

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für landwirtschaftliche Virusforschung und  
Institut für Virusserologie, Braunschweig

## Untersuchungen zur Identifizierung und Klassifizierung des Kakteen-X-Virus (*cactus virus X*)

Von

J. BRANDES und R. BERCKS

Mit 4 Abbildungen

### Einleitung

Die sogenannten Eiweißspindeln der Kakteen sind seit über 75 Jahren bekannt und haben immer wieder Anlaß zu vornehmlich botanisch-cytologischen Untersuchungen gegeben. Bei einer Reihe früherer Autoren finden sich bereits Angaben über die Virusnatur solcher Einschlüsse. AMELUNXEN (1958), der die Literatur hierzu ausführlich behandelte, wandte einige Methoden an, die in der Pflanzenvirologie gebräuchlich sind, und konnte bei *Opuntia monacantha* endgültig beweisen, daß die dort vorhandenen Zelleinschlüsse auf ein Virus zurückzuführen sind. Dieses Virus wurde von ihm aus spindelführendem Kakteen-gewebe isoliert und als fadenförmig mit einer Vorzugslänge von etwa 500  $m\mu$  und einer Dicke von 22  $m\mu$  beschrieben.

Anfang 1958 wurden in unserem Institut die ersten orientierenden elektronenmikroskopischen Versuche über Viren bei Kakteen durchgeführt. Wir konnten damals feststellen, daß in den von uns untersuchten Proben zwei verschiedene gestreckte Viren vorkamen (BRANDES und USCHDRAWITZ unveröffentlicht, zitiert bei BRANDES und WETTER 1959). Diese beiden Viren erhielten die Laborbezeichnungen *cactus virus 1* (Normallänge 515  $m\mu$ ) und *cactus virus 2* (Normallänge 650  $m\mu$ ). Das kürzere Virus ist anscheinend weit verbreitet, denn wir fanden entsprechende Viruspartikeln in 25 verschiedenen Kakteenspezies aus botanischen Gärten, darunter auch in *Opuntia monacantha*.

MILIČIĆ und UDBINAC (1961) konnten ein Virus von Kakteen auf einige *Chenopodium*-Arten übertragen. Auf den Blättern der infizierten Pflanzen entstanden Lokalläsionen, in denen typische Einschlusskörper nachgewiesen wurden. Eine nähere Beschreibung des Virus selbst wurde jedoch nicht gegeben.

USCHDRAWIT (persönliche Mitteilung) erhielt bei Virusübertragungen von Kakteen auf das von ihm als Virustestpflanze eingeführte *Chenopodium quinoa* systemische Infektionen.

Wir können bestätigen, daß *Chenopodium* als Wirtspflanze für Kakteen-viren geeignet ist. Es gelang uns, das „Kakteenvirus 1“ auf *Chenopodium quinoa* zu übertragen. Damit war der Weg für weitere Untersuchungen frei, über die im folgenden berichtet wird. Dabei haben wir uns im wesentlichen auf morphologische und serologische Untersuchungen beschränkt, die für die Feststellung der Verwandtschaft zu anderen Viren notwendig sind, und von denen wir annehmen, daß sie für die Identifizierung und Klassifizierung von grundlegender Bedeutung sind.

Nach unseren oben erwähnten Ergebnissen und auch nach den Angaben von SAMMONS und CHESSIN (1961) treten bei Kakteen mehrere verschiedene Viren auf, wie auch durchaus zu erwarten ist. Es ist deshalb verwirrend, die Bezeichnung „das Kakteenvirus“ zu gebrauchen. Auch die von uns früher benutzte Numerierung kann nicht befriedigen. Entsprechend der von den meisten Virologen akzeptierten Liste der Vulgärnamen (Rev. Appl. Myc. Vol. 35, Suppl. 1957) schlagen wir vor, das „Kakteenvirus 1“, über das nachfolgend berichtet wird, als Kakteen-X-Virus (*cactus virus X*, CaXV) zu bezeichnen.

#### Übertragung auf *Chenopodium quinoa*

Als Ausgangsmaterial diente eine Pflanze aus der Gattung *Zygocactus*. Lichtmikroskopisch konnten, besonders in der Epidermis, in großer Zahl Einschlüßkörper nachgewiesen werden, die den Bildern von „Eiweißspindeln“ früherer Autoren völlig entsprachen. Nach Einbettung von Gewebestücken in Acrylat und Herstellung ultradünner Schnitte zeigte sich im Elektronenmikroskop, daß diese Einschlüsse aus fädigen Elementen, wahrscheinlich Virusteilchen, zusammengesetzt waren. Äußerlich ließ die *Zygocactus*-Pflanze keine deutlichen Symptome erkennen.

Mit Preßsaft von dieser Pflanze wurden in üblicher Weise unter Verwendung von Karborund mehrere Pflanzen von *Chenopodium quinoa* eingerieben, wonach die meisten von ihnen erkrankten. Von diesen Pflanzen ausgehend, ließ sich das Virus leicht auf *Chenopodium quinoa* weitervermehrten; die Infektionen gelangen stets zu 100 %.

Die eingeriebenen Blätter reagierten mit Nekrosen, die mitunter das ganze Blatt erfaßten und oft zum frühzeitigen Abfall der Blätter führten.

Die Pflanzen erkrankten systemisch, und zwar erschienen die Folgesymptome gewöhnlich nach etwa 14 Tagen. Zuerst zeigten sich leichte chlorotische Aufhellungen, die später in ein verwaschenes Mosaik übergingen, das meist von weißlichen Nekrosen begleitet war. Daneben traten punktförmige braunrote Nekrosen mit weißem Hof in wechselnder Zahl auf. Im ganzen zeigten die Pflanzen durchaus das Bild einer schweren Virusinfektion, jedoch ohne besonders charakteristische Merkmale, die eine einwandfreie Unterscheidung von anderen Viren erlauben würden.



Das Virus erreichte in *Chenopodium* eine sehr hohe Konzentration. Der Verdünnungsendpunkt des Saftes betrug nach serologischer Testung in der Regel etwa 1:2000. Dieser Wert liegt über den entsprechenden Werten bei den meisten anderen Pflanzenviren.

CaXV ließ sich auch auf *Gomphrena globosa* übertragen, wobei auf den eingeriebenen Blättern Lokalläsionen entstanden. Die gleiche Beobachtung machten CHESSIN und SOLBERG (1963). *Petunia hybrida* und *Nicotiana tabacum* (Samsun) konnten nicht infiziert werden.

Zur Ermittlung des thermalen Inaktivierungspunktes wurden einige orientierende Versuche gemacht. Die nach Infektion von *Chenopodium quinoa* gefundenen Werte, die weiterer Bestätigung bedürfen, lagen bei etwa 80 °C.

### Elektronenmikroskopische Untersuchungen

Das CaXV ließ sich mit Hilfe der Tauchmethode (BRANDES 1961) ohne Schwierigkeiten elektronenmikroskopisch darstellen. Die Partikeln erinnern in Größe und Form stark an das Kartoffel-X-Virus und verwandte Viren (BERCKS und BRANDES 1961), wenn sie auch gelegentlich etwas starrer erscheinen. Die Konzentration in den Präparaten sowohl von Kakteen als auch von *Chenopodium quinoa* war oft ungewöhnlich hoch. Nur beim Tabakmosaikvirus haben wir manchmal mit der Tauchmethode eine ähnlich starke Konzentration der Partikeln beobachten können.



Abb. 1. Stränge des Kakteen-X-Virus; Vergrößerung 20 000×





Abb. 2. Uniforme Partikeln des Kakteen-X-Virus; Vergrößerung 40 000 $\times$

Die Virusteilchen traten mitunter als parallel orientierte Stränge langer Virusfäden auf (Abb. 1), die den von AMELUNXEN gezeigten Aggregaten ähnlich sehen und ebenfalls darauf hindeuten, daß die Einschlußkörper aus solchen aggregierten Partikeln zusammengesetzt sind.

In den meisten Präparaten waren die Partikeln jedoch sehr uniform (Abbildung 2) und erlaubten eine Längenvermessung. Diese wurde in der gleichen Weise durchgeführt wie schon früher beschrieben (z. B. BERCKS und BRANDES 1961). Eine Längenverteilungskurve, die eine Zusammenfassung verschiedener Vermessungen darstellt, ist in Abbildung 3 wiedergegeben. Die hieraus ermittelte Normallänge (Mittelwert des Hauptmaximums) beträgt 519 m $\mu$ . Nach einer Anzahl von Parallelvermessungen mit dem Kartoffel-X-Virus, für das eine Normallänge von 513 m $\mu$  angegeben wurde (BERCKS und BRANDES 1961), konnte nicht entschieden werden, ob eine Längendifferenz zwischen beiden Viren vorliegt.

Präparate des CaXV aus *Zygocactus* oder aus *Chenopodium quinoa* zeigten in der Normallänge keine Unterschiede. Auch einige weitere orientierende Vermessungen nach Präparaten verschiedener Kakteenspezies ergaben keine Längendifferenzen.

Nach den morphologischen Merkmalen besteht kein Zweifel, daß wir das gleiche Virus untersuchten, das schon AMELUNXEN (1958) abbildete. Auch das von SAMMONS und CHESIN (1961) erwähnte Kakteenvirus mit einer Vorzugslänge von 515 m $\mu$  ist morphologisch nicht von unserem Isolat zu unterscheiden, wie wir nach Untersuchung einiger von CHESIN an uns geschickter Präparate bestätigen konnten.

Bei Verwendung des Tabakmosaikvirus als Dickenmaßstab (= 18 m $\mu$ ) ermittelten wir die Dicke der Partikeln des CaXV zu etwa 13 m $\mu$ . Auch hierin unterscheidet es sich nicht vom Kartoffel-X-Virus. Von AMELUNXEN (1958) wurde ein Wert von 22 m $\mu$  mitgeteilt; es ist jedoch bekannt, daß Einzelmessungen der Dicke freiliegender gestreckter Virusteilchen — insbesondere bei stark bedampften Präparaten — stets zu hoch ausfallen.

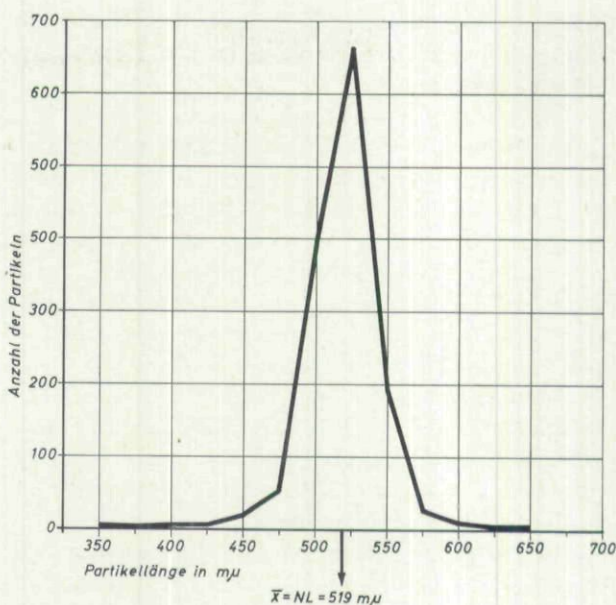


Abb. 3. Längenverteilungskurve nach Vermessung von 1372 Partikeln des Kakteen-X-Virus

### Serologische Untersuchungen

Methodik: Als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Antiseren gegen CaXV dienten Pflanzen von *Chenopodium quinoa*, die vier bis fünf Wochen zuvor infiziert worden waren. Zur partiellen Virusreinigung benutzten wir das Verfahren von WETTER (1959). Zunächst wirkte sich störend aus, daß in der Ultrazentrifuge mit dem Virus ein schwach braungelblicher Niederschlag abgeschieden wurde, der sich nicht durch niedertouriges Zentrifugieren vom Virus trennen ließ. Dies gelang jedoch ohne wesentlichen Virusverlust mit einer Filtration durch Watte.

Die Immunisierung der Kaninchen erfolgte intramuskulär unter Verwendung von Adjuvans und intravenös. Zur Steigerung der Serumtiter füllten wir die Antikörper mit Ammoniumsulfat, wie bereits früher angegeben (BERCKS 1960). Nach der Dialyse konzentrierten wir die Antikörper noch weiter durch Gefriertrocknung. Auf diese Weise wurden drei CaXV-Seren von dem ursprünglichen Titer 1 : 2048 auf 1 : 32768 gebracht. Auch die für die Überkreuzreaktionen benutzten Antiseren gegen das Kartoffel-X-Virus wurden mit Hilfe dieses Verfahrens konzentriert. Dabei gelang für das Serum XV 326 eine Titersteigerung von 1 : 4096 auf 1 : 131072. Diese kombinierte Methode einer



partiellen Reinigung und Konzentrierung der Antikörper durch Ammonsulfat-fällung und Gefriertrocknung kann zur Titersteigerung von Antiseren allgemein empfohlen werden.

Die serologischen Reaktionen wurden im Tropfentest auf dem Objektträger durchgeführt. Mit Hilfe von Blutzuckerpipetten wurden jeweils 0,03 ccm Antiserum mit der gleichen Menge Antigen gemischt.

Die neben CaXV in die serologischen Untersuchungen einbezogenen Viren wurden auf folgenden Wirtspflanzen kultiviert:

Kartoffel-X-Virus (*potato virus X*, XV) auf *Petunia hybrida* (Himmelsröschen); Weißkleemosaikvirus (*white clover mosaic virus*, WKMV) auf *Phaseolus vulgaris* (top crop); *Hydrangea ringspot virus* (HyV) auf *Primula malacoides* (Gmünder Flieder); *Phaseolus Virus 2* (*bean yellow mosaic virus*) auf *Vicia faba* (Lohmanns Wehnder); Kartoffel-Y-Virus (*potato virus Y*) auf *Petunia hybrida*; „*Passiflora*-Virus“ (SCHNEPF und BRANDES 1961)<sup>1)</sup> auf *Chenopodium quinoa*; Kartoffel-Bukett-Virus (Stamm des *tomato black ring virus*) auf *Petunia hybrida*; „*Scrophularia*-Virus“ (serologisch bisher mit keinem anderen identifiziert) auf *Antirrhinum majus*.

Von allen Viren wurden partiell gereinigte Präparate hergestellt, die durch Titrierung mit homologen Seren auf eine Viruskonzentration mit einem Verdünnungsendpunkt von 1 : 256 eingestellt wurden. Von derartigen Präparaten wurden für die heterologen Prüfungen jeweils die drei Verdünnungen 1 : 2, 1 : 16, 1 : 64 und für die homologen Prüfungen von XV und CaXV die Verdünnungen 1 : 2, 1 : 32 und 1 : 128 gegen Serumverdünnungen getestet. Bei der grafischen Darstellung berücksichtigten wir diejenigen Viruskonzentrationen

Tabelle

Übersicht über die durchgeführten serologischen Reaktionen

Antigen-Reinigung	Seren		
	CaXV	XV	Normal
CaXV aus <i>Chenopodium quinoa</i>	+	+	—
XV aus <i>Petunia hybrida</i>	+	+	—
WKMV aus <i>Phaseolus vulgaris</i>	+	+	—
HyV aus <i>Primula malacoides</i>	+	+	—
<i>Phaseolus</i> -Virus 2 aus <i>Vicia faba</i>	—	—	—
Kartoffel-Y-Virus aus <i>Petunia hybrida</i>	—	—	—
„ <i>Passiflora</i> -Virus“ aus <i>Chenopodium quinoa</i>	—	—	—
Kartoffel-Bukett-Virus aus <i>Petunia hybrida</i>	—	—	—
„ <i>Scrophularia</i> -Virus“ aus <i>Antirrhinum majus</i>	—	—	—
gesunde <i>Petunia hybrida</i>	—	—	—
gesunde <i>Chenopodium quinoa</i>	—	—	—
gesunde <i>Primula malacoides</i>	—	—	—
gesunde <i>Phaseolus vulgaris</i>	—	—	—

+ = positives Ergebnis — = negatives Ergebnis

<sup>1)</sup> Über weitere Eigenschaften dieses Virus werden BRANDES und WETTER demnächst in dieser Zeitschrift berichten.

nen, die den höchsten Serumtiter ergeben.

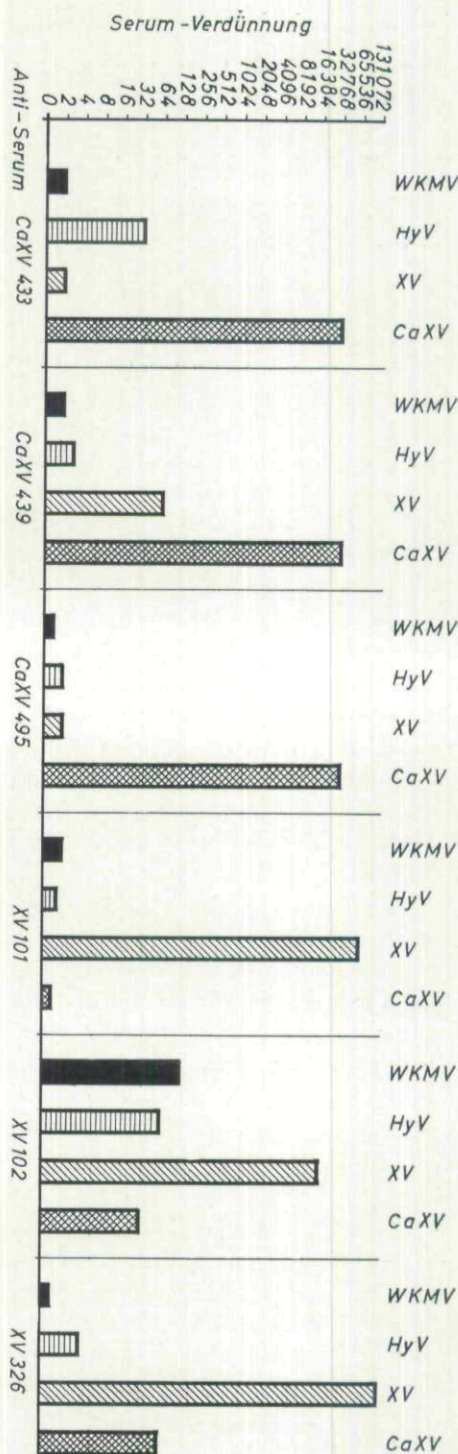
**Ergebnisse:** Die Tabelle gibt eine Übersicht über die durchgeführten Reaktionen, wobei je drei Seren gegen XV und CaXV verwendet wurden. Aus der Tabelle und aus Abbildung 4 ist zu entnehmen, daß CaXV und XV Überkreuzreaktionen zeigen, und daß die CaXV-Seren ähnlich wie die XV-Seren mit WKMV und HyV reagieren.

Obgleich die drei CaXV-Seren den gleichen homologen Titer haben, verhielten sie sich bei den heterologen Reaktionen teilweise deutlich verschieden. Serum CaXV 495 ergab in allen Fällen nur schwache heterologe Reaktionen. CaXV 439 reagierte zwar mit WKMV und HyV ebenfalls nur in geringem Umfang, dagegen mit XV eindeutig weiter. Serum CaXV 433 reagierte am besten mit HyV.

Ähnliche Verhältnisse sind bei den XV-Seren zu erkennen. Hier fällt besonders auf, daß das Serum mit dem geringsten Titer (1:16384) mit den drei anderen Partnern verhältnismäßig gute heterologe Reaktionen gab.

Alle Ergebnisse wurden durch Wiederholungen, bei denen andere Viruspräparate verwendet wurden, gesichert. Einige zuvor mit zentrifugierten Preßsäften infizierter Pflanzen durchgeführte Prüfungen hatten Ergebnisse gebracht, die ebenfalls in die gleiche Richtung wiesen.

Abb. 4. Homologe und heterologe Reaktionen von je drei Antiseren gegen Kakteen-X-Virus (CaXV) und Kartoffel-X-Virus (XV)





## Diskussion

Die lichtmikroskopische Untersuchung von Einschußkörpern ist nach unserer Ansicht für die Identifizierung des CaXV nicht geeignet, da mehrere Viren bei Kakteen vorkommen und es nicht bekannt ist, ob die Art der Einschußkörper Rückschlüsse auf das betreffende Virus erlaubt. Zelleinschlüsse, die in Größe und Form erheblich variieren können, treten bei den verschiedensten Pflanzenviren auf. Bei Kakteen scheint der Formenreichtum der Einschußkörper ebenfalls groß zu sein (AMELUNXEN 1958). Außerdem kommen auch Einschlüsse vor, die nicht viröser Natur sind und zu Verwechslungen Anlaß geben können (MILIČIĆ 1962).

Wie bereits erwähnt, eignet sich *Chenopodium quinoa* nicht als Testpflanze für die Identifizierung des CaXV. Wir haben nicht versucht, andere Pflanzen zu finden, die vielleicht charakteristischere Symptome aufweisen. So wertvoll Testpflanzen bei der Ermittlung verschiedener Eigenschaften des Virus sein können, so setzt sich doch immer mehr die Erkenntnis durch, daß die Symptomausprägung und der Wirtspflanzenkreis keine grundlegenden Charakteristika für die Identifizierung von Viren sind. Auch die üblichen Angaben über den thermalen Inaktivierungspunkt, die Beständigkeit in vitro, den Verdünnungsendpunkt oder die Übertragungsweise reichen für eine einwandfreie Identifizierung nicht immer aus, wie an manchem Beispiel aus der Literatur ersichtlich ist.

Wir haben am Beispiel des CaXV für ein weiteres gestrecktes Pflanzenvirus zeigen können, daß es ausreichend und sicher mit Hilfe elektronenmikroskopischer und serologischer Tests charakterisiert werden kann. Auf dieser Basis können nun unter Einbeziehung der oben erwähnten Merkmale Untersuchungen verschiedener Isolate vorgenommen werden, um so einen Überblick über die Verbreitung des Virus und die epidemiologischen Verhältnisse zu gewinnen und gegebenenfalls zu einer Auftrennung in verschiedene Stämme zu gelangen.

Die Partikeln des CaXV unterscheiden sich in der Normallänge mit 519 m $\mu$  geringfügig von denen des Weißkleemosaikvirus (478 m $\mu$ ) und des *Hydrangea ringspot virus* (493 m $\mu$ ). CaXV und Kartoffel-X-Virus (513 m $\mu$ ) können jedoch morphologisch nicht unterschieden werden.

Wie wir kürzlich diskutierten (VAN REGENMORTEL, BRANDES und BERCKS 1962), liegen bei Viren mit Normallängen von etwa 720 bis 760 m $\mu$  ähnliche Verhältnisse vor. Die dort gemachten Angaben gelten analog auch für die Viren mit Normallängen von etwa 470 bis 540 m $\mu$ . Innerhalb solcher Gruppen können erst serologische Untersuchungen eine Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse bringen.

Das CaXV erwies sich nach unseren Ergebnissen als serologisch verwandt mit dem Weißkleemosaikvirus, *Hydrangea ringspot virus* und Kartoffel-X-Virus. Nach den bisherigen Resultaten ist jedoch noch nicht zu beurteilen, welcher Grad der Verwandtschaft zwischen den einzelnen Partnern vorliegt. Derartige Feststellungen sind dadurch erschwert, daß für den Grad der heterologen Reaktion sowohl der homologe Titer des verwendeten Antiserums als auch individuelle Eigenschaften verantwortlich sind (siehe bei LANDSTEINER 1947). Kürzlich hat es GINSBERG (1962) für wahrscheinlich gehalten, daß das Ergebnis



serologischer Überkreuzreaktionen bei Adenoviren u. a. von dem individuellen Verhalten der zur Immunisierung benutzten Kaninchen beeinflusst wird.

Bereits in früheren Untersuchungen (BERCKS 1963) haben wir darauf hingewiesen, daß auch bei pflanzenpathogenen Viren individuelle Unterschiede der Antiseren auftreten. Die jetzt mitgeteilten Befunde geben dafür weitere Beispiele. Sie zeigen, daß die individuellen Unterschiede für den Umfang der heterologen Reaktion in manchen Fällen offenbar von stärkerer Bedeutung sein können als die homologen Titer. Es ist beabsichtigt, dieser Frage mit einer größeren Zahl von Seren durch vergleichende Prüfungen nachzugehen. Dabei soll geklärt werden, wie weit diese Unterschiede bei dem Versuch, den Grad einer schwachen Verwandtschaft zu beurteilen, berücksichtigt werden müssen.

Für die hier geprüften Viren kann aber auf jeden Fall schon jetzt gesagt werden, daß die serologischen Beziehungen so weitläufig sind, daß diese Viren als selbständig anzusehen sind. Unsere Ergebnisse stellen zusammen mit den bereits veröffentlichten Daten (BERCKS und BRANDES 1961) eine weitere Ergänzung des Klassifizierungsvorschlages von BRANDES und WETTER (1959) dar. Auf Grund der morphologischen und serologischen Daten kann das CaXV als selbständige Virusart zusammen mit dem Weißkleemosaikvirus, dem *Hydrangea ringspot virus* und dem Kartoffel-X-Virus in eine taxonomische Gruppe gestellt werden.

#### Zusammenfassung

Ein bei Kakteen offenbar weitverbreitetes Virus ließ sich von *Zygocactus* durch Einreibung auf *Chenopodium quinoa* übertragen. Es erreichte in dieser Wirtspflanze hohe Konzentrationen.

In elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurde eine Normallänge von 519 m $\mu$  gefunden. Für serologische Versuche wurden Seren gegen dieses Kakteenvirus und gegen Kartoffel-X-Virus verwendet. Die Titer dieser Seren waren zuvor durch eine kombinierte Reinigung und Konzentrierung gesteigert worden. Die hochtitrigen Seren gaben Überkreuzreaktionen und reagierten ferner mit Weißkleemosaikvirus und *Hydrangea*-Ringspot-Virus. Die Stärke der heterologen Reaktionen war teilweise auch deutlich von individuellen Eigenschaften der Seren abhängig.

Die elektronenmikroskopischen Befunde und die schwache serologische Verwandtschaft des Kakteenvirus, des Kartoffel-X-Virus, des *Hydrangea*-Ringspot-Virus und des Weißkleemosaikvirus ermöglichten es, diese als selbständig anzusehenden Viren in einer taxonomischen Gruppe zu vereinigen. Als Vulgärname wird für dieses Kakteenvirus der Name Kakteen-X-Virus (*cactus virus X*) vorgeschlagen.

Für die Durchführung der serologischen Untersuchungen danken wir Fräulein G. QUERFURTH, für technische Assistenz bei den übrigen Versuchen Frau M. FORTH.

#### Summary

A virus from cactus plants (the *cactus virus* or *cactus virus* 1 of former literature) has been described according to morphological data and serological relationships. The virus could be transmitted mechanically from *Zygocactus* spec. to *Chenopodium quinoa* and reached a very high concentration in this plant.

The normal length of the thread-like virus particles determined from preparations of cactus and *Chenopodium* was 519  $\mu$ . From morphological data it is suggested that this virus is widely distributed in Europe and the United States of America.

Serological investigations were performed with antisera against this cactus virus and *potato virus X*. The titres of the antisera could be considerably increased by a method combining ammonium sulphate precipitation and freeze-drying. Former results with other viruses indicating that the strength of heterologous reactions depends on the titre of the homologous antiserum as well as its individual character were confirmed.

A distant serological relationship between the cactus virus, *potato virus X*, *Hydrangea ringspot virus* and *white clover mosaic virus* has been found. This relationship and similar morphological data lend weight to classifying all four viruses as separate in one taxonomic group.

Corresponding to the List of Common Names the name *cactus virus X* is proposed. It is suggested to take morphological and serological data as basic criteria for identification of this virus.

#### Literaturverzeichnis

- AMELUNXEN, F., 1958: Die Virus-Eiweißspindeln der Kakteen. Darstellung, elektronenmikroskopische und biochemische Analyse des Virus. *Protoplasma* 49, 140—178.
- BERCKS, R., 1960: Serologische Untersuchungen zur Differenzierung von Isolaten des *Phaseolus*-Virus 2 und ihre Verwandtschaft mit *Phaseolus*-Virus 1. *Phytopath. Z.* 39, 120 bis 128.
- , 1963: Der Stand der serologischen Verwandtschaftsforschung bei pflanzenpathogenen Viren. *Zbl. Bakt., II. Abt.* 116, 2—11.
- , und J. BRANDES, 1961: Vergleichende serologische und elektronenmikroskopische Untersuchung des Weißkleemosaik-Virus, des *Hydrangea ringspot virus* und des Kartoffel-X-Virus. *Phytopath. Z.* 42, 45—56.
- BRANDES, J., 1961: Einige Bemerkungen über den Nachweis von Kartoffelviren mit Hilfe des Elektronenmikroskops. *Proc. IVth Conf. Potato Virus Dis. Braunschweig 1960*, 170 bis 175.
- , and C. WETTER, 1959: Classification of elongated plant viruses on the basis of particle morphology. *Virology* 8, 99—115.
- CHESSIN, M., and R. A. SOLBERG, 1963: Recent findings in cactus virus research. *Phytopathology* (im Druck).
- GINSBERG, H. S., 1962: Identification and classification of adenoviruses. *Virology* 18, 312 bis 319.
- LANDSTEINER, K., 1947: The specificity of serological reactions. *Rev. ed.*, Cambridge, Massachusetts, 310 p.
- MILIČIĆ, D., 1962: Virus-Einschlußkörper in Lokalläsionen. *Phytopath. Z.* 44, 282—294.
- , und Z. UDJBINAC, 1961: Viruseiweißspindeln der Kakteen in Lokalläsionen von *Chenopodium*. *Protoplasma* 53, 574—596.
- REGENMORTL, M. H. V. VAN, J. BRANDES and R. BERCKS, 1962: Investigations on the properties of *watermelon mosaic virus*. *Phytopath. Z.* 45, 205—216.
- SAMMONS, I. M., and M. CHESSIN, 1961: Cactus virus in the United States. *Nature* 191, 517 bis 518.
- SCHNEPF, E., und J. BRANDES, 1961: Über ein Virus aus *Passiflora spec.* *Phytopath. Z.* 43, 102—105.
- WETTER, C., 1960: Partielle Reinigung einiger gestreckter Pflanzenviren und ihre Verwendung als Antigene bei der Immunisierung mittels FREUNDschem Adjuvans. *Arch. Mikrobiol.* 37, 278—292.



This document is a scanned copy of a printed document. No warranty is given about the accuracy of the copy. Users should refer to the original published version of the material.