

**ÜBER DIE "MASSU"-KRANKHEIT  
UND DAS AUFTRETEN VON NEMATOSPORA CORYLI PEGLION  
IN PISTAZIENFRÜCHTEN IN IRAN**

Von

E. NIEMANN, G. SCHARIF, N. ZALPOOR, S. M. GHANEA UND K. SAMET

Im Frühsommer 1964 wurde aus der Provinz Kerman über starke und zum Teil neuartige Schäden an den Früchten der Pistazie (*Pistacia vera* L.) berichtet. Die Schadsymptome an den Früchten, die uns aus den verschiedenen Anbaugebieten zugesandt wurden, und die Ursachen dieser Erkrankung waren unklar.

Im August 1964 wurden daraufhin in den Provinzen Kerman und Fars die verschiedenen Pistazien-Anbau-Gebiete besichtigt und auf Befall überprüft. Im Herbst bzw. Sommer 1966 (zwei Jahren mit normalem Pistazien-Ertrag und keinem aussergewöhnlich starken Auftreten von Krankheiten oder Schädlingen) wurden die Besichtigungen dieser Gebiete wiederholt, um so eine Vergleichsbasis zu den Beobachtungen des Jahres 1964 zu bekommen.

**I. SCHADSYMPTOME UND BEFALLSHÄUFIGKEIT**

Die Besichtigungen zeigten, dass die Schäden des Jahres 1964 offensichtlich in ihren Ursachen verschiedenartig und komplex waren. Versuchte man zu klären, welche Symptome für die nur in diesem Jahr in den Pistazien-Gebieten Irans grossräumig beobachteten Erkrankungen typisch waren, so mussten alle Befallssymptome ausgeschieden werden, die mit ähnlicher Häufigkeit auch in den als "normal" zu betrachtenden Jahren 1965 und 1966 auftraten. Als kennzeichnend für die Schäden von 1964 verblieben dann:

1. Das vermehrte Vorkommen von äusserlich normal aussehenden aber tauben Früchten. Die Kernanlagen in ihnen sind nicht entwickelt und braun verfärbt oder vermorscht.
2. Das gehäufte Vorkommen von deformierten, geschrumpften oder mit Nekrosen besetzten Pistazienkernen (Abb. 1 unten) in äusserlich gesund aussehenden Früchten.
3. Das Vorkommen eines glasig-weissen Schleims in den jungen Pistazien-Kernen zwischen Samenschale und Kotyledonen (Erst zu Erkennen nach dem Öffnen der Früchte und Entfernen der Samenschale). In voll ausgereiften Kernen trocknet der Schleim zu einer weissen mehr oder minder ausgedehnten Kruste ein (Abb. 1, unten links). Auch diese Erkrankung ist den Pistazien-Früchten äusserlich nicht anzusehen.

Davon befallene Kerne sind nach der Ausreifung immer zugleich auch deformiert, verschrumpft oder nekrotisch, so dass eine Überschneidung mit dem vorher beschriebenen Symptom 2 auftritt.

Die Bauern in Kerman bezeichneten diese 1964 dort ausserordentlich häufig zu beobachtende Pistazien-Schädigung mit einem besonderen Namen als "M a s s u" (Schleim, Yoghurt). Nur einer unter allen befragten Bauern erinnerte sich schon jemals vorher vor zehn (?) Jahren derartige Schleimüberzüge an Pistazien-Kernen im Gebiet von Kavir/Kerman beobachtet und darüber dem Landwirtschaftsamt berichtet zu haben.

Bei den Besichtigungen 1965 und 1966 wurde "Massu" von uns nur sehr selten (zu weniger als 1%) an Pistazienkernen gefunden.

Die H ä u f i g k e i t der unter 1-3 beschriebenen Kernschäden war 1964 in den einzelnen Pistazien-Anlagen in Kerman und Fars sehr unterschiedlich. Nur zwei Gärten (in Schafije bei Rafsanjan) waren weitgehend davon frei; in insgesamt sieben der 38 besichtigten Anlagen waren auch die Kerne in äusserlich gesund aussehenden Früchten fast alle krank. Sie wiesen praktisch einen Totalausfall auf, und wurden daher oft von den Besitzern überhaupt nicht erst beerntet. Im Mittel aller von uns entnommenen Proben lag der Prozentsatz derartig geschädigter Pistazien-Kerne bei 54% (5).

Berichte und einzelne zugesandte Proben aus den Anbaugebieten von Damghan und Ghazvin erwiesen, dass hier 1964 ähnliche und gleichstarke Schäden auftraten wie in Kerman und Fars. Eine Besichtigung und Befallserhebung in diesen Gebieten wurde jedoch von uns nicht durchgeführt.

Gesicherte Beziehungen zwischen der Stärke der Schäden des Jahres 1964 und irgendwelchen Standort-oder Umweltfaktoren konnten von uns nicht festgestellt werden. Es schien uns jedoch, als wenn die Ausfälle in wenig gepflegten Anlagen (Bewässerung, Düngung, Schädlingsbekämpfung) allgemein höher lagen als in gut gepflegten Gärten.

In gleichem Mass wie an der kultivierten *Pistacia vera* L. waren die Erkrankungen auch an Wildpistazien - *P. mutica* Fisch. & Meyer - zu finden. Zwischen den hauptsächlich in Kerman gebauten Sorten - Ohadi, Badami, Momtas und Boumi - waren keine Unterschiede im Befall festzustellen.

Das plötzliche und gleichzeitige Auftreten einer neuen Erkrankung in allen Pistazien-Gebieten Irans, die bis zu 1000 km auseinanderliegen, gab Anlass, den Witterungsverlauf des Jahres 1963/64 mit den langjährigen Mittelwerten zu vergleichen (Abb. 2). Der Winter 1963/64 war danach in Kerman (ähnlich auch im übrigen Iran) in den Monaten Dezember und vor allem Januar im Vergleich zum zehnjährigen Mittel aussergewöhnlich kalt. Der Februar erbrachte in Kerman die dreifache Niederschlagsmenge des normalen; Dezember, März, April und Mai hingegen nur ein Drittel. In Abhängigkeit von Niederschlag und Temperatur war die relative Luftfeuchtigkeit im Dezember und dann wieder im März, April und Mai zu niedrig; im Januar und Februar zu hoch.

Ob einer dieser Klimafaktoren direkt oder indirekt am Zustandekommen der Pistazien-Schäden des Jahres 1964 beteiligt sein könnte, lässt sich auf Grund der nur einjährigen Vergleiche nicht entscheiden. Falls in Zukunft in einem Jahr nochmals derartige Schäden wie 1964 gehäuft auftreten sollten, so

müsste auch dessen Witterungsverlauf im Vergleich zum normalen analysiert werden, um so gegebenenfalls Korrelationen zwischen beiden Grössen zu finden.

## II. *NEMATOSPORA CORYLI* PEGLION ALS URSACHE DES "MASSU"-SCHLEIMES

Mikroskopische Untersuchung des "Massu"-Schleimes aus verschiedenen Gebieten Kermans ergab 1964, dass er fast ausschliesslich aus nadelförmigen, zweizelligen Pilzsporen, vermischt mit zartwandigen sphaerischen Zellen, bestand. Nach Isolierung erwiesen sich beide als zwei verschiedene Sporenformen einer *Nematospora* sp. Es wurde niemals eine Probe mit "Massu"-Schleim gefunden, die diese *Nematospora*-Sporen nicht in Massen enthielt.

Die nadelförmigen *Nematospora*-Sporen wurden 1964 bei mikroskopischer Untersuchung oder durch Isolierung auch zu einem hohen Prozentsatz (etwa der Hälfte) in den Pistazienkernen gefunden, die zwar keinen "Massu"-Schleim zeigten aber nicht entwickelt und braun verfärbt (Symptom 1, siehe S. 16) oder deformiert, verschrumpft oder nekrotisch waren (Symptom 2, siehe S. 16). Interessant ist, dass der Pilz auch noch nach einem Jahr mit grosser Häufigkeit aus Früchten isoliert werden konnte, die von 1964 her den Winter über unter den Bäumen am Boden liegegeblieben waren.

Ausser in Kerman und Fars wurde *Nematospora* 1964 mit grosser Häufigkeit auch in Pistazien aus dem Anbauggebiet von Ghazvin gefunden. Vereinzelt aus Damghan zugesandte Proben verkümmert, deformierter Pistazien-Kerne zeigten 1964 in 30 von 37 mikroskopisch untersuchten Kernen *Nematospora*-Sporen.

In den folgenden Jahren 1965 und 1966 wurde in Kerman *Nematospora* kaum oder überhaupt nicht in Pistazien-Früchten festgestellt. Wie oben erwähnt wurde (S. 2) trat in diesen Jahren auch die "Massu"-Krankheit kaum auf. Das Ergebnis mikroskopischer Auszählungen zeigt die folgende Übersicht. (Zum Vergleich eine Untersuchung von 1964):

	1964 (eine stark befallene Anlage in Abaregh)	1965 (Mittelwert aus sechs Anlagen in Kerman)	1966 (Mittelwert aus sieben Anlagen in Kerman)
% der Kerne mit <i>Nematospora</i> -Sporen	34 %	0,2 %	0 %

Eine Probe aus Ghazvin zeigte 1966 zu etwa 1 % in nekrotischen Pistazien-Kernen das Auftreten von *Nematospora*-Sporen.

Die Gattung *Nematospora* Peglion (Fam. *Spermophthoraceae*) ist charakterisiert durch ein sprosszellenartiges Wachstum in der vegetativen Phase; sie kann bei Kultur auf einigen Substraten aber auch mehr oder weniger starke Myzelbildung aufweisen. Die Asci stehen einzeln und enthalten in Mehrzahl (meistens acht) gebildete nadelförmige, zweizellige Ascosporen mit einem langen unbeweglichen Flagellum an einem Ende.

Die *Nematospora* von Pistazien tritt im "Massu"-Schleim oder in den Nekrosen der Kerne vorwiegend in Form der nadelförmigen, zweizelligen Ascosporen mit Flagellum (Sporenlänge im Mittel 36  $\mu$ ; Breite 2,6  $\mu$ ; Länge des

Flagellums  $30\ \mu$  ), im Schleim ausserdem auch mit sphaerischen, zartwandigen Zellen von  $8 - 15\ \mu$  Durchmesser auf (Abb. 3). Die Asci sind sehr vergänglich; sie entleeren die in zwei Reihen zu je vier angeordneten Ascosporen schon bald durch seitliches Aufreissen der Ascuswand und sind daher im natürlichen Substrat nur selten zu beobachten. Die Ascosporen bleiben oft durch die miteinander verschlungenen Flagellen auch nach dem Freiwerden in Bündeln verbunden. Auftreten einer Myzelwuchsform von *Nematospora* wurde in Pistazien-Kernen nie festgestellt.

Ähnlich wie in Pistazien-Kernen sind die Wuchsformen und Sporenmasse auf sterilisierten Kartoffelstückchen, auf denen die *Nematospora* sp. sich besonders gut und schnell mit weissen Kolonien entwickelt, die je nach Feuchtigkeit entweder mehr krustig-erhaben oder mehr schleimig ausgebildet sind. Auch auf sterlisierten Karotten wächst der Pilz verhältnismässig gut (vorwiegend mit schleimiger Kolonieform).

Auf Agar-Nährböden entwickelt sich die *Nematospora* von Pistazien unterschiedlich (Abb. 4). Auf einigen Substraten (besonders in älteren Kulturen) überwiegt die myzeliale Wuchsform (z. B. auf Maismehl-Agar), auf anderen die mit sphaerischen oder Sprosszellen (z. B. auf Malz-Agar). Asci sind in jüngeren Kulturen besonders auf Maismehl-Agar häufig zu finden. Im Gegensatz zu den natürlichen Substraten (Pistazien, Karotten, Kartoffeln), wo der Pilz lange Zeit lebensfähig bleibt, stellt er auf den geprüften DIFCO - Agar - Medien (PDA-Agar, Malz - Agar, Hafermehl-Agar und Maismehl-Agar) verhältnismässig schnell das Wachstum ein, und die Kulturen gehen zugrunde.

Die auf Hafermehl-Agar (ähnlich auf Maismehl - Agar) gebildeten Asci und Sporen hatten folgende Masse:

	gemessene Zahl	(Extremwerte) und Mittel in $\mu$
Asci	35	Länge (77) - 84 - (91)
		Breite (6,0) - 6,8 - (7,0)
Ascosporen	56	Länge (24,6) - 32,6 - (39,1)
		Breite (2,2) - 2,8 - (2,9)
		Flagellum (14) - 32 - (52)

Bisher sind aus anderen Ländern fünf Arten der Gattung *Nematospora* beschrieben worden :

*N. coryli* Peglion von *Corylus avellana* und anderen Wirten (6)

*N. lycopersici* Schneider von *Lycopersicon esculentum* (7)

*N. phaseoli* Wingard von *Phaseolus lunatus* und anderen Wirten (8)

*N. gossypii* Ashby & Nowell von *Gossypium* sp. und anderen Wirten (1)

*N. nagpuri* Dastur & Singh von *Gossypium* sp. (2)

Zwischen den Merkmalen dieser Arten treten Überschneidungen auf. Auch die Messungen durch verschiedene Autoren bzw. Kultur auf verschiedenen

Medien oder bei unterschiedlicher Temperatur (3) ergaben eine grosse Variabilität. *Ashby & Nowell* (1) stellten daher *N. lycopersici* Schn. und *N. phaseoli* Wing. zu *N. coryli* Pegl. und liessen neben dieser nur *N. gossypii* Ashby & Now. wegen ihrer abweichenden, vorwiegend myzelialen Wuchsform als gute Art bestehen. *Dastur & Singh* (2) fügten später als neue Art *N. nagpuri* Dast. & Singh hinzu, die sich durch ihre Wuchsform auf Kartoffel-Stückchen von diesen beiden Arten unterscheiden soll. Keine dieser drei Arten wurde bisher an Pistazien beobachtet.

Die *Nematospora*-Form von Pistazien muss nach den Messungen zu *N. coryli* Pegl. gestellt werden, da keine morphologischen Merkmale gefunden wurden, die sie eindeutig als neue Art dagegen abgrenzen liessen.

Von *N. gossypii* unterscheidet sie sich durch das Überwiegen der sprossenden Wuchsform; dadurch, dass keine interkalalaren Asci gebildet werden und durch die Zahl der Ascosporen in den Asci (es wurden von uns nie mehr als acht Sporen je Ascus beobachtet).

Von *N. nagpuri* ist sie durch die längeren Asci unterschieden. Eine Abgrenzung gegen *N. lycopersici* und *N. phaseoli* erübrigt sich, da beide nicht mehr als eigene Arten zu betrachten sind. Zudem sind bei der Pistazien-*Nematospora* die Ascosporen und das Flagellum kürzer als bei diesen beiden Formen.

### III. DISKUSSION

1.) Der "Massu"-Schleim in den Pistazien-Kernen besteht in allen Fällen fast ausschliesslich aus Ascosporen und sphaerischen Zellen von *N. coryli*. 2.) Die Häufigkeit des "Massu"-Auftretens und das Vorkommen von *N. coryli* in den Jahren 1966 gingen einander weitgehend parallel. Aus diesen beiden gesicherten Beobachtungen lässt sich folgern, dass die von den Pistazien-Bauern im Jahr 1964 beobachtete neue, die Qualität der damit behafteten Kerne mindernde "Massu"-Krankheit durch *N. coryli* verursacht ist.

Anders ist es wahrscheinlich mit den anderen beiden im Jahr 1964 gehäuft auftretenden Schadbildern an Pistazien-Kernen: Taubfruchtigkeit (Symptom 1, siehe S. 16); Kerndeformationen, -Schrumpfungen und -Nekrosen (Symptom 2). Hier glauben wir eher, dass andere auslösende Faktoren vorliegen (Saugschäden von Insekten?) oder die Ursachen zumindest komplex sind. *N. coryli* wäre dann nur ein zusätzlicher oder den Schaden verstärkender Faktor. (Wie auf S. 18 erwähnt wurde, konnte *N. coryli* nur etwa in der Hälfte der beschädigten Pistazienkerne gefunden werden). Wie weit *N. coryli* auch alleine derartige Schadbilder (Taubfruchtigkeit, Deformationen, Schrumpfungen, Nekrosen) hervorrufen kann, müsste durch Infektionsversuche noch geklärt werden.<sup>1)</sup>

---

1) Pathogenitätsprüfungen mit der isolierten *N. coryli* wurden 1965 und 1966 in privaten Pistazien-Anlagen in der Umgebung Teherons angelegt. Sie konnten jedoch nicht ausgewertet werden, da in beiden Jahren die Anlagen keine ausgereiften Früchte erbrachten (*Agonoscyta*-Befall, Ausbleiben der Bestäubung, Klima?). Die Pathogenitätsprüfungen werden fortgeführt.

*Nematospora coryli* wurde vor 1964 noch nicht an Pistazien in Iran festgestellt. Das bedeutet aber nicht (wie teilweise vermutet wurde), dass es sich um eine neu eingeschleppte Erkrankung handeln müsste. Dagegen spricht einmal, dass bereits vor zehn Jahren die "Massu"-Krankheit in Kavir/Kerman beobachtet worden sein soll. Zum andern könnte ein derart versteckt im Innern der Früchte lebender Pilz nach Neueinschleppung wohl kaum schlagartig in so weit auseinanderliegenden Gebieten (Kerman, Fars, Ghazvin, Damghan) auftreten, wie es 1964 für *N. coryli* beobachtet wurde.

*Nematospora*-Arten sind aus anderen Ländern (z. B. Afrika, Süd- und Ostasien) vor allem an Baumwolle als stark schädigend bekannt (1, 2, 4, 9). Sie rufen weiterhin in Italien bei Haselnüssen (6), in den USA bei Tomaten (7), Lima-Bohnen (8), Citrus und Granatapfel (3) Nekrosen an den Samen oder im Fruchtfleisch hervor, wobei die Schäden äusserlich den Früchten nicht anzusehen sind. Daneben sind mehr als 30 Wirtspflanzen bekannt (1, 8), deren Früchte durch *Nematospora*-Arten befallen werden können.

Soweit bisher bekannt ist, werden die Sporen von *Nematospora* durch saugende Insekten (z. B. *Dysdercus*, *Nezara*, *Leptoglossus*) übertrager (3, 4). Darauf ist es zurückzuführen, dass Schädigungen im Innern der Früchte entstehen, ohne sich nach aussen bemerkbar zu machen. *Nematospora*-Arten gelten als Musterbeispiel für diese Art der Übertragung, die mit dem Namen "Stigmatomycosis" bezeichnet wird (4). Meist äussert sich der Schaden als Bräunung (z. B. der Fasern bei Baumwolle) oder in Form von Nekrosen (z. B. bei Samen von *Corylus* oder *Phaseolus*), in denen dann massenhaft die Sporen des Pilzes zu finden sind. Auf frühem Entwicklungsstadium infizierte Baumwoll-Kapseln oder Citrus-Früchte fallen häufig vorzeitig ab (3).

Die Biologie der *N. coryli* von Pistazien in Iran ist noch unbekannt. Sicher ist nur, dass der Pilz in abgefallenen Pistazien in der Erde überwintern kann (siehe S. 18). Wie er in die Pistazienfrüchte gelangt, ohne dass diesen der Befall von aussen anzusehen ist, bedarf der Klärung. In Analogie zu den andern bekannten *Nematospora*-Arten wäre es wohl am wahrscheinlichsten, dass auch bei Pistazien saugende Insekten die *Nematospora*-Sporen beim Saugakt übertragen.

Gleichfalls ist bisher nicht bekannt, ob *N. coryli* in Iran noch auf anderen Wirtspflanzen vorkommt. Bei diesbezüglichen Beobachtungen und Untersuchungen wäre vor allem auf Baumwolle, Citrus, Granatapfel, Haselnüsse, *Phaseolus*-Bohnen und Tomaten als mögliche Wirte zu achten. Es ist anzunehmen, dass beim Zusammentreffen geeigneter Faktoren (Witterung? übertragende Insekten?) gelegentlich in einzelnen Jahren wieder ähnliche Schäden an Pistazien auftreten können wie 1964. Eine Voraussage oder vorbeugende gezielte Bekämpfung dagegen ist ohne genaue Kenntnis der Biologie und auch schon wegen der anscheinend komplexen Natur dieser Schäden nicht möglich. Am ehesten wäre jedoch durch Ausschaltung saugender Überträger mittels Insektizidspritzung (die sich ja ohnehin immer mehr als Routinemassnahme im Pistazien Anbau einbürgert) auch ein Bekämpfungserfolg gegen "Massu" sowie Deformationen und Nekrosen der Pistazien-Kerne zu erwarten.

#### IV. SUMMARY

In the year 1964 in the whole of Iran unknown severe damage on pistachio-nuts occurred suddenly. The distribution and symptoms of this new disease and the climatical data for 1964 were reported. 1965 and 1966 damages of this kind were not or only seldom observed.

The cause of the new disease appears to be complex. Often in 1964 on pistachio-nuts a slimy cover ("Massu") was observed. Microscopic examinations and isolations showed it to be caused by the fungus *Nematospora coryli* Peglion. The biology of *N. coryli* from pistachio is still unknown.

#### V. LITERATUR

1. *Ashby, S. F. and Nowell, W.*: The fungi of stigmatomycosis. Ann. Bot. 40: 69-83, 1926.
2. *Dastur, J. F. and Singh, J.*. A new *Nematospora* on cotton bolls in the central provinces (India) Ann. Myc 28: 291-296, 1930.
3. *Fawcett, H. S.*: *Nematospora* on pomegranates, Citrus, and cotton in California. Phytopath. 19: 479-482, 1929.
4. *Leach, J. G.*: Insect transmission of plant diseases. New York & London, 1940, pp. 246-251
5. *Niemann, E. und Salpur, N.*: Bericht über die Schädigungen an Pistazienfrüchten in Süd-Iran (21. 8. 64. nicht veröffentlicht).
6. *Peglion, V.*: Über die *Nematospora Coryli* Pegl. Centralbl. Bakt. II. 7: 754-761, 1901
7. *Schneider, A.*: Further note on a parasitic Saccharomycete of the tomato Phytopath. 7: 52-53 1917.
8. *Wingard, S. H.*: Yeast-spot of Lima beans. Phytopath. 12: 525-532, 1922
9. CMI: Distribution maps of plant diseases, No. 163: *Nematospora coryli* Pegl., 1948.

#### ABBILDUNGEN

- Abb. 1. Oben: gesunde Pistazienkerne  
Unten: Deformierte, nekrotische Pistazienkerne. Alle vier zeigten in den nekrotischen Stellen das Vorkommen von *Nematospora*-Sporen. Der Kern links zeigt an der oberen Spitze unter der dort entfernten Samenschale eine weisse Kruste von eingetrocknetem "Massu"-Schleim  
(Photo Modjib)
- Abb. 2. Witterungsverlauf 1963/64 in Kerman im Vergleich zum zehnjährigen Mittel (gestrichelte Linien). (Nach Unterlagen des meteorologischen Amtes in Teheran)
- Abb. 3. *Nematospora coryli* aus "Massu"-Schleim von Pistazien-Kernen.  
a. Ascosporen, einzeln oder in Bündeln  
b. Sphaerische Zellen
- Abb. 4. Wuchsformen von *N. coryli* auf Maismehl-Agar (DIFCO)  
Unten: Nach Baumwollblaufärbung; Myzel, Sphaerische Zellen, Ascus mit acht Sporen.  
Oben: Ungefärbt; junge Ascusanlagen und freie Bündel von Ascosporen.