

Die Tristeza Krankheit von Zitrus in vier Erdteilen — ein Vergleich

Comparing Tristeza disease of citrus in four continents

Von Ralph Eduard Schwarz *)

1. Einleitung

Die Tristeza Krankheit von Zitrus ist die am weitesten verbreitete und, neben Zitrus-Greening, die wohl gefährlichste Viruskrankheit von Zitrus. Der Berichterstatter hatte Gelegenheit in vier Erdteilen, in Spanien, im südlichen Afrika, in Argentinien und in Thailand, über diese Krankheit zu arbeiten und es ist interessant, die Auswirkung dieser Krankheit in diesen vier Regionen zu vergleichen.

2. Übertragung, Symptomatologie und Indexierung des Zitrus Tristeza Virus

Das 2000 nm lange, flexible Tristezavirus wird in halbpersistenter Übertragungsweise am besten durch die schwarze Zitrusblattlaus *Toxoptera citricidus* Kirk. übertragen. Der nächstbeste Überträger, die Gurkenblattlaus, *Aphis gossypii* Glov., ist normalerweise ein wesentlich schlechterer Überträger als die schwarze Zitrusblattlaus, es wurde jedoch aus Israel gemeldet (Bar-Joseph & Loebenstein, 1973 (2), Racca et al., 1976 (16)), daß dort eine Mutante des Tristezavirus fast ebensogut von der Gurkenblattlaus übertragen wird wie der „normale“ Tristezakomplex von der schwarzen Zitrusblattlaus.

Der Virus ruft entweder Symptome auf einer empfindlichen Varietät oder auf einer bestimmten Ober-Unterstammkombinationen hervor.

Empfindliche Varietäten zeigen Tristeza Symptome, ob sie als Sämling infiziert werden oder ob sie auf eine Unterlage gepropft sind. Starke

*) Dr. agr. Ralph E. Schwarz. Deutsch-Argentinisches Projekt zur Förderung des Zitrusanbaues in der Provinz Misiones — Argentinien.

Anschrift: 3384 — Montecarlo.

Symptome wie Verzweigung, Adernaufhellung, Mangelsymptome an den Blättern und starkes „stem pitting“ (Eindellungen im Holz), zeigen besonders die Limone (*Citrus aurantifolia* Christm.) Swing., Calamonding (*C. madurensis* Lour.) und *Citrus hystrix* CD. Die Grapefrucht *Citrus paradisi* Macf. reagiert besonders durch starkes „stem pitting“. Ähnliche Symptome zeigt die hauptsächlich in Asien angebaute Pummelo (*Citrus grandis* L. Osbeck).

In empfindlichen Kombinationen wie Süßorange auf Bitterorangenunterstamm (*C. aurantium* L.) ruft Tristeza im Unterstamm, direkt unterhalb der Propfverbindung, eine Phloemnekrose hervor. Dadurch wird der Transport von Assimilationsprodukten zu den Wurzeln blockiert, die Wurzeln sterben ab und die Krone zeigt zunehmende Absterbeerscheinungen (Tristeza = Traurigkeit).

Tristeza wird vor allem durch Propfung des zu testenden Materials auf Limone indexiert. Diese Zitrusart zeigt 6—8 Wochen nach Infektion Adernaufhellung, Stauchung und Adernverkorkung. Diese Reaktion — von mild bis sehr stark — erhält man mit allen Tristeza Isolaten. Manche, aber nicht alle Tristeza Komplexe rufen auf der Zitrone (*C. limon* L. Burm.) und Bitterorangensämlingen (*C. aurantium* L.) eine Vergilbungsreaktion (yellows reaction) vor.

Andere Tristeza-Komplexe verursachen ein „stem pitting“ auf Grapefruchtsämlingen und schließlich induzieren die meisten Komplexe — aber wieder nicht alle — die Tristeza Reaktion auf der Kombination Orange auf Bitterorange. Bei einer anderen Indexierungstechnik (Bar-Joseph und Loebenstein, 1973 (1); Bar-Joseph et al., 1974 (3)) wird der zu testende Baum durch eine elektronenoptische Untersuchung von halbgereinigtem Rindenmaterial auf das Vorhandensein von Tristezapartikel geprüft. Vor kurzem gelang es, ein Antiserum gegen das Tristezavirus herzustellen (Gonzalves et al., 1978 (5); Tsuchizaki et al., 1978 (18)). Wenn mit diesem Antiserum ein neuentwickelter serologischer Schnelltest, der ELISA Test, angewandt wird (Voller et al., 1976 (19)), kann das Tristezavirus direkt im Feldbaum indexiert werden. Beim ELISA Test wird die Globulinfraktion des Antiserums an einen Träger angeheftet, dann bindet man das Virus an diesen Antikörper und schließlich wird ein enzymkonjugierter Antikörper an dieses — gebundene — Virus angeheftet. Dann fügt man p-Nitrophenylphosphat bei, deren Komponenten bei Anwesenheit des Enzymes freigesetzt werden und die dann eine Farbreaktion geben.

3. Situation der Tristezainfektion in Zitrusregionen von vier Erdteilen

3.1. Mittelmeergebiet — Spanien

In Spanien sind — wie in den meisten Mittelmeerländern — der größte Teil der Zitrusvarietäten auf dem Bitterorangenunterstamm veredelt. Im Mittelmeerbereich kommt der wirksamste Tristeza Überträger, die schwarze Zitrusblattlaus, nicht vor, dagegen ist die Gurkenblattlaus weit verbreitet. Die Tristeza Krankheit breitete sich in Spanien seit etwa 1958 in einem Gebiet südlich und später auch nördlich von Valencia mit zunehmender Geschwindigkeit aus (Planes et al., 1965 (14)).

Die Spanische Zitrusindustrie war daher zu einer völligen Umstrukturierung d. h. zur Verwendung von Tristeza-toleranten Unterstämmen gezwungen (Navarro, 1976 (11)). Heute werden besonders die Tristeza-resistenten Trifoliata Hybriden (*Troyer citrange*) aber auch die Cleopatra Mandarine und Süßorangen anstelle der Bitterorange als Unterstamm verwendet. Da diese Unterstämme gegen solche Viren bzw. Viroide empfindlich sind, die bei der Verwendung des Bitterorangenunterstammes keine Rolle spielen (*exocortis*, *cachexia*), mußte das gesamte Zitrusmaterial virusfrei gemacht werden. Dies wurde zunächst durch Verwendung von nucellären Linien d. h. Material des aus dem Nucellus des Samens entstanden ist, erreicht. Nucelläres Material ist mit dem Muttermaterial genetisch identisch und virusfrei. Noch besser eignet sich die Spitzenpropfungstechnik (Navarro et al., 1975 (12)) zur Produktion von virusfreiem Material. Bei dieser Methode wird der Wuchskegel des Sprosses einer virusinfizierten Pflanze unter sterilen Bedingungen auf einen Sämling gepfropft. Das aus dem Wuchskegel hervorgehende Material ist virusfrei, und hat alle genetischen, morphologischen und physiologischen Eigenschaften der Mutterpflanze. Nucelläres Material hat dagegen sogenannte juvenile morphologische und physiologische Eigenschaften (Dornigkeit, schwache Fruchtqualität, starkes vegetatives Wachstum), die sich erst nach mehrmaligen Weiterpfropfen verlieren, sodaß man erst nach 8—10 Jahren Bäume erhält, die in allen Eigenschaften der Mutterpflanze ähneln. Die Spitzenpropfung hat auch Vorteile gegenüber der zur Gewinnung von virusfreiem Material früher häufig angewandten Hitzebehandlung (Calavan et al., 1972 (4)). So kann das hitzeresistente *exocortis* Viroid durch Hitzebehandlung nicht eliminiert werden, was bei Anwendung der Spitzenpropfungstechnik ohne weiteres möglich ist. Bei der Unmöglichkeit, Blattläuse ökonomisch zu bekämpfen, ist nicht zu verhindern, daß sich die Tristezkrankheit weiter in Spanien ausbreitet. Da jedoch die Bitterorange ein so ausgezeichnetes Unterstamm ist, der bis jetzt unter den Tristeza-resistenten Unterstammarten nicht seinesgleichen hat, wird mit allen Mitteln versucht, die Ausbreitung der Tristeza Krankheit auf weitere Gebiete Spaniens und auf die übrigen Mittelmeerländer zu verhindern. In Israel gibt es einige Herde, die man durch eine Eradikationskampagne zu eliminieren versucht (Bar-Joseph et al., 1974 (3)).

3.2. Südliches Afrika

Im südlichen Afrika wurden sowohl das Tristezavirus als auch sein wirksamster Überträger, die schwarze Zitrusblattlaus, schon mit dem frühesten Zitrusmaterial aus Ostasien eingeschleppt. Unterstämme wie die Bitterorange konnten daher noch nie verwendet werden. Es wird fast ausschließlich auf dem Tristeza-resistenten Unterstamm „rough lemon“ (*Citrus jambhiri* Lush) veredelt. Von dem ursprünglich verwendeten Süßorangen-Unterstamm kam man wegen dessen Empfindlichkeit gegen Fußkrankheiten (*Phytophthora*) wieder ab. Da aber auch der „rough lemon“ Unterstamm relativ empfindlich gegen *Phytophthora* ist und die Fruchtqualität der auf diesem Unterstamm veredelten Orange zu wünschen übrig läßt, geht die Tendenz dahin mehr und mehr Trifoliata Hybriden zu verwenden.

Man könnte von einem weltweiten Siegeszug der Citrange Hybriden als Unterstamm sprechen. Die von Tristeza im südlichen Afrika hervorgerufenen Probleme beschränken sich im wesentlichen auf das „stem pitting“ an Grapefrucht (Oberholzer et al., 1949 (13)), das nach einigen Jahren ein Zurücksterben von Grapefruchtbäumen und Verkleinerung deren Früchte verursacht. Schwer befallene Bäume können mit 12—15 Jahren völlig unproduktiv werden. Die wichtigste praktische Gegenmaßnahme ist die Selektion von Linien, die nur ein relativ schwaches pitting zeigen. Es handelt sich dabei wohl um die Nutzbarmachung des Präimmunitätseffektes (siehe folgendes Kapitel).

3.3. Südliches Südamerika — Argentinien und Brasilien

In Argentinien und Brasilien wurde ursprünglich — wie in den meisten anderen Ländern — hauptsächlich Süßorange als Unterstamm verwendet und man ging dann wegen des Phytophthora Problemes fast ausschließlich auf den Bitterorangenunterstamm über.

In den 30er Jahren wurde — wohl aus Südafrika — mit der resistenten Kombination Süßorange auf „rough lemon“ sowohl das Tristezavirus als auch die schwarze Zitrusblattlaus nach Argentinien und Brasilien eingeschleppt.

Dies führte zu einer der größten Katastrophen in der Geschichte der Phytopathologie: Zwischen 1930 und 1950 starben in Argentinien und Brasilien ca. 20 Millionen Orangenbäume auf Bitterorangeunterstamm ab. Man entdeckte die Ursache dieser Krankheit erst in den späten Vierzigerjahren (Meneghini, 1946 (7)). In der Praxis wurde schon vorher nach resistenten Unterstämmen gesucht und so wechselte man in Brasilien fast ausschließlich auf den Rangpur lime Unterstamm und in Argentinien auf die Unterstammarten Trifoliata, Mandarine, „rough lemon“ und Süßorange über. Den Versuch in einer Provinz Argentiniens (*Corrientes*) den Süßlimonenunterstamm zu verwenden, schlug wiederum fehl, da Tristeza auf diesem Unterstamm — der in Israel mit Erfolg verwendet wurde — ein starkes „stem pitting“ erzeugte (Rodriguez, 1968 (17)). Auch die Grapefrucht zeigte im ganzen südlichen Südamerika überall ein mehr oder weniger starkes Tristeza „stem pitting“, das durch die Wahl von Linien mit wenig pitting, größerer Pflanzdichte und engerer Generationenfolge teilweise kompensiert wurde. Es zeigte sich auch, daß eine der populärsten Süßorangenvarietäten Brasiliens, die Pera Orange, gegen den Tristeza „stem pitting“ Komplex sehr empfindlich ist. Dieses Problem wurde in Brasilien vor allem durch die Arbeit von Müller (Müller, 1972 (8), Müller & Costa, 1972 (9)) dadurch überwunden, daß schon in der Baumschule die Pflanzen mit vorher selektierten schwachen Rassen des Tristezavirus präimmunisiert wurden. Solche „geimpften“ Bäume werden dann später nicht durch die virulenten Tristezarassen befallen. Heute gibt es in Brasilien schon Millionen von präimmunisierten Pera, Grapefrucht und Limonen-Bäume. Hier wurde zum ersten Mal der Präimmunisierungseffekt, der in vielen Ländern wohl schon lange Zeit vorher unbewußt angewandt wurde, bewußt kommerziell angewandt.

In den 60er Jahren traten zwei neue Zitrusprobleme auf, die im ersten Fall sicher, im zweiten Fall möglicherweise mit der Tristeza-Krankheit assoziiert sind. In lokalisierten Herden Brasiliens, besonders im Gebiet von Capao Bonito, im Staate Sao Paulo, zeigte sich auf Süßorange und dem Rangpur lime Unterstamm ein starkes pitting, das durch einen neuen Tristeza-Komplex hervorgerufen wurde (Müller et al., 1968 (10)). In den befallenen Gebieten kann man heute weder die Süßorange anpflanzen noch Rangpur lime als Unterstamm verwenden. Die Mandarine, sowohl als Varietät als auch als Unterstamm, ist gegen diesen Tristeza-Komplex immun. Man versucht die weitere Verbreitung dieses Tristeza-Komplexes mit Quarantänemaßnahmen zu verhindern.

Im Gebiet von Misiones, Argentinien, trat seit etwa 1965 eine andere Krankheit auf, die „*fruta bolita*“ (Kleinfrüchtigkeit) oder „*declinamiento*“ (Zurücksterben) genannt wurde. Sie trat auf der Kombination Süßorange auf Trifoliata Unterstamm, nicht aber auf der Kombination Mandarine oder Zitrone auf Trifoliata Unterstamm auf (Pujol et al., 1972 (15)). Die Symptome und die Beschränkung des Problems auf gewisse Ober-Unterstammkombination läßt auf einen neuen Tristeza-Komplex schließen. Die Geschwindigkeit, mit der sich die „*declinamiento*“ Krankheit in Misiones verbreitete, deutet auf einen geflügelten Überträger hin. Die Krankheit bedeutet eine akute Bedrohung der Provinz Entre Rios, Argentinien (70% auf Trifoliata Unterstamm) und Uruguay (fast 100% auf Trifoliata Unterstamm). Ein Argentinisch-Deutsches GTZ Projekt, an dem der Verfasser mitarbeitet, befaßt sich seit zwei Jahren mit diesem Problem.

3.4. Asien — Thailand

Asien — von Indien bis China — ist die Heimat von Zitrus und damit vermutlich auch die Heimat vieler Zitruskrankheiten. Man findet in ganz Asien einen virulenten Tristeza-Komplex. Dieser verursacht, um Thailand als Beispiel zu nennen (Knorr & Schwarz, 1973 (6)), ein starkes pitting auf der Limone, Pummelo (*Citrus grandis*) und Calamonding (*Citrus mitis*). Durch eine seit langem durchgeführte Auswahl „hervorragender“ Bäume zur Weitervermehrung hat man in diesen Ländern wohl schon lange von dem Präimmunitätseffekt Gebrauch gemacht. Da in Thailand praktisch alle Zitrusarten durch Luftableger vermehrt werden (unterstammfreie Vermehrung), gibt es keine Unterstammprobleme. Bei der Luftablegertechnik wird ein Ast geringelt, Kokosfaser mit einer Plastikhülle angepackt, und der Ast wird nach Bildung von Wurzeln oberhalb der Ringelungsstelle abgeschnitten und ausgepflanzt. Solche Bäume produzieren sofort nach dem Auspflanzen, sie sterben aber auch im allgemeinen früh (mit 10—15 Jahren) an Wurzelproblemen ab. Dazu kommt, daß in fast ganz Asien vorwiegend Mandarinen und Mandarinentypen angebaut werden, die im großen und ganzen viel resistenter gegen „stem pitting“ sind wie die Süßorangen. In der Philippinen verwendet man als Unterstamm fast ausschließlich Calamandarin, einen Mandarinentyp, als Unterlage und in Japan findet fast ausschließlich Trifoliata — vor allem wegen dessen

Frostresistenz — als Unterstamm Verwendung. Während die in Japan vorwiegend angebauten Satsuma Mandarine keine „stem pitting“ Probleme zeigt, weisen Süßorange-Mandarinenhybriden oder Hassaku, ein Tangelo-Typ, ein starkes, Capao Bonito — ähnliches — „stem pitting“ auf. Dies macht wahrscheinlich, daß der Capao Bonito Tristeza Komplex in Brasilien aus Ostasien eingeschleppt wurde.

Weltweit betrachtet gibt es somit Tristeza-freie Zonen (Teile des Mittelmeergebietes, Mexico) bei denen jedoch die Gefahr besteht, das Tristeza früher oder später eingeschleppt wird. Dann gibt es Zonen, in denen ein Tristeza-komplex, entweder durch den wirksamen Überträger *Toxoptera citricidus* oder durch den weniger wirksamen Überträger *Aphis gossypii* übertragen wird. In diesen Gebieten wurde oft nur ein Teil des asiatischen Tristeza-komplexes eingeschleppt, so fehlt z. B. in den USA und im Mittelmeergebiet der Teil des Tristeza Komplexes der „stem pitting“ an Grapefruchtbäumen verursacht und in den USA, dem Mittelmeergebiet, Südafrika, Australien und dem größten Teil Südamerikas fehlt der Tristeza-komplex der „stem pitting“ auf Süßorange verursacht. In diesen Zonen hat man gelernt, durch Nutzung des Präimmunsierungseffektes und Verwendung Tristeza-resistenter Unterstämme mit der Tristeza-krankheit zu leben.

Schließlich gibt es Zonen — und dazu zählt der größte Teil Asiens — in denen Tristeza schon lange endemisch war, und die den „vollständigen“ Tristeza-komplex besitzen. In diesen Gebieten werden vorwiegend die Tristeza-resistenten Mandarinenarten angebaut. Der Anbau von Orangen ist dort wegen der Süßorangen „stem pitting“ Komponente immer dann kritisch, wenn das Material neu eingeführt wurde und nicht durch längere Selektion präimmunsisiertes Material verwendet wurde.

4. Zusammenfassung

Die Tristeza-krankheit von Zitrus, die ein Zurücksterben der Kombination Süßorange auf Bitterorangenunterstamm und ein „stem pitting“ auf Limone und Grapefrucht verursacht, kommt in verschiedenen Anbaugebieten der Welt in verschiedenen Rassenkomplexen vor. Zudem sind die Verbreitung durch Blattlausvektoren und indirekte Bekämpfungsmaßnahmen, die hauptsächlich in der Unterstammwahl bestehen, unterschiedlich. In Teilen Spaniens breitet sich Tristeza durch den relativ ineffektiven Überträger, die Gurkenblattlaus, erst seit ca. 20 Jahren aus. Man geht dort vom Tristeza-empfindlichen Unterstamm, der Bitterorange, auf die toleranten Unterstämme Troyer citrange und Mandarine über. Für das auf diesen Unterstämmen vermehrte Material nimmt man entweder nucelläre Linien oder macht das Material mittels der Mikropfropfungsmethode virusfrei. Im südlichen Afrika wird Tristeza, das seit Beginn des Zitrusanbaues endemisch ist, durch den wirksamen Überträger, die schwarze Zitrusblattlaus, übertragen. Es wird dort vorwiegend der Tristeza-tolerante Unterstamm „rough lemon“ verwendet. Grapefruchtbäume zeigen ein starkes Tristeza „stem pitting“. In Argentinien und Brasilien wurde

Tristeza und die schwarze Zitrusblattlaus in den 30er Jahren eingeschleppt und man ging nach dem Absterben von ca. 20 Millionen Bäumen vom Bitterorangenunterstamm auf tolerante Unterstämme wie Rangpur lime, Trifoliata orange und Mandarine über. In den 50er Jahren trat in Brasilien in einigen Herden eine neue Tristeza Variante auf, die starkes „stem pitting“ auf Süßorange und Rangpur lime verursacht. In Argentinien trat zur selben Zeit „declinamiento“ oder „Fruta Bolita“, eine Tristeza-ähnliche Krankheit auf, welche die Kombination Süßorange auf Trifoliata zum Absterben bringt. In Asien kommt ein sehr virulenter Tristeza-Komplex vor, der zu den Symptomen, die in anderen Teilen der Erde gefunden werden, ein starkes „stem pitting“ auf Süßorange verursacht. Das Problem wird im wesentlichen dadurch gelöst, daß man durch Luftableger vermehrt (unterstammfreie Kultur), resistente Unterstämme verwendet (Mandarine und Trifoliata) und vorwiegend die gegen „stem pitting“ resistente Mandarinentypen anbaut.

Summary

The Tristeza disease of citrus, which causes a dieback of the combination sweet orange on bitter sweet orange and stem pitting in cultivars like acid lime and grapefruit, occurs in various citrus-growing parts of the world in different complexes. In addition, the spread of the disease by its aphid vectors as well as its indirect control by using tolerant stocks differs. In parts of Spain, Tristeza has been spread by the relatively inefficient vector, the cotton aphid, only during the last 20 years. The Tristeza-sensitive rootstock, bittersweet orange, is being replaced by Troyer citrange and Cleopatra mandarin. For propagation, either nucellar material or material that has been made virus-free by using the micrografting technique, is being used. In Southern Africa, where Tristeza has been endemic and the efficient vector, the black citrus aphid, has been present since the start of citriculture, the Tristeza-tolerant rough lemon stock is mainly being used. Tristeza causes a strong pitting on grapefruit. Tristeza and its efficient vector, the black citrus aphid, has been brought to Argentina and Brazil in the early 30th. After the death of about 20 million trees on bittersweet stock in both countries, this stock was replaced by tolerant stocks like Rangpur lime, trifoliata orange and mandarin. In some foci in Brazil (Capao Bonito) a new tristeza variant made its appearance in the late 50th; this variant produces severe stem pitting on sweet orange and Rangpur lime. At about the same time, a Tristeza-like disease “declinamiento” or “fruta bolita” made its appearance in Argentina, causing a dieback on the combination sweet orange on Trifoliata. In Asia, a severe Tristeza stem pitting complex causes, in addition to the symptoms found in other parts of the world, severe stem pitting on sweet orange. For that reason mainly pitting resistant mandarin cultivars are planted and it is propagated either by air layering (stock free cultivation) or by using Tristeza-resistant stocks like mandarin and Trifoliata.

Literaturverzeichnis

1. BAR-JOSEPH, M. & LOEBENSTEIN, 1973: Rapid diagnosis of the citrus tristeza disease by electron microscopy of partially purified preparations. — *Phytopathology* 60, 1510—1512.
2. BAR-JOSEPH, M. & LOEBENSTEIN, 1973: Effect of strains, source plant and temperature on the transmissibility of citrus tristeza virus by the melon aphid. — *Phytopathology* 63, 716—720.
3. BAR-JOSEPH, M. G., LOEBENSTEIN & Y. GOREN, 1974: Use of electron microscope in an eradication program of new tristeza sources, recently found in Israel. In L. G. Weathers and M. Cohen (ed.) *Proc. 6th Conf. Intern. Organization Citrus Virol.*, Univ. California, Div. Agric. Sci., Berkeley, 83—85.
4. CALAVAN, E. C., C. N. ROISTACHER & E. N. NAUER, 1972: Thermotherapy of citrus for inactivation of certain viruses. — *Plant Dis. Repr.* 56, 976—980.
5. GONZALVES, D., D. E. PURICFULL & S. M. GARNSEY, 1978: Purification and serology of citrus tristeza virus. — *Phytopathology* 68, 553—559.
6. KNORR, L. C., R. E. SCHWARZ & M. PROMMINTARA, 1973: Tristeza — a citrus virus disease widely disseminated in Thailand. — *FAO Plant Prot. Service Bull.* No. 21. 11 pp.
7. MENEGHINI, M., 1946: Sobre a natureza e transmissibilidade de doença "tristeza" dos citros. — *O Biologico* 12, 285—287.
8. MÜLLER, G. W., 1972: Estudos sobre a interação entre isolados do vírus da tristeza dos citros, e controle da molestia em limão galego por peminização. — *Dr. Diss. Escola Superior de Agric. "Luis Queiroz" Univ. São Paulo, Brazil*, 68 pp.
9. MÜLLER, G. W. & A. S. COSTA, 1972: Reduction in yield of Galego lime avoided by preimmunization with mild strains of tristeza virus. — In W. C. Price (ed.) *Proc. 5th Conf. Intern. Organization Citrus Virol.*, Univ. Florida Press Gainesville, 171—173.
10. MÜLLER, G. W., O. RODRIGUEZ & A. S. COSTA, 1968: A tristeza virus complex severe to sweet orange. — In W. C. Price (ed.) *Proc. 4th Conf. Intern. Organization Citrus, Virol.*, Univ. Florida Press, Gainesville, 64—71.
11. NAVARRO, L., 1976: The citrus variety improvement in Spain. — In E. C. Calavan (ed.) *Proc. 7th Conf. Intern. Organization Citrus Virol.*, IOCV, Riverside, Univ. California, 194—197.
12. NAVARRO, L., C. N. ROISTACHER & T. MURASHIGE, 1975: Improvement of shoot-tip grafting in vitro for virus-free citrus. — *J. Amer. Soc. Hort Science* 100, 471—479.
13. OBERHOLZER, P. C. J., I. MATHEWS & S. F. STIEMIE, 1949: The decline of grapefruit trees in South Africa. A preliminary report on so-called "stem pitting". — *Science Bull.* 297, Deptm. Agric. Res. Institute Series No. 19.

14. PLANES, S., E. GONZALEZ-SICILIA & F. MARTI, 1965: Studies on citrus virus diseases. In W. C. Price (ed.) Proc. 3 rd Conf. Intern. Organization Citrus Virol., Univ. Florida Press, Gainesville, 226—227.
15. PUJOL, A. R., R. E. SCHWARZ, M. V. FERNANDEZ VALIELA & D. S. RODRIGUEZ, 1972: A decline of citrus on Trifoliolate orange rootstock associated with tristeza virus. — In W. C. Price (ed.) Proc. 5th Conf. Intern. Organization Citrus Virol., Univ. Florida Press, Gainesville, 154—156.
16. RACCAH, B., G. LOEBENSTEIN, M. BAR-JOSEPH & Y. OREN, 1976: Transmission of tristeza by aphids prevalent on citrus, and operation of the tristeza suppression programme in Israel. — In E. C. Calavan (ed.) 7th Conf. Intern. Organization Citrus Virol., IOCV, Riverside, Univ. California, 47—49.
17. RODRIGUEZ, D. S., 1968: Decline of citrus on sweet lime rootstock in the Bella Vista region. — In J. F. L. Childs (ed.) Proc. 4th Intern. Organization Citrus Virol., Univ. Florida Press, Gainesville, 44—47.
18. TSUCHIZAKI, R., A. SASAKI & Y. SAITO, 1978: Purification of citrus tristeza virus from diseased citrus fruits and the detection of the virus in citrus tissues by fluorescence antibody techniques. — *Phytopathology* 68, 139—142.
19. VOLLER, A., ANN BARTLETT, D. E. BIDWELL, M. F. CLARK & A. N. ADAMS, 1976: On detection of viruses by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). — *J. gen. Virol.* 33, 165—167.