

Rhizomania i sukkerroer. Undersøgelser over forekomsten af Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV), Beet Soil Borne Virus (BSBV) og *Polymyxa betae* i Danmark 1990-1991

Rhizomania in sugar beet. Survey for Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV), Beet Soil Borne Virus (BSBV) and Polymyxa betae in Denmark 1990-1991

SOLVEIG DANIELSEN

Resumé

I Danmark har der i perioden 1985-1989 været gennemført et overvågningsprogram med det formål at påvise eventuel tilstedeværelse af rhizomaniavirus (Beet Necrotic Yellow Vein Virus, BNYVV) i landet. Hidtil har man ikke fundet viruset.

Overvågningsprogrammet blev videreført i 1990, hvor der blev udtaget 98 jordprøver fra områder med intensiv sukkerroedyrkning. I løbet af 1990-91 blev jordprøverne undersøgt for rhizomaniavirus og dets vektor ved hjælp af fangplanter.

Der blev ikke påvist BNYVV i jordprøverne. I en enkelt jordprøve blev påvist få BNYVV-lignende partikler ved immunosorbent electron

microscopy (ISEM), men det var ikke muligt at verificere fundet gennem yderligere ISEM- og ELISA-undersøgelser eller brug af indikatorplanter eller at foretage en yderligere karakterisering af viruspartiklerne.

Virusvektoren, *Polymyxa betae*, som ved tidligere undersøgelser er fundet udbredt i Danmark i områder med bederoedyrkning, blev konstateret i 81% af jordprøverne.

En svensk serotype (86-109) af Beet Soil Borne Virus (BSBV) blev påvist i 43% af de undersøgte jorder. BSBV overføres ligesom BNYVV med *Polymyxa betae*, men fremkalder ingen symptomer på bederoe. Betydningen af dette virus kendes endnu ikke.

Nøgleord: Beet Necrotic Yellow Vein Virus, BNYVV, Beet Soil Borne Virus, BSBV, *Polymyxa betae*, Rhizomania.

Summary

During the period 1985-1989, a survey program for Rhizomania has been carried out with the purpose of detecting the possible presence of Rhizomania virus (Beet Necrotic Yellow Vein Virus) in Denmark. Until now, the virus has not been found.

The survey program was continued in 1990, where 98 soil samples from areas with intensive sugar beet cultivation were collected. During 1990-91, the soil samples were tested for the presence of the virus and its vector using a baiting plant method.

BNYVV was not detected in soil samples using Immuno Sorbent Electron Microscopy (ISEM).

Few BNYVV like particles were found in a single soil sample using immunosorbent electron microscopy (ISEM). However it was not possible to verify the finding even after numerous repetitions using ISEM, ELISA, and test plants. Neither was it possible to characterize further the observed particles.

Key words: Beet Necrotic Yellow Vein Virus, BNYVV, Beet Soil Borne Virus, BSBV, *Polymyxa betae*, Rhizomania.

Indledning

Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) forårsager Rhizomania eller rodgalskab i bederoer, der er en alvorlig sygdom, som kan medføre betydelige udbyttetab.

Angrebne planter udviser typiske rodsymptomer i form af en kraftig stigning i antallet af siderødder og rodhår, der giver roden et »skægget« udseende (33) (se figur 1). Væksten af hovedroden hæmmes betydeligt, og sukkerindholdet reduceres.

På bladpladen dannes klorotiske, senere nekrotiske pletter, og bladnerverne gulnes. Systemisk infektion forekommer sjældent, og bladsymptomer er mindre typiske end rodsymptomer. Viruset er hovedsagelig lokaliseret i siderødderne og i mindre omfang i hovedroden (7, 11). Ved kraftige angreb kan udbyttet reduceres med mere end 70% (22).

Rhizomania findes udbredt i Europa og er især et problem i Frankrig, Sydtykland og Italien (6, 26, 28, 30). Nær Danmark er Rhizomania konstateret i mindre omfang i Belgien, England, Holland og Nordtyskland (8, 10, 36). Endnu er sygdommen ikke fundet i Danmark (15).

Virus

BNYVV henføres til gruppen af Furovirus (32), der omfatter svampebårne, stavformede vira. Virusgenomet er 4-delt (RNA 1-4), og viruspartiklerne kan inddeles i 4 grupper efter omtrentlig størrelse: ca. 20 × 390 nm, ca. 20 × 265 nm, ca. 20 × 100 nm og ca. 20 × 85 nm med henholdsvis 7100, 4800, 1800 og 1500 nukleotider.

På trods af serologisk lighed, kan virusisolater variere meget i RNA-komposition, specielt for de mindste RNA-molekyler, RNA-3 og RNA-4. For nogle isolaters vedkommende kan både

The virus vector, *Polymyxa betae*, that has previously been found widespread in Denmark in beet growing areas, was detected in 81% of the soil samples.

A swedish serotype (86-109) of Beet Soil Borne Virus (BSBV) was found in 43% of the examined soil samples. BSBV is like BNYVV transmitted by *Polymyxa betae* but does not cause any symptoms in sugar beet. The importance of this virus is still not known.

størrelsen af RNA-3 og RNA-4 og den relative fordeling af disse ændres i løbet af vækstsæsonen (3). RNA-1 og RNA-2 varierer kun lidt fra isolat til isolat (18). Richards *et al.* (29) viste, at der ikke forekom krydsybridisering mellem RNA 1-2 og RNA 3-4 og udelukker derfor, at de små RNA-molekyler skulle være fraktioner af de større RNA-molekyler. Derimod forekommer der en vis sekvenshomologi RNA 1-2 og RNA 3-4 indbyrdes.

RNA-3 og RNA-4 menes at have betydning for infektion med *Polymyxa betae*, spredning i planten og dermed udviklingen af symptomer under naturlige forhold, mens disse små RNA-molekyler har en tendens til at forsvinde ved gentagen saftinokulering på blade af *Chenopodium quinoa* (18, 34).

Temperaturoptimum for virusreproduktionen er på 25°C. Aktiviteten aftager stærkt ved 15°C, og ved 10°C ophører virussyntesen helt (22).

En svensk serotype (86-109) af Beet Soil Borne Virus (BSBV) er tidligere blevet fundet udbredt i Danmark (Mugrabi, upublicerede resultater). Ligesom BNYVV overføres BSBV med *Polymyxa betae* (23).

Der er ikke konstateret noget serologisk slægtskab mellem BSBV og BNYVV. I England, Belgien, Tyskland, Sverige og Frankrig har man fundet forskellige isolater af BSBV, som kan inddeles i to serotyper: Ahlum og Wierthe. 86-109 tilhører Ahlum-serotypen (20).

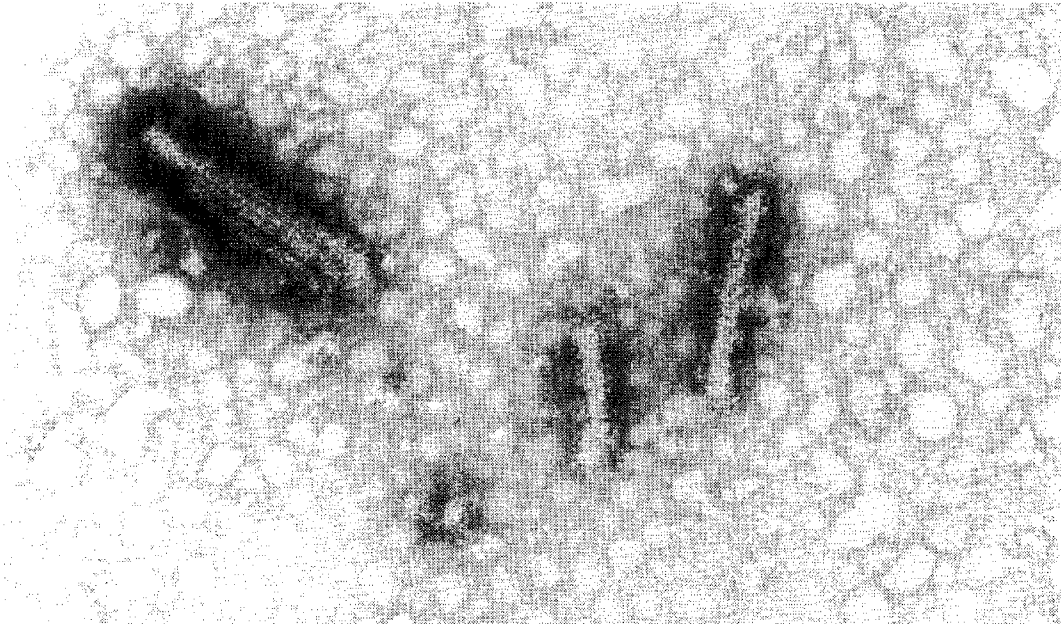
Genomet er to- eller tredelt, og størrelsen af viruspartiklerne er på mellem 50 og 310 nm, ofte med 2 eller 3 dominerende størrelsesgrupper. Partikelstørrelsesfordelingen kan variere meget selv inden for samme vækstsæson (21).

Man har endnu ikke kunnet fastslå betydningen af BSBV, der er fundet i stort omfang i flere europæiske lande (9, 22, 36). Trods den store lig-



Figur 1. Bederøe med typisk Rhizomania-symptom. En betydelig del af hovedroden er erstattet af siderødder, der giver roden et trævlet udseende (Foto: G.C. Nielsen).

Fig. 1. Roots of sugar beet showing typical Rhizomania symptoms. A large part of the main root has been substituted by lateral roots giving the root a hairy appearance.



Figur 2. Antiserumdekorerede viruspartikler fra rødder af fangplanter dyrket i jordprøve fra Vejle. ISEM-test. $\times 175.000$ forstørrelse. (Foto: A.M. Ravnkilde).

Fig. 2. Antiserum decorated virus particles from roots of baiting plants grown in a soil sample from Vejle. ISEM test. $\times 175.000$.

hed med BNYVV med hensyn til partikelmorfologi og vektoroverførsel, har man ikke påvist hverken symptomer eller udbyttetab som følge af infektion med BSBV (23).

Undersøgelser over konkurrenceforholdet mellem BSBV og *P. betae* har vist, at dannelsen af *P. betae*-hvilesporer i BSBV-inficerede bederoer er større end i ikke-inficerede bederoer. Omvendt er hvilesporedannelsen i BNYVV-inficerede bederoer stærkt reduceret i forhold til hvilesporedannelsen i ikke-inficerede planter (31). Hvilken rolle denne synergisme hhv. antagonisme spiller for opformeringen af vektor og vira kendes ikke.

Vektor

BNYVV overføres med den jordbårne svamp, *Polymyxa betae* Keskin, der tilhører *Plasmodiophoraceae*. *Polymyxa betae* er en obligat parasit, der fortrinsvis angriber rødder af *Chenopodiaceae*. *Polymyxa betae* danner persistente hvilesporer (cystosori), der er i stand til at overleve i jorden med infektiøs virus i mere end 18 år uden tilstedeværelse af værtplanter (27). *P. betae* er ikke i sig selv et patogen, men optræder først som skadevolder, når den fungerer som vektor for BNYVV (25).

Ved tidligere undersøgelser har man fundet, at virusvektoren er meget udbredt i Danmark i de egne, hvor der dyrkes sukkerroer intensivt. I over 80% af de undersøgte marker fandtes *Polymyxa betae* (15).

Svampen trives bedst under varme og fugtige forhold (14). Den optimale temperatur for infektion er 20-25°C. Allerede ved 15°C er infektionsevnen kraftigt reduceret, og ved 10°C sker der ingen eller meget langsom infektion (2, 13). Den store udbredelse af Rhizomania i Mellem- og Sydeuropa skyldes, at man her finder optimale temperaturforhold for både vektor og virus. Spredning af virus foregår ved jordsmitte, dels med markredskaber og dels med dræningsvand og andre jordvandsbevægelser.

Materialer og metoder

Rhizomania-overvågningen i Danmark 1990-91 er baseret på undersøgelse af indsamlede jordprøver fra områder med intensiv sukkerroedyrking. På baggrund af disse undersøgelser er forekomsten af BNYVV, BSBV og *Polymyxa betae* blevet kortlagt.

De undersøgte jordprøver blev tilsendt i oktober-november 1990 fra 5 sukkerfabrikker i et antal på i alt 98 fra henholdsvis Assens (20 prøver), Nykøbing Falster (20 prøver), Nakskov (20 prøver), Gørlev (19 prøver) og Saksøbing (19 prøver). Jordprøverne var taget som afskrab fra hjulene på de lastbiler, der transporterer roerne fra marken til fabrikken. Jordprøverne dækker det område på Lolland-Falster, Sydsjælland, Fyn og Midtjylland, hvor sukkerroer dyrkes mest intensivt, og hvor man derfor må forvente, at risikoen for Rhizomania-angreb er størst.

Jordprøverne blev testet efter fangplantemetoden beskrevet af *Beemster & de Heij* (1) og senere modificeret af *Kloster et al.* (16).

To modtagelige sorter af bederoe, Matador og Magnamono, blev anvendt som fangplanter.

Efter fangperioden blev fangplanterne fra hver jordprøve fordelt i 4 plastpotter (10×10 cm) (5-6 planter pr. potte) med Vermiculit (prøverne fra Assens, Nykøbing og Nakskov) eller med en blanding af steriliseret sand og Peralite (prøverne fra Gørlev og Saksøbing). Både Vermiculit og sand/Peralite er godt voksemedium for bederoeplanterne. Til fangplanteundersøgelser er sand/Peralite dog at foretrække, da rødderne let kan rengøres på en skånsom måde.

Planterne blev placeret i væksthuse i 5-6 uger og vandet efter behov med gødningsvand.

Den samlede testperiode strakte sig fra december 1990 til august 1991, hvilket betød, at temperaturen i væksthuset varierede meget i perioden. Den gennemsnitlige døgn-temperatur varierede i testperioden som følger:

Assens: ca. 13-21°C

Nykøbing: ca. 13-27°C

Nakskov: ca. 13-35°C

Gørlev: ca. 15-40°C

Saksøbing: 15-over 40°C

Rødderne af samtlige fangplanter fra de 4 potter blev skyllet omhyggeligt i rindende vand. Siderødderne blev klippet af og blandet i én petriskål.

Til påvisning af *Polymyxa betae* blev der udtaget en rodprøve til undersøgelse i lysmikroskop. Ved en forstørrelse på 200-400 × fremgår angreb af *P. betae* tydeligt i form af hvilesporedannelse i rodcellerne. Angrebsgraden blev vurderet efter skalaen: 0 = ingen hvilesporer; + = lav koncentration (få hvilesporer i få siderødd-

der); ++ = middel koncentration (mange hvile-spore i få siderødder); +++ = høj koncentration (mange hvile-spore i mange siderødder).

Rødderne blev testet for BNYVV ved hjælp af 2 serologiske metoder: Immuno Sorbent Electron Microscopy (ISEM), der blev udført som beskrevet af *Milne & Luison* (24), og Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA), der er beskrevet af *Clark & Adams* (4). Rødderne blev testet for BSBV (86-109) ved hjælp af ELISA-metoden. BNYVV- og 86-109-antiserum blev venligst stillet til rådighed af Dr. *Klas Lindsten* (Uppsala) og Institut für Phytopathologie (Aschersleben).

Ca. 1 g rødder blev knust i fosfat-buffer (pH = 7,7) med carborundumpulver (maskestørrelse 400) og anvendt som saftinokulum på blade af *Chenopodium quinoa* og *C. amaranticolor*. Testplanterne blev placeret i væksthuse ved samme temperatur som fangplanterne.

Resultater

Forekomsten af BNYVV og BSBV i de 98 jordprøver målt ved hjælp af ISEM, ELISA og testplanter er angivet i tabel 1. I 5 prøver blev fundet BNYVV-lignende partikler.

BNYVV

I en jordprøve fra Vejle tilsendt af Assens Sukkerfabrik blev der fundet flere stavformede partikler af varierende længde, dekoreret med antiserum (se figur 2). Partiklerne varierede i længde fra ca. 30 nm til ca. 230 nm. Talmaterialet er

for spinkelt til, at der kan foretages en egentlig inddeling i grupper baseret på størrelse.

Samme rodprøve blev yderligere testet 5 gange for BNYVV ved hjælp af ISEM, men det lykkedes ikke at bekræfte fundet fra første analyse. Prøven var negativ målt med ELISA-test og testplanter.

Jordprøven blev testet med fangplanter efter samme metode yderligere 4 gange, og en gang blev frø af bederoe sået direkte i jorden. Det lykkedes ikke at påvise Rhizomania-virus i rødderne, hverken ved hjælp af ISEM- eller ELISA-metoden.

Bladtest på *Chenopodium quinoa* og *C. amaranticolor* bekræftede på intet tidspunkt tilstedeværelsen af BNYVV.

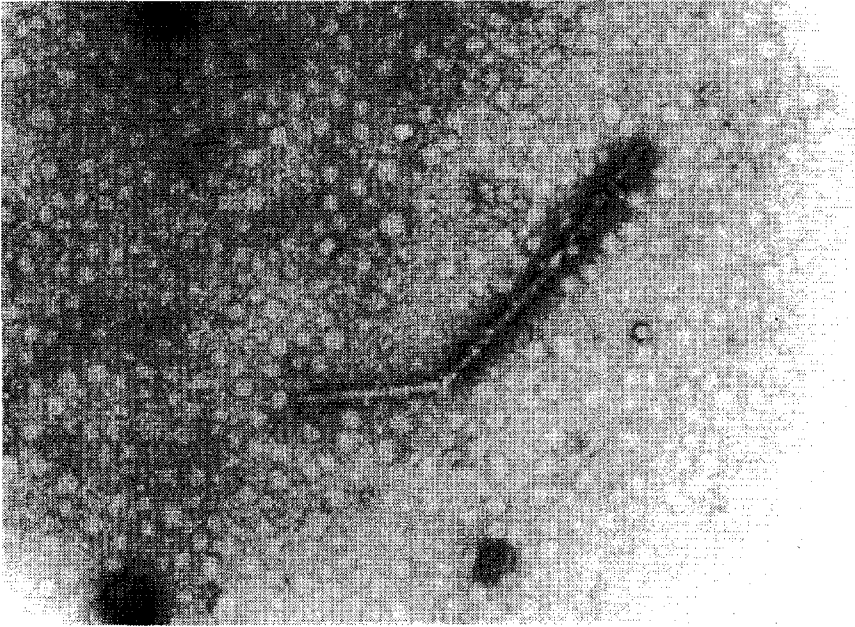
I en jordprøve fra Nakskov og 3 prøver fra Gørlev blev der fundet Rhizomania-lignende viruspartikler. Ved hjælp af ISEM-metoden blev der i prøven fra Nakskov fundet få dekorerede viruspartikler på ca. 13 × 180-400 nm (se figur 3), og i prøverne fra Gørlev partikler på ca. 17-20 × 70-260 nm (se figur 4a og 4b), men fundet blev hverken bekræftet ved ELISA-test, saftinokulering på *C. quinoa* og *C. amaranticolor*, eller ved den efterfølgende gentagelse.

Det fremgår af figur 3 og 4, at de fundne viruspartikler ikke er fuldt dekoreret med antiserum, hvilket gør det vanskeligt at fastslå med sikkerhed, om der er tale om BNYVV eller et andet virus, der reagerer uspecifikt med antiserum. I prøven fra Nakskov og 2 af prøverne fra Gørlev forekom den svenske serotype af BSBV (86-109) og *Polymyxa betae*, mens der i den

Tabel 1. Forekomst af BNYVV og BSBV i jordprøver testet på fangplanter ved ISEM, ELISA og bladtest. *The incidence of BNYVV and BSBV in soil samples tested on baiting plants with ISEM, ELISA and leaf test.*

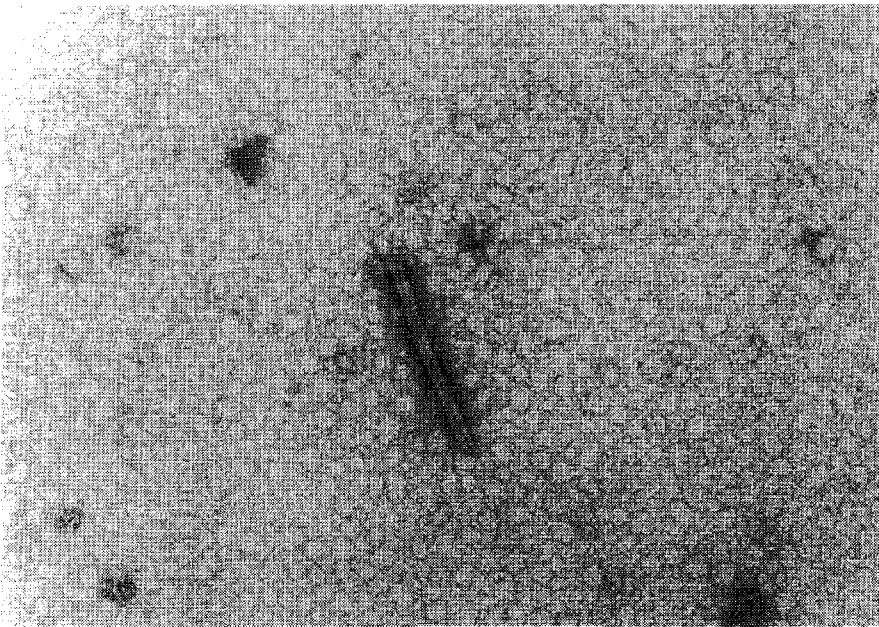
Fabrik Factory	Antal prøver Number of samples	BNYVV Antal positive prøver Number of positive samples				BSBV Antal positive prøver Number of positive samples		
		ISEM	ELISA	Bladtest Leaf test	%	ELISA	Bladtest Leaf test	%
Assens	20	1*	0	0	5*	2	0	10
Nykøbing	20	0	0	0	0	5	0	25
Nakskov	20	0	0	0	0	12	0	60
Gørlev	19	0	0	0	0	13	0	68
Sakskøbing	19	0	0	0	0	10	0	53
I alt Total	98	1*	0	0	1*	42	0	43

* Identifikation meget usikker
Identification highly uncertain



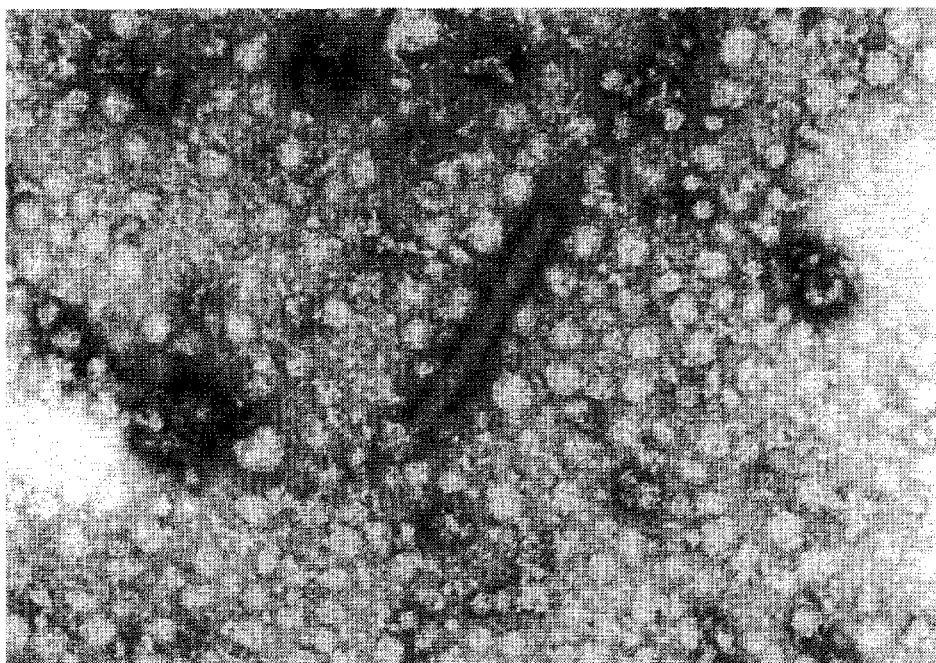
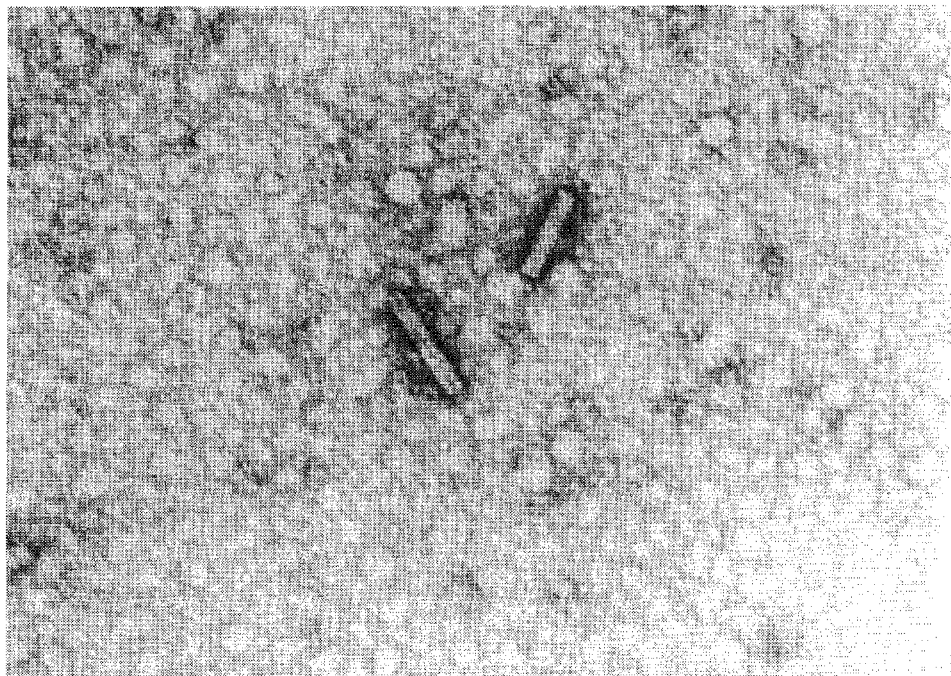
Figur 3. Antiserumdekorerede viruspartikler fra rødder af fangplanter dyrket i jordprøve fra Nakskov. ISEM-test. $\times 156.000$ forstørrelse. (Foto: A.M. Ravnkilde).

Fig. 3. Antiserum decorated virus particles from roots of baiting plants grown in a soil sample from Nakskov. ISEM test. $\times 156.000$.



Figur 5. Beet Soil Borne Virus (svensk serotype 86-109) fra rødderne af fangplanter dyrket i jordprøve fra Nakskov. ISEM-test. $\times 195.000$ forstørrelse. (Foto: A.M. Ravnkilde).

Fig 5. Beet Soil Borne Virus (Swedish serotype 86-109) from roots of baiting plants grown in a soil sample from Nakskov. ISEM test. $\times 195.000$.



Figur 4a og 4b. Antiserumdekorerede viruspartikler fra rødder af fangplanter dyrket i jordprøver fra Gørlev. ISEM-test. $\times 234.000$ forstørrelse. (Foto: A.M. Ravnkilde).

Fig. 4. Antiserum decorated virus particles from roots of baiting plants grown in soil samples from Gørlev. ISEM test. $\times 234.000$.

Table 2. Forekomst af *Polymyxa betae* i danske jorder undersøgt ved hjælp af fangplantemetoden.
The incidence of Polymyxa betae in Danish soil examined by the baiting plant method.

Fabrik <i>Factory</i>	Antal prøver <i>Number of samples</i>	Polymyxa betae		Infektionsgrad af <i>P. betae</i> <i>Degree of infection of P. betae</i>			
		Antal positive prøver <i>Number of positive samples</i>	%	0	+	++	+++
Assens	20	19	95	1	11	6	2
Nykøbing	20	17	85	3	11	6	0
Nakskov	20	16	80	4	4	9	3
Gørlev	19	16	84	3	2	7	7
Sakskøbing	19	11	58	8	2	2	7
I alt <i>Total</i>	98	79	81	19	30	30	19

0 = *P. betae* ikke påvist, *P. betae not found*
 + = lav koncentration, *low concentration*

++ = middel koncentration, *medium concentration*
 +++ = høj koncentration, *high concentration*

tredje prøve fra Gørlev end ikke blev fundet *P. betae*.

BSBV

Af tabel 1 fremgår det, at BSBV (86-109) blev påvist i 43% af samtlige jordprøver ved ELISA-test. Flest positive prøver blev fundet fra Nakskov, Gørlev og Sakskøbing, hvor mellem 53 og 68% af de undersøgte jordprøver indeholdt den svenske serotype af BSBV.

Det lykkedes ikke i noget tilfælde at fremkalde symptomer på testplanter ved saftinokulering af rødder.

I figur 5 ses en antiserumdekoreret partikel af BSBV (86-109). Partiklen stammer fra en jordprøve fra Nakskov. Der blev i den pågældende ISEM-test fundet viruspartikler af en længde på mellem ca. 80 nm og ca. 215 nm.

Polymyxa betae

Af tabel 2 fremgår det, at svampen blev fundet i mere end 80% af jorderne, varierende fra 58% i Sakskøbing-prøverne til 95% i Assens-prøverne.

Polymyxa betae forekommer fortrinsvis i lav til middel koncentration. Kun i 19 ud af de 98 jordprøver blev der fundet *Polymyxa*-hvilesporer i høj koncentration. Der er en tendens til, at infektionsgraden stiger i løbet af testperioden.

Diskussion

Beet Necrotic Yellow Vein Virus

I én jordprøve ud af i alt 98 blev der påvist

BNYVV-lignende partikler i elektronmikroskop (ISEM). Ifølge *Koenig et al. (17)* er detektionsgrænsen for BNYVV ved ELISA-metoden 1.5 ng/ml mod 16 ng/ml ved ISEM-metoden. På trods af ELISA-metodens større følsomhed, var det ikke muligt at bekræfte tilstedeværelsen af Rhizomania-virus i den pågældende jordprøve selv efter adskillige gentagelser. Temperaturen i væksthuset skulle give mulighed for betydelig virusreproduktion. Ikke desto mindre blev viruset ikke opformeret til et måleligt niveau, og det var derfor ikke muligt at foretage en egentlig karakterisering af viruspartiklerne.

I 4 af jordprøverne blev der fundet viruspartikler i elektronmikroskop (ISEM). Partiklerne var dog ikke fuldt dekoreret med antiserum. Partiklerne, der blev fundet i en prøve fra Nakskov (figur 3), målte ca. 13 nm i bredden mod ca. 20 nm for BNYVV (33) og er således for »tynde« til, at man entydigt kan fastslå, at der er tale om Rhizomania-virus.

Dekoreringen af viruspartiklerne skyldes muligvis en uspecifik antiserumreaktion. Jo ældre en plante er, jo større er risikoen for uspecifik reaktion (*Klas Lindsten*, pers.medd.). Endvidere kan den uspecifikke reaktion skyldes urenheder i antiserum.

Yderligere undersøgelser er nødvendige for at identificere viruspartiklerne. En del af den uspecifikke antiserumreaktion kan formentlig elimineres ved at afkorte fangplanternes vækstperiode. BNYVV og andre *P. betae*-overførte vira kan detekteres med ELISA-metoden allerede efter

en uges eksponering i jordprøven. Meget lave viruskoncentrationer kan dog ikke påvises efter så kort tid.

Inddragelse af cDNA-hybridiseringsmetoden til detektion af virus i lav koncentration kan øge reproducerbarheden og give mere sikre resultater (19).

Beet Soil Borne Virus

Den svenske serotype af Beet Soil Borne Virus (86-109) findes udbredt i de danske jorder. I alt 42 jordprøver svarende til 43% af samtlige jordprøver indeholdt BSBV.

Prøverne fra Assens og Nykøbing viste en markant lavere forekomst af BSBV end de øvrige prøver. En del af dette forhold kan skyldes den gennemgående lave temperatur, som disse jordprøver blev testet ved (13-27°C). *Ivanovic et al.* (13) angiver 25°C som den optimale temperatur for virusreplikation af BSBV.

Saftinokulering af testplanter (*C. quinoa* og *C. amaranticolor*) er en almindelig anvendt metode til påvisning af BNYVV og BSBV (9, 12, 13). I disse undersøgelser var det imidlertid ikke muligt at fremkalde symptomer på testplanterne, end ikke i de tilfælde, hvor 86-109 fandtes i meget høj koncentration i rødderne af fangplanterne. BSBV er vanskeligere at overføre til testplanter end BNYVV (*Klas Lindsten*, pers. medd.). Tilmed er metoden meget følsom over for temperaturer på mere end 18-19°C. Temperaturen i væksthuset har gennem det meste af testperioden været betydelig højere, hvilket må anses for at være en af årsagerne til, at det ikke lykkedes at fremkalde symptomer på testplanterne.

Polymyxa betae

Udbredelsen af *P. betae* i de undersøgte jordprøver bekræfter tidligere års resultater, hvor der i gennemsnit blev fundet *P. betae* i 80% af prøverne (15).

Forekomsten af *P. betae* i de undersøgte jordprøver udtrykt ved infektionsgrad giver ikke noget pålideligt billede af forskellen i udbredelse fra egn til egn. Dels er opgørelsesmetoden baseret på et subjektivt skøn over mængden af hvilesporer i en jordprøve, dels har temperaturen varieret meget i løbet af testperioden og må derfor betragtes som den altafgørende årsag til, at infektionsgraden stiger hen gennem perioden (se tabel 2).

En anden og måske mere repræsentativ måde

at måle forekomsten af *P. betae* og BNYVV er at måle deres inokulumpotentiale ved hjælp af most-probable-number-metoden (35). Sammenlignet med den rent kvalitative opgørelsesmetode tager måling af inokulumpotentiale også hensyn til forskel i *P. betae*-isolaters aggressivitet og infektionsevne og giver derfor et bedre grundlag for at vurdere risikoen for infektion og spredning af BNYVV (5).

Konklusion

Der blev ikke påvist BNYVV i jordprøverne. Fund af nogle få i ISEM dekorerede partikler kunne ikke verificeres med sikkerhed.

En svensk serotype af Beet Soil Borne Virus findes udbredt i områder med bederoedyrkning. 43% af jordprøverne indeholdt dette virus.

Polymyxa betae, der er vektor for BNYVV og BSBV, blev påvist i 81% af jordprøverne.

Litteratur

1. *Beemster, A.B.R. & De Heij, A.* 1987. A method for detecting *Polymyxa betae* and Beet Necrotic Yellow Vein Virus in soil using sugar beet as bait plant. *Neth. J. Pl. Path.* 93, 91 - 93.
2. *Blunt, S.J. & Asher, M.* 1989. *Polymyxa*: The Rhizomania vector. *Br. Sugar Beet Rev.* 57, 31 - 33.
3. *Burgermeister, W., Koenig, R., Weich, H., Sebald, W. & Lesemann, D.E.* 1986. Diversity of the RNAs in thirteen isolates of beet necrotic yellow vein virus in *Chenopodium quinoa* detected by means of cloned cDNAs. *J. Phytopath.* 11, 229 - 242.
4. *Clark, M.F. & Adams, A.N.* 1977. Characteristics of the microplate method of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of plant viruses. *J. gen. Virol.* 34, 475 - 483.
5. *Gerik, J.S. & Duffus, J.E.* 1988. Differences in vectoring ability and aggressiveness of isolates of *Polymyxa betae*. *Phytopath.* 78, 1340 - 1343.
6. *Giunchedi, L. & Canova, A.* 1987. Sugar Beet Rhizomania: some considerations on its epidemiology. *Sementi Elette* 3, 41 - 44.
7. *Giunchedi, L. & Pollini, G.P.* 1988. Immunogold-silver localization of BNYVV antigen in susceptible and moderately resistant sugarbeets. *Phytopath. medit.* 27, 1 - 6.
8. *Heijbroek, W.* 1989. The development of rhizomania in two areas of the Netherlands and its effect on sugar beet growth and quality. *Neth. J. Pl. Path.* 95, 27 - 35.
9. *Henry, C.M. & Jones, R.A.C.* 1986. Occurrence of a soil borne virus of sugar beet in England. *Pl. Path.* 35, 585 - 591.

10. Hill, S.A. & Torrance, L. 1989. *Rhizomania* disease of sugar beet in England. *Pl. Path.* 38, 114 - 122.
11. Hillmann, U. & Schlösser, E. 1986. *Rizomania* X. Translokation des Aderngelbfleckigkeitsvirus (BNYVV) in *Beta spp.* *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 51, 827 - 834.
12. Ivanovic, M. & MacFarlane, I. 1982. A tubular virus associated with infection of sugar beet by *Polymyxa betae*. *Rothamsted Exp. St. An. Rep. for 1981. Vol. 1*, 190 - 191.
13. Ivanovic, M., MacFarlane, I. & Woods, R.D. 1983. Viruses of sugar beet associated with *Polymyxa betae*. *Rothamsted Exp. St. An. Rep. for 1982. Vol. 1*, 189 - 190.
14. Keskin, B. 1964. *Polymyxa betae* n.sp., ein Parasit in den Wurzeln von *Beta vulgaris* Tournefort besonders während der Jugendentwicklung der Zuckerrübe. *Archiv für Mikrobiologie* 49, 348 - 374.
15. Kloster, L., Begtrup, J. & Engsbro, B. 1989a. *Rhizomania* i sukkerroer. Undersøgelser over mulig forekomst af viruset og dets vektor *Polymyxa betae* i Danmark 1985 - 1986. *Tidsskr. Planteavl* 93, 73 - 81.
16. Kloster, L., Begtrup, J. & Engsbro, B. 1989b. A method for detection of *Rhizomania* in soil. *Tidsskr. Planteavl* 93, 283 - 288.
17. Koenig, R., Lesemann, D.E. & Burgermeister, W. 1984. Beet Necrotic Yellow Vein Virus: Purification, Preparation of Antisera and Detection by Means of ELISA, Immunosorbent Electronmicroscopy and Electro-Blot Immunoassay. *Phytopath. Z.* 111, 244 - 250.
18. Koenig, R., Burgermeister, W., Weich, H., Sebald, W. & Kothe, C. 1986. Uniform RNA Patterns of Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) in Sugar Beet Roots but not in Leaves from Several Plant Species. *J. gen. Virol.* 67, 2043 - 2046.
19. Koenig, R., Lesemann, D.E., Commandeur, U., Kaufmann, A., Burgermeister, W., Breyel, E. & Maiss, E. 1990. Untersuchungen über das *Rhizomaniavirus* und das beet soil borne virus. *Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin und Braunschweig. Jahresbericht*, 52 - 53.
20. Lesemann, D.E. & Koenig, R. 1988. Bodenbürtige Viren von Zuckerrüben mit ähnlicher Partikelmorphologie wie das *Rhizomaniavirus*, aber fehlender serologischer Verwandtschaft. 46. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung, Regensburg, 3 - 7 Okt., 465 - 467.
21. Lesemann, D.E., Koenig, R., Lindsten, K. & Henry, C. 1989. Serotypes of beet soil borne furovirus from FRG and Sweden. *EPPO Bull.* 19, 539 - 540.
22. Lindsten, K. 1986. *Rhizomania* - en svårdiagnostiserad sjukdom på sockerbeter som kan förekomma också i Sverige. *Växtskyddnotiser* 50, 111 - 118.
23. Lindsten, K. 1989. Investigations concerning soil-borne viruses in sugar beet in Sweden. *EPPO Bull.* 19, 531 - 537.
24. Milne, R.G. & Luison, E. 1977. Rapid High Resolution Immune Electron Microscopy of Plant Viruses. *Virology* 68, 270 - 274.
25. Putz, C. 1985. Connaissances actuelles sur le virus BNYVV de la rhizomanie et voies de la recherche. *Publ. Trim. Inst. Roy. Belg. Amélior. Betterav.* 53, 99 - 109.
26. Putz, C. & Richard-Molard, M. 1984. La rizomanie de la betterave, une maladie a virus qui a pris une grande extension en France en 1983. *Comptes rendus des seances de l'Academie d'Agriculture de France* 70, 370 - 378.
27. Richard-Molard, M. 1984. Beet *Rhizomania* Disease: The Problem in Europe. *Br. Cr. Prot. Conf. - Pests and Diseases*, 837 - 845.
28. Richard-Molard, M. 1985. Evolution actuelle de la rizomanie dans le monde et en France. *Publ. Trim. Inst. Roy. Belg. Amélior. Betterav.* 53, 109 - 122.
29. Richards, K., Jonard, G., Guilley, H., Ziegler, V. & Putz, C. 1985. In vitro translation of BNYVV RNA and studies of sequence homology among the RNA species using cloned cDNA probes. *J. gen. Virol.* 66, 345 - 350.
30. Schäuufele, W.R. 1983. Die viröse Wurzelbürtigkeit (*Rizomania*) - eine ernste Gefahr für den Rübenanbau. *Gesunde Pflanzen* 35, 269 - 274.
31. Schlösser, E. 1990. *Rhizomania*. XII. Effect of BNYVV and BSBV on the development of *Polymyxa betae* Keskin. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 55, 1069 - 1071.
32. Shirako, Y. & Brakke, M.K. 1984. Two purified RNAs of soil-borne wheat mosaic virus are needed for infection. *J. gen. Virol.* 65, 119 - 127.
33. Tamada, T. 1975. Beet Necrotic Yellow Vein Virus. C.M.I./A.A.B. Descriptions of Plant Viruses, No. 144.
34. Tamada, T. & Abe, H. 1989. Evidence that Beet Necrotic Yellow Vein Virus RNA-4 is essential for effective transmission by the fungus *Polymyxa betae*. *J. gen. Virol.* 70, 3391 - 3398.
35. Tuitert, G. 1990. Assessment of the inoculum potential of *Polymyxa betae* and Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) in soil using the most probable number method. *Neth. J. Pl. Path.* 96, 331 - 341.
36. Verhoyen, M. & Bossche, M. van den 1988. Le point sur la présence en Belgique de virus de la rhizomanie et la localisation géographique du virus N (BSBV) transmis par l'intermédiaire du sol, chez la betterave. *Parasitica* 44, 71 - 76.

Manuskript modtaget 10. december 1991.