

Mykoplasma-lignende organismer (MLO) og deres udbredelse i Danmark

Mycoplasma-like organisms (MLO) and their distribution in Denmark

Jens Begtrup og Arne Thomsen

Resumé

Denne beretning omhandler en række undersøgelser af mykoplasma-lignende organismer (MLO) i Danmark, hovedsagelig udført i årene 1974 til 1982. Derudover omtales resultater fra enkelte tidligere forsøg udført i forbindelse med MLO infektioner bl. a. i *Trifolium*, *Malus* og *Rubus*.

Omkring 60 forskellige plantearter er indsamlet under en landsdækkende kortlægning af MLO inficerede ukrudtsplanter. Alle disse er med elektronmikroskopisk snitteteknik undersøgt for MLO i sivævvet. Der demonstreres herved 5 fund, som ikke tidligere er registreret (*Carduus*, *Monarda*, *Herniaria*, *Scabiosa* og *Melandrium*).

Beretningen omfatter også resultater fra overføringsforsøg og bekæmpelsesforsøg. MLO er eksperimentelt overført fra syge til sunde planter med cikaden *Macropsis fuscua* og silkeplanten *Cuscuta reiflexa*. Specielle varmebehandlinger af syge planter med efterfølgende rodfæstelse af topskud har i adskillige tilfælde resulteret i MLO frie planter. Derimod har behandlingen med tetracycline kun undertrykt sygdommens symptomer.

Kortlægningen af MLO inficerede *Cirsium* og *Epilobium* med kendte sygdomssymptomer viser, at MLO infektioner hos disse 2 plantearter hovedsagelig er koncentreret i Midt- og Nordsjælland. Ca. 75% af de MLO inficerede *Cirsium*- og *Epilobium*planter er fundet på »fredelige« steder dvs. skove, engområder, ubebyggede områder, mergelgrave, parkeringspladser og lossepladser m.m.

Det kan konstateres, at MLO ikke har stor udbredelse hos vore kulturplanter her i landet, og at sygdommen kun har ringe erhvervsøkonomisk betydning. MLO har en langsom smittespredning under vore klimaforhold og en tilsvarende lav aktivitet hos de respektive vektorer selv i varme somre.

Nøgleord: MLO, kortlægning, *Carduus*, *Cuscuta*, *Herniaria*, *Melandrium*, *Monarda*, *Scabiosa*, elektronmikroskopi, overførsel.

Summary

This report presents studies of mycoplasma-like organisms (MLO) and their distribution in plants in Denmark. The majority of the experiments were carried out over the period 1974–82, however, some experiments from previous years are also included in the report. The disease is known since 1838 reported by Mr. *Rosenvinge*. He found a *Trifolium repens* with clover phyllody, and included it in his herbarium collection.

The report refers to experiments with the transmission of MLO through *Cuscuta reflexa* and through the leafhoppers *Macropsis fuscula* and *Eucalis plebejus*. The results of a survey of MLO infected *Cirsium arvense* and *Epilobium montanum* including more than 1000 localities throughout the country can be seen on the map of Denmark. The two species with MLO are only found in the Central and Northern Zealand. Isolated cases of MLO infected *Trifolium repens* can be found all over Denmark.

The report includes 5 species with MLO (Table 2) not previously registered: *Carduus crispus*, *Herniaria glabra*, *Melandrium album*, *Monarda didyma* and *Scabiosa columbaria*. MLO are now reported in 17 genera in Denmark. MLO infections in *Rubus*, *Trifolium* and in *Malus* are discussed. Results can be seen in Tables 1–5 concerning genera distributed in Denmark (symptoms, localities and an estimation of the infection) (Table 2). Registration of *C. arvense* and *E. montanum* (Table 1), transmission by leafhoppers (Table 3). Transmission through *C. reflexa* (Table 4). Transmission through *Cuscuta* from *Malus* to *Malus* (Table 5).

Electron microscopy and examinations, particularly in 5 new species (Figs 6–11) are described in detail.

Reduction of the yield in *Rubus*, *Fragaria*, *Trifolium* and *Malus* with MLO infection has sometimes been serious, this is also discussed. MLO infected ornamental plants (*Chrysanthemum*, *Helenium*, *Monarda*) have occasionally been found but all of minor economic importance. In wild flowers we can report findings. Many different species have been found in wild flowers but they appear to be of no great importance for transmission among species. It is shown that MLO in Denmark are not widely spread, and have only small economic influence in plant production. MLO have a slow rate of infection under our climatic conditions and an equally low activity with the respective vectors even in very warm summers.

Key words: MLO, survey, *Carduus*, *Herniaria*, *Melandrium*, *Monarda*, *Scabiosa*, *Cuscuta*, electronmicroscopy, transmission.

Indledning

I Danmark vises fyllodi i hvidkløver (*Trifolium repens*) af *Rosenvinge* i 1838. Indtil 1967 havde man den opfattelse, at mange sygdomme, som vi i dag ved forårsages af MLO, skyldtes virus. *Doi* i Japan (*Doi et al.*, 1967) påviste MLO i sivævet hos planter. Senere blev f.eks. MLO påvist at være årsagen til fyllodi hos *T. repens* (*Maillet et al.*, 1968).

MLO har i Danmark i perioder forvoldt udbytetab i kløverfrøavl, hindbær dyrkning o.a. Tyngdepunkterne i de af os kendte alvorlige MLO angreb som f.eks. på Skælskør- (*Trifolium* og *Rubus*) og på Holstebro- og Skiveegnen (*Trifolium*), har ikke været vedvarende. Det har ved de seneste undersøgelser på disse lokaliteter ikke været muligt at finde angrebne planter ud over spredte enkeltplanter af *Trifolium* med fyllodi. Tilsyneladende finder man heller ikke de pågældende steder MLO angreb hos vilde planter.

Tilstedeværelsen af MLO i ukrudtsfloraen, samt mulighederne for MLO smitte mellem forskellige plantearter, har i beretningen været genstand for særlige undersøgelser.

Materialer og metoder

Kortlægning

MLO inficerede planter er i perioden 1977–79 blevet kortlagt. Kortlægningen har omfattet 2 plantearter med kendte og veldefinerede symptomer. Det drejer sig om *C. arvense* og *E. montanum* (*Begtrup & Thomsen*, 1975).

Danmark blev opdelt i kvadrater på 10 × 10 km og undersøgt på mindst 3 lokaliteter inden for hvert af disse områder. Der er i alt undersøgt 335 områder eller sammenlagt ca. 1000 lokaliteter fordelt på Jylland, Sjælland og Fyn samt nogle omliggende øer. Derudover er der foretaget undersøgelser på lokaliteter på Lolland-Falster samt på Møn (fig. 1). Sideløbende med denne

kortlægning er der samtidig indsamlet 57 andre plantearter med MLO-lignende symptomer til nærmere undersøgelse i elektronmikroskopet.

Symptombeskrivelse

Symptomer som gulfarvning af blade og stængler, samt dværg- og heksekostvækst er registreret for alle indsamlede planter. Bemærkninger om forandringer i blomster eller andre deformiteter eller ændringer i en normal vækst er ligeledes registreret.

*Overførsel af MLO med *Macropsis fuscula**

Macropsis fuscula blev i juni måned 1970 indsamlet fra hindbærplanter med MLO angreb og anvendt til infektionsforsøg med sunde frøplanter af *R. idaeus*. Frøplanterne var 4 mdr. gamle og dyrket i potter, som blev isoleret enkeltvis i bure. Hver plante blev forsynet med 5–10 voksne cikader. Efter sprøjtning med malathion (1%) i november 1970 og i maj 1971 blev samtlige frøplanter (20 med og 20 uden cikader) udplantet på fri-land. Registrering af hindbær-dværgsyge angreb blev foretaget i de følgende 3 år.

*Overførsel af MLO ved hjælp af snylteplanten *Cuscuta reflexa**

Cuscuta til forsøg blev først påhæftet og fastvokset med en MLO-inficeret værtplante (*Vinca rosea*). Snylteplanterne forblev fastvokset i indtil 12 måneder eller mere. *Cuscuta*ranker fra inficerede *Vincaplanter* blev i 1976–79 påhæftet og fastvokset med planter af 9 forskellige arter (tabel 4). Med 30 dages interval blev der udtaget prøver af de forskellige planter til elektronmikroskopi. Med snitteteknik blev sivævet undersøgt for eventuelle MLO forekomster.

Med *Cuscuta* blev der i 1979 gjort forsøg med at overføre gummived fra æble til æble. Som infektor blev der brugt gummived angrebne æbler (MLO-inficerede) og som indikatorplanter sunde, 6 mdr. gamle æbletræer af sorten 'Lord Lambourne' med blød vækst. Infektionsforsøget blev påbegyndt i væksthus (5 mdr.) og afsluttet på fri-land (ca. 4. år), hvor planterne var udplantet til observation.

Endvidere har der været gennemført forsøg med at overføre MLO fra inficerede *Vincaplanter* til andre plantearter som *Chrysanthemum*, *Cirsium*, *Epilobium*, *Fragaria*, *Plantago* og *Rubus*. Med 30 dages interval er der fra testplanterne udtaget prøver til elektronmikroskopiske undersøgelser.

Elektronmikroskopi

Vævsstykker ca. 10 × 0,5 mm blev skåret ud af bladene 5–6 forskellige steder. Fikseringen fandt sted i Karnowsky fiksativ (*Karnowsky*, 1965) i 4 timer ved stuetemperatur, og efterfikseringen fandt sted natten over ved 4°C i 2% osmiumtetroxid (0,2 M m.h.t. sucrose) (*Caulfield*, 1957). Vævsstykkerne blev skyllet 4 gange i destilleret vand, og kontrastforstærket ved 1 times ophold i mættet uranylacetat (ca. 8%).

Dehydreringen gennemførtes i en fortyndingsrække i ethanol (25–99,9%) og afsluttet med et ophold i propylenoxid. Indlejringen blev foretaget i Spurr resin (*Spurr*, 1969). Ultramikrotomi blev udført på en LKB ultramikrotom.

Snittene blev opsamlet på formvargrid (præparatnet) og kontrastforstærket med uranylacetat blandet med vand, methanol og ethanol (2:1:1) (*Hooper & Weise*, 1972) og blycitrat (*Reynolds*, 1963). Snittene blev undersøgt i et Philips 201 C elektronmikroskop og fotografiske optagelser optaget på Eastman Kodak positiv film 5302 og forstørret efter behov.

Terapi

Varmebehandling af MLO angrebet plantemateriale af hindbær 'Lloyd George' og æble 'Lord Lambourne' er foretaget ved 37°C ± 1°C med varighed på 3–4 uger (*Kristensen & Thomsen*, 1970). Kemoterapeutiske behandlinger blev udført i 1977 og –78 med tetracyclin. Dette stof blev begge år i maj, juni og juli med 1% styrke påsprøjtet syge unge hindbærplanter af sorten 'Lloyd George'.

Resultater

Kortlægning

Tabel 1 viser, at MLO hos *Cirsium* og *Epilobium*

kun er fundet på Sjælland (fig. 1), og at i alt 35 af de 150 undersøgte lokaliteter var inficerede. På 220 lokaliteter, fordelt på Jylland og Fyn med omliggende øer, er der ikke fundet et eneste angreb af MLO hos samme plantearter.

MLO angrebene på Sjælland er koncentreret i områder i Midt- og Nordsjælland. Der er dog fundet enkelte angreb i Sydsjælland (Vordingborg).

En nærmere analyse af de inficerede lokaliteter viser, at over 75% af de MLO inficerede planter er fundet på »fredelige« steder dvs. skove, engområder, ubebyggede arealer, mergelgrave, lossepladser. Der er dog fundet store, udbredte MLO angreb hos *Cirsium* i bygmarker, grænsende op til sådanne lokaliteter.



Fig. 1. Kortlægning af MLO-inficerede *Cirsium arvense* (agertidsel) i Danmark.
Survey of MLO infected *Cirsium arvense* (creeping thistle) in Denmark.

Table 1. Fund af MLO inficerede *Cirsium* og *Epilobium* i Danmark.

Discovery of MLO infections of Cirsium and Epilobium in Denmark.

Landsdel Part of country	Lokaliteter undersøgt Localities examined	
	i alt	heraf med MLO
Jylland og Als	153	0
Fyn, Tåsinge og Langeland .	32	0
Sjælland	150	35
Lolland, Falster og Møn . .	35	0
I alt	370	35

Symptomer

Table 2 omfatter bl.a. symptombeskrivelse af 19 plantearter med MLO fra forskellige lokaliteter i

Danmark. De med stjerne mærkede er de nyrapporterede.

De angrebne planter viste dværg- og heksekostvækst samt fylloididannelser i blomsterne. Hos *Epilobium montanum* og *Monarda didyma* fandtes symptomer i form af gul- og rødfarvning (fig. 2). De angrebne planter af *Herniaria glabra* og *Scabiosa columbaria* var derimod næsten uden gulfarvede blade. Blomsterne derimod var udpræget fylloidske hos *Scabiosa* med en mangedobling af blomsterhovedstørrelse (fig. 3) og hos *Carduus crispus* (fig. 4). Hos *Herniaria* var internodiellængden meget forkortet. Blomsterne var stærkt omdannede og udprægede fylloidiagtige. Hos *Melandrium album* (fig. 5) fandtes ofte partiel forandring af planten, men i øvrigt dværgvækst og gulnede blade.

Table 2. Symptombeskrivelse samt udbredelse af plantearter med MLO i Danmark.
Description of symptoms and distribution of plant species infected with MLO in Denmark.

Symptomer

Art (Specia)	Symptomer					Lokalitet Region
	gulfarvning af blade og stængler Yellowing	dværgvækst Dwarfing	heksekostvækst Proliferation	fylloidi (genvækst i blomster) Phyllody	Andre Others	
<i>Agrostemma gitago</i>	x	x	x	x		Midtsjælland
<i>Anemone nemorosa</i>					buklede blade m. gule nerver	Sydøstfyn
* <i>Carduus crispus</i>	x	x	x	x		Nordsjælland
<i>Chrysanthemum hybr.</i>	x	x		x	skæve blomster	Midtsjælland
<i>Cirsium arvense</i>	x	x	x	x		Midt- & Nordsjælland
<i>Epilobium montanum</i>	x	x	x	x	rødfarvning	Sjælland
<i>Fragaria ananassa</i>		x		x	grønne kronblade	Midtsjælland
<i>Helenium autumnale</i>	x			x		Midtsjælland
* <i>Herniaria glabra</i>		x	x	x		Midtsjælland
<i>Malus sylvestris</i>		x			gummived, furede grene hos nogle sorter	Hele landet
* <i>Melandrium album</i>	x	x	x	x		Midtsjælland
* <i>Monarda didyma</i>	x	x	x	x	rødfarvning	Midtsjælland
<i>Rubus idaeus</i>		x	x	x		Sjælland & Fyn
* <i>Scabiosa columbaria</i>		x	x	x		Midtsjælland
<i>Silene vulgaris</i>	x	x	x	x		Midtsjælland
<i>Stellaria media</i>	x	x	x	x		Midt- & Nordsjælland
<i>Trifolium hybridum</i>	x	x		x		Nordsjælland
<i>Trifolium pratense</i>	x	x		x		Nordjylland
<i>Trifolium repens</i>		x		x		Hele landet

* arter ikke tidligere registreret.



Fig. 2. *Monarda didyma* (hestemynte). Til venstre sund plante. *Monarda didyma*. MLO infected plant to the right with yellowing and antocyan coloured leaves. A healthy plant to the left.



Fig. 3. *Scabiosa columbaria* (due-skabiose). Blomsten er helt misdannet, væksten er stærkt reduceret. *Scabiosa columbaria* (small *Scabiosus*). The flowers are completely deformed and the growth very reduced. No yellowing of leaves and stem.



Fig. 4. *Carduus crispus* (bladtidsel). Højdevæksten er mere end halveret. Der kan ses gulfarvning af blade og stængler. *Carduus crispus* (wilted thistle). Height reduced by 50%. Witches-broom is caused by shortened internodes. Note yellowing of leaves and stem.



Fig. 5. *Melandrium album* (dag-pragtstjerne). Planten lille og partiel forkrøblet med udpræget fyllodi i blomsterhovederne. *Melandrium album* (white campion). The plant small and with some sections phyllodis flowers can be seen.

Overførsel af MLO med *Macropsis fuscula* fra *R. idaeus* til *R. idaeus*

Tabel 3 viser resultaterne fra forsøg med *Macropsis fuscula* som vektor for MLO. Det ses, at patogenet efter en 3-årig periode var overført til 8 af de i alt 20 *Rubus*frøplanter. De første symptomer i form af heksekostdannelse blev dog allerede iagttaget hos 2 planter efter 20 måneders forløb.

Tabel 3. Overførsel af MLO med cikader.
Transmission of MLO with leafhoppers.

Infektor 1970	Vektor 1970	Symptomer hos <i>R. idaeus</i>		
		1971	1972	1973
<i>Rubus</i> med MLO	<i>Macropsis fuscula</i>	0/20	2/20	8/20
Tæller = MLO infektion påvist med EM				
Nævner = Antal overførsler gennemført				
Numerator = MLO dem. with EM				
Denominator = amount of transmissions				

20 kontrolplanter, der ikke var påført inficerede cikader, forblev symptomløse i hele forsøgsperioden.

Tabel 4 viser, at af 90 overføringsforsøg med *Cuscuta (reflexa)* er 20 lykkedes. MLO er i alle tilfælde overført fra de 5 værtsplanter til *Vinca*. Derimod er det kun lykkedes at inficere *Fragaria* med MLO fra *Chrysanthemum*. Infektionerne med MLO arterne imellem har således været vanskelige.

Tabel 4. Overførsel af MLO med *Cuscuta reflexa*.
Transmission of MLO with Cuscuta reflexa.

Indikator Infektor	<i>Cirsium</i>	<i>Epilobium</i>	<i>Chrysanthemum</i>	<i>Fragaria</i>	<i>Trifolium</i>	<i>Helenium</i>	<i>Plantago</i>	<i>Rubus</i>	<i>Vinca</i>
<i>Cirsium</i>		0/3	0/5				0/9	0/1	5/5
<i>Chrysanthemum</i>	0/4	0/1		4/10			0/5		3/3
<i>Fragaria</i>	0/4		0/2			0/4			3/3
<i>Helenium</i>	0/4	0/1	0/5	0/2			0/4		3/3
<i>Rubus</i>	0/3	0/4					0/3		2/2

Tæller = MLO infektion påvist med EM

Nævner = Antal overførsler gennemført

Numerator = MLO infection dem. with EM

Denominator = amount of transmissions

Tabel 5 viser resultaterne fra et forsøg fra 1976–80 med *Cuscuta* som vektor for overførsel af gummived fra æble til æble. I løbet af en tre-årig periode viste 4 af 5 'Lord Lambourne' testplanter tydelige gummived symptomer. Elektronmikroskopiske undersøgelser i samme periode har dog ikke afsløret MLO hos de symptombærende testplanter.

Tabel 5. Overførsel af gummived fra æble til æble med *Cuscuta*.

Transmission of rubbery wood from apple to apple through Cuscuta.

Infektor 1976	Vektor 1976	Indikator (‘Lord Lambourne’)		
		1978	1979	1980
‘Lord Lambourne’ med gummived	<i>Cuscuta reflexa</i>	0/5	2/5	4/5
Ingen	Ingen	0/5	0/5	0/5
Tæller = antal indikatorplanter med gummived				
Nævner = antal indikatorplanter i forsøget				
Numerator = number of testplants with rubbery wood				
Denominator = number of testplants				

Elektronmikroskopi

Som omtalt under infektionsforsøg er der gennemført 89 indlejringer med henblik på at kunne påvise MLO med varierende infektionstid ved overførsel af MLO gennem *Cuscuta*. Endvidere

er der gennemført 57 indlejringer for at påvise MLO i indsamlet plantemateriale med mulighed for at inddrage nye plantearter med kendte symptomer på MLO infektion, i alt 146 indlejringer.

Af særlig interesse er her påvisningen af MLO i *Scabiosa*, *Herniaria*, *Monarda*, *Carduus*, og *Melandrium*, der ikke tidligere er rapporteret hos disse arter.

Scabiosa: Stærkt varierende størrelse af runde og ovale organismer (fig. 6). Størrelsen var 100–700 nm.

Herniaria: I sirørene fandtes ret små, uregelmæssige organismer i et ringe antal sirør (fig. 7A). Størrelsen var 2–400 nm. Flere steder kunne iagtages membransammenløb (fig. 7B).

Monarda: I sirørene var alle MLO runde eller ovale, med kun enkelte langstrakte organismer. Størrelse: 100–500 nm. (fig. 8).

Carduus: I sikar kunne konstateres ca. 50% inficerede celler med MLO. De enkelte organismer var såvel ovale som greneede (fig. 10A). I stærkt opfyldte sirør (fig. 10B) kunne ses »hullede« organismer (vakuoler). Noget tilsvarende er tidligere rapporteret (Jacoli, 1978). Mange siporer viser MLO gennemtrængning (fig. 9A). Størrelsen af MLO hos *Carduus* er målt til 100–600 nm.

Melandrium: I mange sirør kunne ses store mængder runde og ovale MLO (fig. 11). Størrelsen var 4–500 nm.

Terapi

Specielle varmebehandlinger af syge planter (Kristensen & Thomsen, 1970) med påfølgende rodfæstelse af topskud har i adskillige tilfælde resulteret i MLO frie planter. Derimod har behandlingen med tetracyclin undertrykt sygdomssymptomer, men har ikke haft varig helbredende virkning på de angrebne planter.

Diskussion og konklusion

Her i landet optræder MLO i både ukrudts- og

kulturplanter. Det er tydeligt, at patogenet har en regional udbredelse hos de vilde planter, hvorimod et tilsvarende billede ikke er fundet hos kulturplanterne. Denne forskel kan sandsynligvis forklares ved, at ukrudtsfloraen på »fredelige områder« er forholdsvis konstant, og at der på sådanne steder er mulighed for spredning af patogenet, forudsat vektorer og smitekilder er til stede.

Det er ved tidligere undersøgelser vist, at MLO kan overvinde i planternes rødder som indskrumpne organismer i rhizomer hos f.eks. *Cirsium* og *Rubus* (Begtrup, 1983). Systemet kan således bidrage til at opretholde smitekilden fra det ene år til det andet. Desuden kan voksne cikader overvinde som smittedygtige.

Da kulturplanter normalt har en kortvarig omdrift, og der anvendes sundt planteformeringsmateriale, samt den relativt lange inkubationstid taget i betragtning, ses sjældent voldsomme angreb hos sådanne afgrøder. Dyrkningen af hvidkløverfrø og hindbær fraviger dog denne praksis ved at være flerårig og kan måske dermed forklare de kendte, alvorlige angreb som omtalt tidligere i denne beretning. Angreb af hindbærdværgsyge i en plantage i Sydsjælland 1964–70 fik et sådant omfang, at erhvervsmæssig dyrkning af hindbær måtte opgives. Det kan oplyses, at hindbæravlens atter blev genoptaget i 1977 med sunde planter på det samme sted, og at sygdommen ikke er registreret der siden. Det er altså lykkedes at fjerne alle smitekilder fra den pågældende lokalitet.

Gummived, der skyldes angreb af MLO, var tidligere en udbredt sygdom hos æbletræer, der kunne medføre tab på 33–78% (Kristensen & Thomsen, 1966), er nu takket være resultater af et effektivt fremavlsarbejde og sundhedskontrol praktisk talt udryddet i erhvervsplantager.

Tidligere undersøgelser her i landet har vist, at overførsel af fyllodi fra angrebet hvidkløver til både hvidkløver og alsikekløver er mulig med cikadearten *Eucalis plebejus* som vektor (B. Engsbros, mundtlig medd.). På mange lokaliteter er der imidlertid fundet MLO angrebne planter, uden at det har været muligt at påvise *Macropsis*



Fig. 6. MLO i sirør hos *Scabiosa columbaria* (due-skabiose). Organismerne varierer meget i størrelse. DNA-tråde (pile) som findes i organismerne viser et afsluttende livsforløb. CV = cellevæg.

MLO in sieve elements in Scabiosa columbaria (small Scabiosus). The organisms vary greatly in size. DNA-threads show a finishing life cyclus.

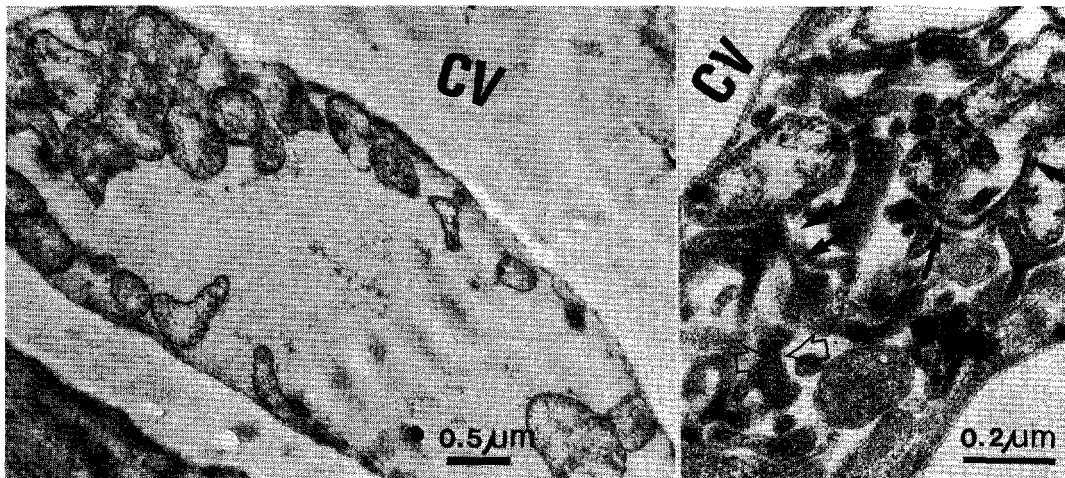


Fig. 7. MLO i sirør hos *Herniaria glabra* (brudurt). T.v. et enkelt sikar med ensartede organismer. T.h. antydning af membransammenfald (pile); den 3-lagede membran som er karakteristisk for MLO ses tydeligt (åbne pile)

CV = cellevæg.

MLO in sieve element of Herniaria glabra (smooth ruptu-rewort). Left a single sieve element with uniform organisms. Right indication of convergence of membranes (arrows). The three layers membrane very characteristic for MLO organisms (double arrows). CV = cell wall.

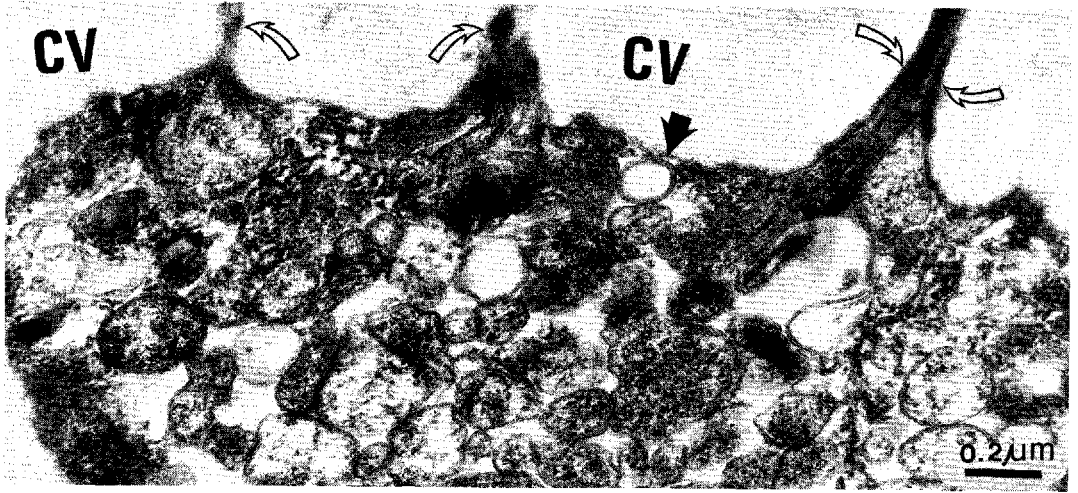


Fig. 8. Tværsnit af sirør i *Monarda didyma* (hestemynte). Sirøret er udfyldt med MLO af varierende størrelse og form. De mørke organismer er kendetegnende for en aktiv organisme, medens de lyse er degenererede. Poregennemgange (åbne pile). 3-laget membran (sort pil). *Longitudinal section of sieve element in Monarda didyma («Cambridge scarlet»).* The sieve element is blocked with MLO. The dark organisms are typical of active organisms, and the light ones degenerated ones. CV=cell wall.



Fig. 11. MLO i sirør hos *Melandrium album* (dag-pragtstjerne). Organismerne er meget ensartede ovale. CV = cellevægge. $\times 8.900$.

MLO in a sieve tube in Melandrium album (white campion). All organisms very uniform.

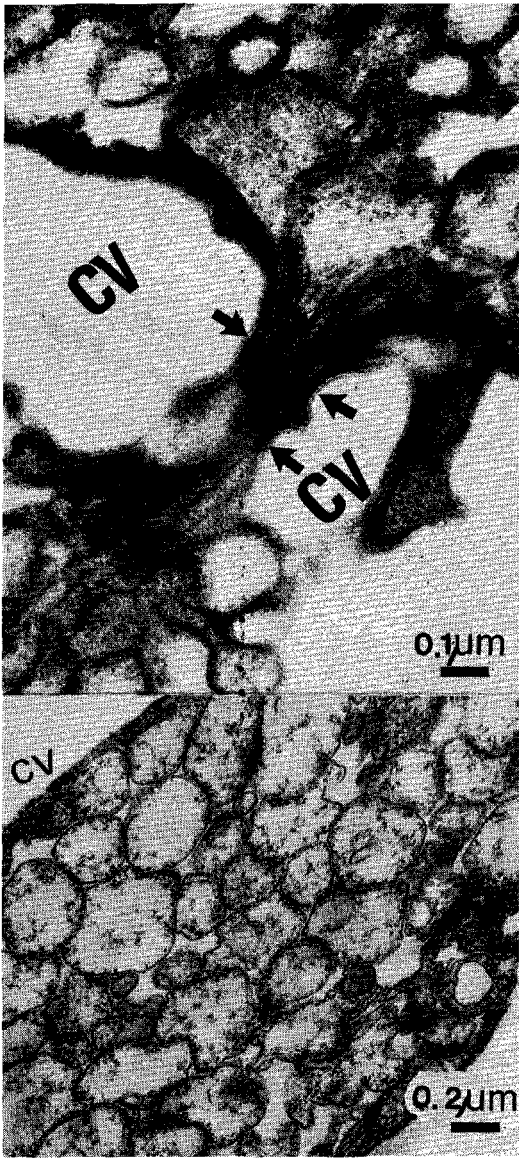


Fig. 9. *Carduus crispus* (bladtidsel). For oven en sipore, hvor MLO forsøger at trænge igennem til et nabosirør. Bemærk den langstrakte form (pile), som er en forudsætning for at kunne trænge igennem. For neden en totalt blokeret celle. CV = cellevægge omkring siporen. Sieven element in *Carduus crispus* (wilted thistle). Above a sieve tube, where MLO is trying to get through to a neighbouring tube passing the plasmalemma. Note the long stretch form (arrows) which are the requirements to get through. Below a totally blocked sieve tube. CV = cell wall around the plasmalemma.

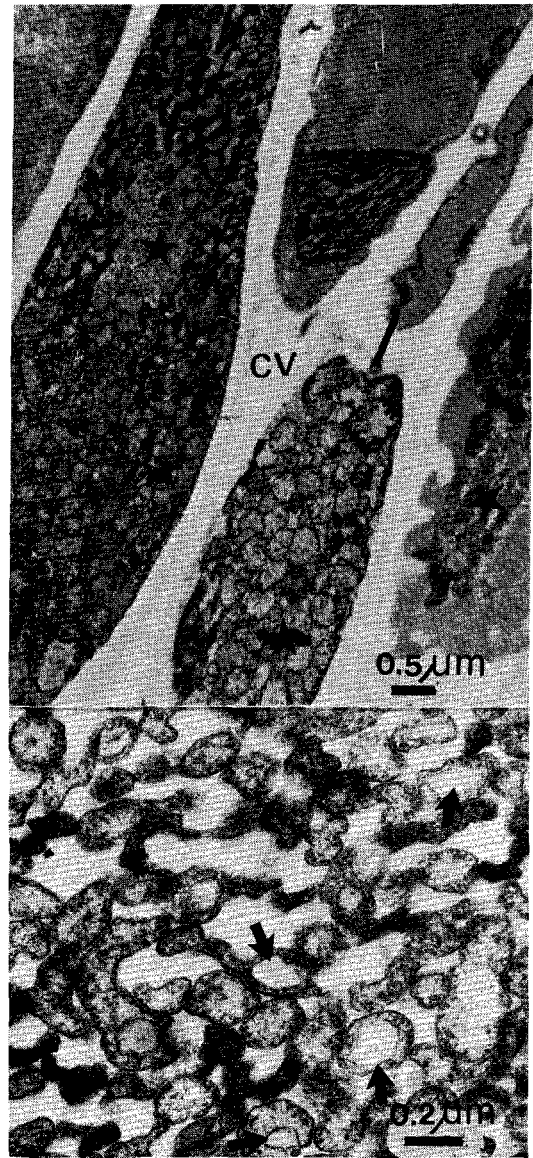


Fig. 10. For oven en oversigt af et sikar (phloem) hos *Carduus crispus*. MLO inficerede celler afmærket med stjerner. For neden MLO i et sirør. Læg mærke til vakuoler i nogle af organismerne (pile). CV = cellevæg. For oven $\times 2300$. For neden $\times 17.920$. Above a survey of a sieve element in *Carduus crispus*. MLO infected cells are marked with an asterisk. Below MLO in a sieve tube. Note vacuols in some of the organisms.

fuscula eller *Eucalis plebejus*. Andre cikadearter kan derfor formodes at fungere som vektorer for MLO.

Langvarige, varme vækstsæsoner begunstiger cikadernes livsudfoldelser, og hvor der er MLO smittekilder til stede, vil sygdommen kunne spredes i særlig grad. Temperaturen var f. eks. i sommeren 1976 høj, men dog udeblev den forventede ekstra spredning i årene 1977 og -78.

På basis af de opnåede resultater kan det konkluderes, at spredning af MLO fra en planteart til en anden kan forekomme i naturen, men det må anses at ske ret sjældent. Man har haft MLO angrebne planter her i landet i mange år, og infektioner optræder med mellemrum, når særlige, ukendte, gunstige forhold er til stede for smitteoverførsel. Dette har medført økonomiske konsekvenser for nogle afgrøder i perioder. MLO, som normalt har en ret langsom smittespredning, har måske ikke særlig gunstige vilkår her i landet med det relativt kølige klima og dermed langsommere aktivitet og smitteevne hos vektorerne. Den forøgede sundhedskontrol her i landet og det sunde udgangsmateriale, som nu anvendes næsten overalt, har også haft en gunstig virkning på kulturplanternes sundhedstilstand. Fortsat findes MLO i vilde planter på de omtalte »fredelige« steder, hvor patogenet opholder sig ret upåagtet, men faren for udbredte angreb foreligger fra disse latente smittekilder og bør til enhver tid holdes øje med, da MLO har vist sig at kunne ændre udbredelses- og værtplante-områder.

Erkendtlighed

Vi påskønner den økonomiske bistand, som vi har fået fra Statens Forskningsfond til projektets gennemførelse, og *Lene* og *Bodil Lange* for indsamling af MLO inficeret materiale.

Litteratur

- Begtrup, J.* (1983): Mycoplasma-like organisms in the rhizomes of *Cirsium arvense* and *Rubus idaeus*. Tidsskr. Planteavl 87, 189-192.
- Begtrup, J. & Thomsen, A.* (1975): Mycoplasma-like organisms in phloem elements of *Cirsium*, *Stellaria* and *Epilobium*. Phytopath. Z. 83, 119-126.
- Caulfield, J. B.* (1957): Effects of varying the vehicle for O₂O₄ in tissue fixation. J. Biophys. Biochem. Cyt. 3, 827-830.
- Doi, Y., Ternaka, M. Yora, K. & Asuyama, H.* (1967): Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches broom, aster yellows or *Paulownia* witches broom. Ann. Phytopath. Soc. Japan 33, 259-266.
- Hooper, G. R. & Weise, M. W.* (1972): Cytoplasmic inclusions in wheat affected by wheat spindle streak mosaic. Virology 47, 664-672.
- Jacoli, G. G.* (1978): Sequential degeneration of mycoplasma-like bodies in plant tissue cultures infected with aster yellows. J. Can. Bot. 56, 133-140.
- Karnowsky, M. J.* (1965): A formaldehyd -glutaraldehyd fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. J. Cell Biol. 27, 137.
- Kristensen, H. Rønne & Thomsen, A.* (1966): Gummived hos æbletræer. Tidsskr. Planteavl 69, 477-493.
- Kristensen, H. Rønne & Thomsen, A.* (1970): Varmebehandlings indflydelse på planter og plantevira. Tidsskr. Planteavl 74, 264-280.
- Maillet, P. L., Gourret, J. P. & Hamon, C.* (1968): Sur la présence de particules de type Mycoplasme dans le liber de plante atteintes de maladies du type »jaunisse« (Aster Yellow, Phyllodie du Treèfle, Stolbur de la Tomate) et sur la parenté ultrastructurale de ces particules avec celles trouvées chez divers Insectes Homoptères. C. R. Hebd. Séanc Acad. Paris Sér. D 266, 2309-2311.
- Reynolds, E.* (1963): The use of lead citrate at high pH, as electron opaque stain in electron microscopy. J. Ultrastruct. Res. 26, 31-43.
- Spurr, A. R.* (1969): A low viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. J. Ultrastruct. Res. 26, 31-43.

Manuskript modtaget den 22. december 1983.