

Canadian Plant Disease Survey

Vol. 62, No. 1, 1982

Inventaire des maladies des plantes au Canada

Vol. 62, N° 1, 1982



Agriculture
Canada

Canada

Canadian Plant Disease Survey

Volume 62, Number 1, 1982

CPDSAS 62(1) 1-19 (1982) ISSN 008-476X

Inventaire des maladies des plantes au Canada

Volume 62, Numéro 1, 1982

Contents/Contenu

- 1 Rétrospection de l'anthraxose des céréales au Québec
Luc Couture et Fernand Darisse
- 3 Characteristics of an isolate of white clover mosaic virus prevalent in Eastern Ontario
A.H. Khadhair and R.C. Sinha
- 9 Incidence of yellow patch in burley tobacco seed beds
T.R. Anderson and T.W. Welacky
- 11 Sclerotinia sclerotiorum on oil and fibre flax in Alberta
F.M. Mederick and L.J. Piening
- 13 Inventaire de nématodes phytoparasites dans des cultures de plantes fourragères au Québec: 1973 à 1978
Jacquelin Santerre et Roger Lévesque

The *Canadian Plant Disease Survey* is a periodical of information and record on the occurrence and severity of plant diseases in Canada and on the assessment of losses from disease. Other original information such as the development of methods of investigation will also be accepted. Review papers and compilations of practical value to plant pathologists will be included from time to time.

Research Branch, Agriculture Canada

Acting Editor P. Beauchamp, Research Program Service,
Agriculture Canada, Ottawa, Ontario K1A 0C6

L'*Inventaire des maladies des plantes au Canada* est un périodique d'information sur la fréquence des maladies des plantes au Canada, leur gravité, et les pertes qu'elles occasionnent. La rédaction accepte d'autres communications originales, notamment sur la mise au point de nouvelles méthodes d'enquête. De temps à autre, l'inventaire inclut des revues et des synthèses de rapports d'intérêt immédiat pour les phytopathologistes.

Direction de la recherche, Agriculture Canada

Rédacteur intérimaire P. Beauchamp, Service des programmes
de recherche, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6

Rétrospection de l'antracnose des céréales au Québec¹

Luc Couture² et Fernand Darisse³

L'antracnose des céréales provoquée par le *Colletotrichum graminicola* a été signalée pour la première fois au Québec en 1939 et pour la dernière fois en 1964. On a constaté sa présence dans trois régions de la province: la Gaspésie, la région de Québec et le lac Saint-Jean. L'avoine s'est révélée plus sensible que l'orge, elle-même plus sensible que le blé. On a relevé un effet variétal chez l'avoine seulement. La maladie est probablement passée inaperçue à maintes reprises à cause de la méconnaissance de ses symptômes.

Can. Plant Dis. Surv. 62:1, 1-2, 1982.

Cereal anthracnose caused by *Colletotrichum graminicola* was reported for the first time in Québec in 1939 and for the last time in 1964. The disease occurred in three different regions of the province: the Gaspé peninsula and the Québec City and lake Saint John regions. Oat was more susceptible than barley which was itself more susceptible than wheat. Varietal effect was observed in oat only. The disease has probably gone unnoticed time and again because of the lack of knowledge about its symptoms.

Introduction

L'antracnose des céréales, provoquée par le *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils., est une maladie des sols pauvres dont on a rarement entendu parler au Québec et dans le reste du Canada. Cette maladie n'a pas souvent été signalée au Canada (Conners, 1967) probablement, mais pas exclusivement, parce que son incidence est plutôt limitée.

Les symptômes de la maladie peuvent consister en de petites lésions elliptiques sur la moitié inférieure de la tige. Les racines peuvent également être attaquées. En cours de croissance, la vigueur générale de la plante est réduite, les tiges sont plus minces que normales et la maturation plus rapide. Il en résulte naturellement des baisses de rendement en conséquence. Signalons aussi que l'éventail d'hôtes sensibles à l'antracnose est très étendu chez les espèces de la famille des graminées (Sprague, 1950).

Nous présentons ci-dessous un relevé des cas connus d'antracnose des céréales à paille au Québec, de même qu'une synthèse et une interprétation de ce relevé pour aider à en saisir la portée véritable et pour appeler l'attention sur la possibilité de présence de cette maladie dans le diagnostic de cas pathologiques.

Rapports de la maladie

L'antracnose des céréales a été signalée pour la première fois au Québec en 1939 sur l'avoine Mabel cultivée en parcelles à Deschambeault (Conners, 1939) où l'on consta-

taient un niveau de traces. Dès l'année suivante on indiquait sa présence abondante sur quelques plantes d'un champ d'avoine (Conners, 1940) dont l'emplacement n'est pas précisé. Quelques années plus tard en 1943, on observait un niveau d'infection modéré dans une pépinière d'avoine à La Pocatière (Conners et Savile, 1943).

On a plus tard constaté sa présence à l'ancienne ferme expérimentale d'Agriculture Canada à Caplan. Toutes les variétés d'avoine cultivées en parcelles en 1960 ont été sévèrement touchées tandis que les orges étaient légèrement attaquées (Creelman, 1961). L'année suivante, 1961, l'antracnose était toujours présente sur avoine et son intensité variait de légère à moyenne (Creelman, 1962). En 1962, le niveau d'attaque était léger, toujours sur avoine; on signalait à nouveau sa présence sur orge au niveau de traces ainsi que sur le blé dont c'était la première mention d'attaque (Creelman, 1963).

Les autres mentions d'antracnose sont des traces sur avoine Shefford en parcelles à Thetford Mines en 1960 (Creelman, 1961) et 1962 (Creelman, 1963) et une intensité de légère à sévère dans des parcelles de la même avoine cultivée à Péribonka en 1962 (Creelman, 1963). On a signalé pour la dernière fois sa présence en 1964 (Creelman, 1965) sur avoine semée tardivement à l'île d'Orléans (à Sainte-Pétronille et à Sainte-Famille) et à Deschambeault où l'intensité était sévère.

Dans leur répertoire des maladies des plantes, Crowell et Lavallée (1942) et Sprague (1950) ont inclus le Québec dans la zone de distribution de l'antracnose sur orge à leur date respective de publication. Cependant la première citation précise que nous ayons pu découvrir sur orge est celle de Creelman (1961) citée plus haut.

Signalons enfin qu'il n'y a pas eu de mention d'antracnose sur seigle au Québec. On connaît d'ailleurs peu de choses de la pathologie de cette culture plutôt limitée dans la province.

¹ Contribution N° 186 de la Station de Recherches d'Agriculture Canada à Sainte-Foy

² Station de Recherches, Agriculture Canada, 2560, boulevard Hochelaga, Sainte-Foy (Québec) G1V 2J3

³ Ferme expérimentale, Agriculture Canada, Normandin (Québec) G0W 2E0

Discussion

L'anthraxose a donc été manifeste sporadiquement dans trois régions du Québec: la Gaspésie (Caplan), la région de Québec (La Pocatière, Thetford Mines, Ile d'Orléans et Deschambault) et le lac Saint-Jean (Péribonka). Au cours de ses apparitions constatées, la maladie a provoqué le plus de symptômes chez l'avoine, tandis que l'orge et davantage le blé se sont révélés beaucoup moins sensibles. Cet ordre de sensibilité coïncide avec celui observé par Harder et Skoropad (1968) chez les céréales cultivées en Alberta tandis que Jones et Clifford (1978) affirment que le blé serait plus sensible que les autres céréales.

En dépouillant les données originales, on constate un effet variétal assez net chez l'avoine, le cultivar Shefford se classant le plus sensible lorsque présent. L'intensité de la maladie n'était pas assez prononcée chez l'orge et le blé pour permettre de déceler un effet variétal quelconque chez ces deux espèces.

La dernière mention d'anthraxose au Québec remonte à 1964 (Creelman, 1965). Le relèvement général du niveau de fertilité des sols cultivés a vraisemblablement contribué à atténuer la présence de la maladie au cours des années puisqu'on retrouve l'anthraxose le plus souvent dans les sols grossiers et moins fertiles (Jones et Clifford, 1978) et pauvres en matière organique (Harder et Skoropad, 1968). Toutefois l'état des plantes croissant dans ces dernières conditions passera facilement sur le compte des mauvaises conditions de culture.

Il est plausible de raisonner que la présence de la maladie n'a pas été identifiée en plusieurs occasions à cause de la nature discrète des symptômes. En effet ces symptômes se traduisent principalement en une simple réduction de la vigueur des plantes infectées (Jones et Clifford, 1978). Il est même possible de confondre les symptômes d'anthraxose avec des dégâts par les pucerons (Conners et Savile, 1950). Ajoutons enfin que l'on n'a jamais entrepris d'enquête spécifique sur cette maladie au Québec analogue à celle conduite par Harder et Skoropad (1968) en Alberta et qu'au cours des examens de routine, on a peu tendance à examiner le pied des céréales.

Conclusion

Il est par conséquent possible que l'étendue et l'importance de l'anthraxose aient été sous-estimées dans le temps et

dans l'espace. A cet égard il conviendrait donc, à l'avenir, d'être averti de la question et d'en retenir la possibilité comme cause pathologique impliquée dans les cas de faible vigueur des cultures de céréales à paille en certains milieux, plus particulièrement là où les cultures ont subi des conditions environnementales défavorables dont les effets peuvent se confondre avec la maladie. Cette disposition est d'autant plus opportune que l'on assiste présentement à une recrudescence de l'anthraxose chez le maïs aux États-Unis (Shurtleff, 1980).

Références

1. Conners, I. L. 1939. Nineteenth annual report of the Canadian Plant Disease Survey. Ministère de l'Agriculture du Canada, 112 pp. (page 19)
2. Conners, I. L. 1940. Twentieth annual report of the Canadian Plant Disease Survey. Ministère de l'Agriculture du Canada, 104 pp. (page 10)
3. Conners, I. L. 1967. An annotated index of plant diseases in Canada. Ministère de l'Agriculture du Canada, publication 1251, 381 pp.
4. Conners, I. L. et D. B. O. Savile. 1943. Twenty-third annual report of the Canadian Plant Disease Survey. Ministère de l'Agriculture du Canada, 122 pp. (page 7)
5. Conners, I. L. et D. B. O. Savile. 1950. Thirtieth annual report of the Canadian Plant Disease Survey. Ministère de l'Agriculture du Canada, 135 pp. (page 7)
6. Creelman, D. W. 1961. A summary of the prevalence of plant diseases in Canada in 1960. Canadian Plant Disease Survey 41 (2): 31-121. (pages 44 et 46)
7. Creelman, D. W. 1962. Summary of the prevalence of plant diseases in Canada in 1961. Canadian Plant Disease Survey 42 (2): 23-102. (page 33)
8. Creelman, D. W. 1963. Summary of the prevalence of plant diseases in Canada in 1962. Canadian Plant Disease Survey 43 (3): 61-130. (pages 67, 69 et 71)
9. Creelman, D. W. 1965. Summary of the prevalence of plant diseases in Canada in 1964. A compilation. Canadian Plant Disease Survey 45 (2): 37-83. (page 44)
10. Crowell, I. H. et E. Lavallée. 1942. Check list of diseases of economic plants in Canada. Ministère de l'Agriculture du Canada, 68 pp.
11. Harder, D. E. et W. P. Skoropad. 1968. The occurrence of cereal anthracnose in Alberta. Canadian Plant Disease Survey 48 (2): 39-42.
12. Jones, D. G. et B. C. Clifford. 1978. Cereal diseases: their pathology and control. BASF United Kingdom Limited, Suffolk, 279 pp.
13. Shurtleff, M. C. (éd.) 1980. Compendium of corn diseases, 2e éd. The American Phytopathological Society, St. Paul, 105 pp.
14. Sprague, R. 1950. Diseases of cereals and grasses in North America. Ronald Press Company, New York, 538 pp.
15. Wiese, M. V. 1977. Compendium of wheat diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, 106 pp.

Characteristics of an isolate of white clover mosaic virus prevalent in Eastern Ontario¹

A. H. Khadhair and R. C. Sinha²

A virus found frequently in red clover plants in Ottawa area was identified as white clover mosaic (WCMV) by determining its host range, some physicochemical properties and serological reaction against WCMV-antiserum obtained from two different sources. Electron microscopic examination of leaf-dip and purified virus preparations showed flexuous filamentous particles with a modal length of 500 nm. Sedimentation coefficient ($S_{20,w}$) of the virus was 117 S, buoyant density 1.298 g/cm³, extinction coefficient 3.1, and A260/A280 ratio 1.24. An antiserum prepared against the Ottawa isolate of WCMV reacted specifically with the virus in purified preparations as well as in clarified extracts of infected clover plants in microprecipitin, precipitin-ring and agar gel diffusion tests.

Can. Plant Dis. Surv. 62:1, 3-7, 1982.

Un virus souvent présent dans les plants de trèfle rouge de la région d'Ottawa a été identifié comme étant le virus de la mosaïque du trèfle blanc. Ceci a été établi en déterminant sa spécificité d'hôte, quelques propriétés physicochimiques et sa réaction sérologique envers deux antisérums obtenus à partir de sources différentes. L'examen au microscope électronique de préparations de feuilles trempées et de virus purifié a montré des particules filamenteuses flexueuses d'une longueur modale de 500 nm. Le coefficient de sédimentation ($S_{20,w}$) du virus est de 117 S, sa densité de sédimentation 1.298 g/cm³, son coefficient de disparition 3.1, et le rapport A260/A280 1.24. Un antiserum, préparé contre l'isolat viral en provenance d'Ottawa, a réagi spécifiquement avec le virus présent dans des préparations purifiées de même que dans des extraits clarifiés de plants de trèfle infectés soumis à des tests sérologiques de microprécipitation, de précipitation en anneau et de diffusion sur agar.

Introduction

Red clover (*Trifolium pratense* L.) is an important forage crop in Canada and its seed production averages about 4.5 million kg/year (6). White clover mosaic virus (WCMV), which occurs naturally in red clover, is widely distributed. Pratt (7) surveyed the clover fields in eastern Canada and reported that pea streak virus (PSV) was most prevalent followed by red clover vein mosaic (RCVMV), bean yellow mosaic (BYMV) and pea mosaic (PMV) viruses. Although WCMV was found in several provinces of eastern Canada, its incidence was not estimated. Also, the Canadian isolates of WCMV have not yet been fully characterized.

This paper reports host range, purification, serology and some physicochemical properties of WCMV isolated from red clover. Incidence of some filamentous legume viruses, including WCMV in red clover also was determined.

Materials and methods

During the summer of 1979, red clover fields in the Ottawa area were surveyed and 28 plants showing virus-like symptoms were collected. Twenty-two virus isolates from these samples were established in the greenhouse in red clover plants through sap inoculation. Preliminary examination of infected plants by the leaf-dip method showed filamentous virus particles in 20 isolates. Several of these

virus isolates produced local lesions on *Gomphrena globosa* L. and one of them, hereafter referred to as Ottawa isolate, was propagated in red clover from a single lesion and was later identified as WCMV - a potexvirus.

Most plant species used were grown from seeds obtained from the U.S. National Seed Storage Laboratory (Fort Collins, Colorado), as recommended by the International Working Group on legume viruses to standardize their host range (4). To determine the stability of the virus *in vitro*, the inoculum was prepared by grinding infected red clover leaves with an equal volume (w/v) of 0.01 M potassium phosphate buffer, pH 7.0, and passing the crude extract through a double layer of cheese cloth. Plants were inoculated with the extract by rubbing the upper surface of leaves that had been dusted with carborundum (600-mesh). The inoculated plants were kept in a greenhouse at 22-24°C with supplemental light for a 16-h day. Infectivity assays were made by counting local lesions on *G. globosa*. The virus was purified from 8-day old diseased pea plants (*Pisum sativum* L. cv. Lincoln) by a method similar to the one reported for carlaviruses (12). The procedure involves homogenization of frozen tissue in a phosphate-citrate buffer (0.0165 M sodium phosphate and 0.0018 M sodium citrate, pH 8.9), clarification of the extracts with CaPO₄, precipitation of the virus with polyethylene glycol (PEG), differential and sucrose density gradient centrifugation. The only modifications made in this procedure were that the tissue was homogenized in the presence of chloroform (1 ml for each g of tissue) and the PEG-precipitated virus suspension was centrifuged on a 25% sucrose-cushion instead of two sequential centrifugations on 20 and 30% sucrose-cushion. Unless stated otherwise, purified virus pellets were suspended in the phosphate-citrate buffer.

¹ Contribution No. 1252, Chemistry and Biology Research Institute.

² Chemistry and Biology Research Institute, Agriculture Canada, Ottawa.

Accepted for publication October 1, 1981

Sucrose density gradient columns containing the virus were analyzed with an ISCO model 185 fractionator coupled to a UA-2 absorbance monitor and a recorder. The absorbance at 254 nm was recorded graphically resolving the ultraviolet absorbing material from any point within the gradient column. Purified virus and leaf-dip preparations were negatively stained with 2% phosphotungstic acid at pH 7.0 and examined in a Philips 300 electron microscope. At least 100 virus particles in leaf-dip preparations were measured to determine their modal length.

To calculate the virus extinction coefficient, the purified virus pellet was suspended in double-distilled water and U.V.

absorption spectrum recorded. Weight of the virus was determined by placing 0.4 ml of virus suspension on a microscope cover glass and drying it at 105°C for 1 h. Sedimentation coefficient of the virus was determined in a Beckman Model E Analytical ultracentrifuge using Schlieren optics. The virus in the phosphate-citrate buffer was centrifuged at 28,000 rpm using An-D rotor at 20°C. The graphical method of Markham (5) was used to calculate the sedimentation coefficient. Buoyant density of the virus was determined by the CsCl isopycnic centrifugation using a step gradient method (2). Southern bean mosaic virus (SBMV) was used as a reference. The visible zone was

Table 1. Host range of WCMV isolate from Ontario

Susceptible hosts		Non-susceptible plants	
Test plant	Virus incubation period (days)	Test plant	
Leguminosaeae		Leguminosaeae	
<i>Trifolium pratense</i> L. cv. Kenland	13	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
<i>T. repens</i> L. cv. New Zealand	13	cvs. Early Blue Henderson	
<i>Melilotus alba</i> Desr.	15	Kentucky	
<i>Medicago sativa</i> L. cv. DuPuits	13	Pinto	
<i>Vicia faba</i> L. cv. Bell Bean	6		
<i>Vigna sinensis</i> (Torner) Savi. cv. Blackeye	4	<i>Glycine max</i> (L.) Merr. cvs. Bragg Davis	
<i>Pisum sativum</i> L. cvs. Alaska	8	Solanaceae	
Progress #9	6	<i>Datura stramonium</i> L.	
Thomas Laxton	6	cv. R. Fulton	
Perfected Wales	6	<i>Petunia hybrida</i> Hort. Vilm-Andr.	
Dark Skin Perfection	6	cv. King Henery	
Lincoln	8	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. cvs. Burpee's Brittle	7	cv. Marglobe	
Black Turtle Soup	7	Chenopodiaceae	
Bountiful	7	<i>Chenopodium quinoa</i>	
Contender	7	<i>C. album</i>	
Great Northern	7	<i>Spinacea oleracea</i> L.	
Tendergreen	7	cv. Bloomsdale Long	
Amaranthaceae		Cucurbitaceae	
<i>Gomphrena globosa</i> L.	2	<i>Cucumis sativus</i> L.	
Chenopodiaceae		cv. Chicago pickling	
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	3		
Coste and Reyn.			

removed and the buoyant density calculated from the refractive index of the sample containing the virus (8).

To prepare the antiserum, one ml of freshly purified preparation containing 2-2.5 mg virus was emulsified with an equal volume of Freund's incomplete adjuvant and administered intramuscularly into the hind leg of a rabbit. Ten such injections were given at weekly intervals. Twelve days after the last injection, one additional injection of the virus suspension was given intravenously and five days later the rabbit was bled, serum separated by low speed centrifugation and stored in small lots at -20°C . Precipitin ring (13), microprecipitin (10) and agar gel double diffusion (9) tests were done as described earlier.

Six red clover fields located within 50 km around Ottawa were surveyed to determine the incidence of viruses. The number of healthy plants and those showing virus-like symptoms in each field were recorded by walking in W-fashion. Also plants showing virus-like symptoms were collected randomly from each field and the extract of each sample was tested against the antisera of WCMV (Ottawa isolate), BYMV, RCVMV, PSV and CYMV by the microprecipitin test. The extracts were prepared by grinding leaf samples with an equal volume (w/v) of 0.05 M potassium phosphate buffer saline (pH 7.0, 0.85% NaCl) containing 0.5% mercaptoethanol, and the crude extract was passed through a double layer of cheese cloth. An equal volume of chloroform was then added to the filtrate and stirred well using a vortex shaker. The mixture was centrifuged at 12,000 *g* for 10 min and the supernatant used for serological tests.

Results and discussion

Nineteen plant species belonging to five different families were inoculated with the virus to determine its host range (Table 1). Only two plant species *Chenopodium amaranticolor* and *G. globosa*, outside the family Leguminosae were found susceptible to the virus. Both of them produced local lesions while other susceptible plants developed systemic symptoms. The plants which did not show symptoms were checked for symptomless infection by assaying them on *G. flobosa*. None of these assays showed local lesions on the test plants. Infected red clover plants showed vein clearing at early stage of infection and later mosaic. Some of the plants with disease symptoms are shown in Figs. 1-3. Host range of the virus and symptoms produced are very similar to those reported for WCMV (1) with the exception that *Cucumis sativus* is not susceptible to the Ottawa virus isolate. Also, local lesions on *G. globosa* are produced only by one other WCMV isolate from California (1).

The virus pellet obtained using the purification procedure recommended for carlaviruses (12) contained some host plant material. The modifications incorporated in this method provided purer virus preparations in a shorter period. Electron micrographs of both purified virus preparations (Fig. 4) and leaf-dip preparations showed flexuous filamentous particles. Some end to end aggregation and a few broken virus particles were observed in the purified preparations. The

modal length of the particles calculated from leaf-dip preparations was 500 nm.

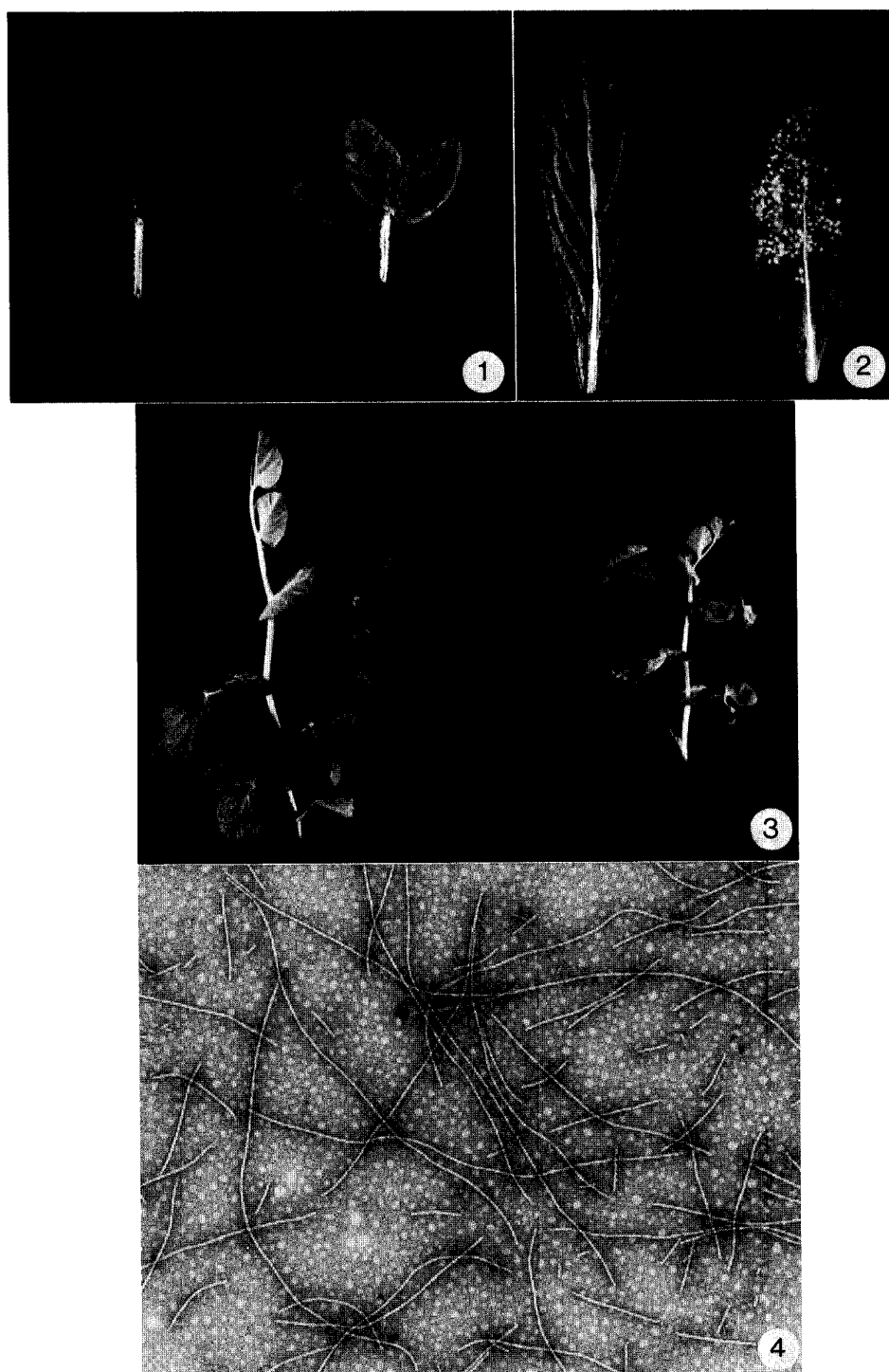
Table 2. Biophysical properties of WCMV

Property	Ottawa isolate	Other isolates
Thermal inactivation point	70-75°C	60°-80°C
Dilution-end point	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶
Longevity <i>in vitro</i>	14-16 days	10-99 days
Sedimentation coefficient (S _{20,w})	117 S	112-119 S
Extinction coefficient	3.1	3.6
Buoyant density	1.298	not reported
Particle modal length	500 nm	480 nm
A260/A280	1.24	1.20
References	Present study	(1, 3, 11)

Optical density tracings at 254 nm of density gradient column upon fractionation showed a single peak which coincided with the visible virus band and highest infectivity. Analytical centrifugation showed that the virus sedimented as a single component. The sedimentation coefficient (S_{20,w}) of the virus, in four suspensions containing 0.2 to 1.9 mg/ml virus, increased with dilution from 105 S to 115 S. The S_{20,w} of the virus extrapolated to infinite dilution was 117 S. Centrifugation of purified virus in CsCl step gradient showed one sharp band. The buoyant density (ρ) of the virus was calculated to be 1.298 g/cm³ in all three experiments. The ρ of SBMV, centrifuged with the Ottawa virus isolate in the same tube, came to 1,359 g/cm³ which agrees with the reported value (8). Virus samples removed from the bands obtained after the different centrifugations mentioned above were infectious and the particles retained their normal morphology. The purified Ottawa virus isolate had an absorption spectrum typical of a filamentous virus with a maximum at 259 nm and a minimum at 247 nm. Extinction coefficient of the virus at 259 nm, determined by weighing the virus at different concentrations, was 3.1 ± 0.05 .

Some *in vitro* properties of the virus isolate under investigation along with the values reported for other WCMV isolates are summarized in Table 2. These properties are in general agreement with other WCMV isolates but the extinction coefficient of the Ottawa virus isolate is lower than that reported only for New Zealand isolate of WCMV (3).

The titer of the antiserum, using 1 mg/ml of purified virus, was 1024 and 512 as determined by microprecipitin and precipitin ring tests, respectively. The minimum concentration of virus detectable by both tests was 0.4 mg/ml. Clarified extracts of the infected clover plants also gave a



Figs. 1-3. Symptoms produced by White clover mosaic virus: diseased leaves or plant are shown on the right and the healthy ones on the left. 1) Systemically infected red clover leaf showing mosaic. 2) *Gomphrena globosa* leaf showing local lesions 3 days after inoculation with the virus. 3) Systemically infected pea plant showing curling of leaves, mild necrosis and stunting.

Fig. 4. Electron micrograph showing flexuous filamentous particles from a purified preparation of the virus. $\times 37,200$.

positive reaction in both tests. To obtain a positive reaction in immunodiffusion test, virus particles in the purified preparations as well as in the clarified extracts had to be disrupted by 3 cycles of freezing and thawing. Such virus preparations produced a thick precipitin band midway between the antiserum and antigen wells. To check for nonspecific reactions, concurrently with each experiment antiserum and preimmune serum were tested against clarified extracts of healthy clover plants, and purified virus against the preimmune serum. No positive reactions were observed in any of these tests.

To confirm the identity of the Ottawa isolate, purified virus preparations at 1 mg/ml were tested against undiluted

antisera of WCMV (obtained from two sources), BYMV, PSV, RCMV and clover yellow mosaic virus (CYMV). Positive reactions were observed only with WCMV-antiserum in all three types of serological tests.

Virus-like symptoms were observed on 17% (88/504) of red clover plants during the survey of six fields. The incidence of such plants in different fields varied from 16.6 to 23.3%. The clarified extracts from 346 randomly collected plants showing virus-like symptoms were tested serologically for the presence of certain filamentous viruses. WCMV had the highest incidence followed by BYMV, CYMV, PSV and RCMV (Table 3). About 60% of the test plants were found to be infected with more than one virus.

Table 3. Incidence of some filamentous viruses infecting red clover in eastern Ontario

Field	No. of plants tested serologically ^a	No. of plant samples reacted positively against the antisera of ^b					No. of samples reacted negatively
		WCMV	BYMV	CYMV	PSV	RCMV	
1	60	48	18	4	3	3	8
2	46	13	8	3	2	1	26
3	48	25	23	19	16	15	3
4	67	13	8	8	7	6	43
5	70	40	4	3	3	2	22
6	55	16	6	6	5	7	34
Total	346	155	67	43	36	34	136
%		44	19	12	10	9	39

^aClarified extracts of plants showing virus-like symptoms were tested by microprecipitin test.

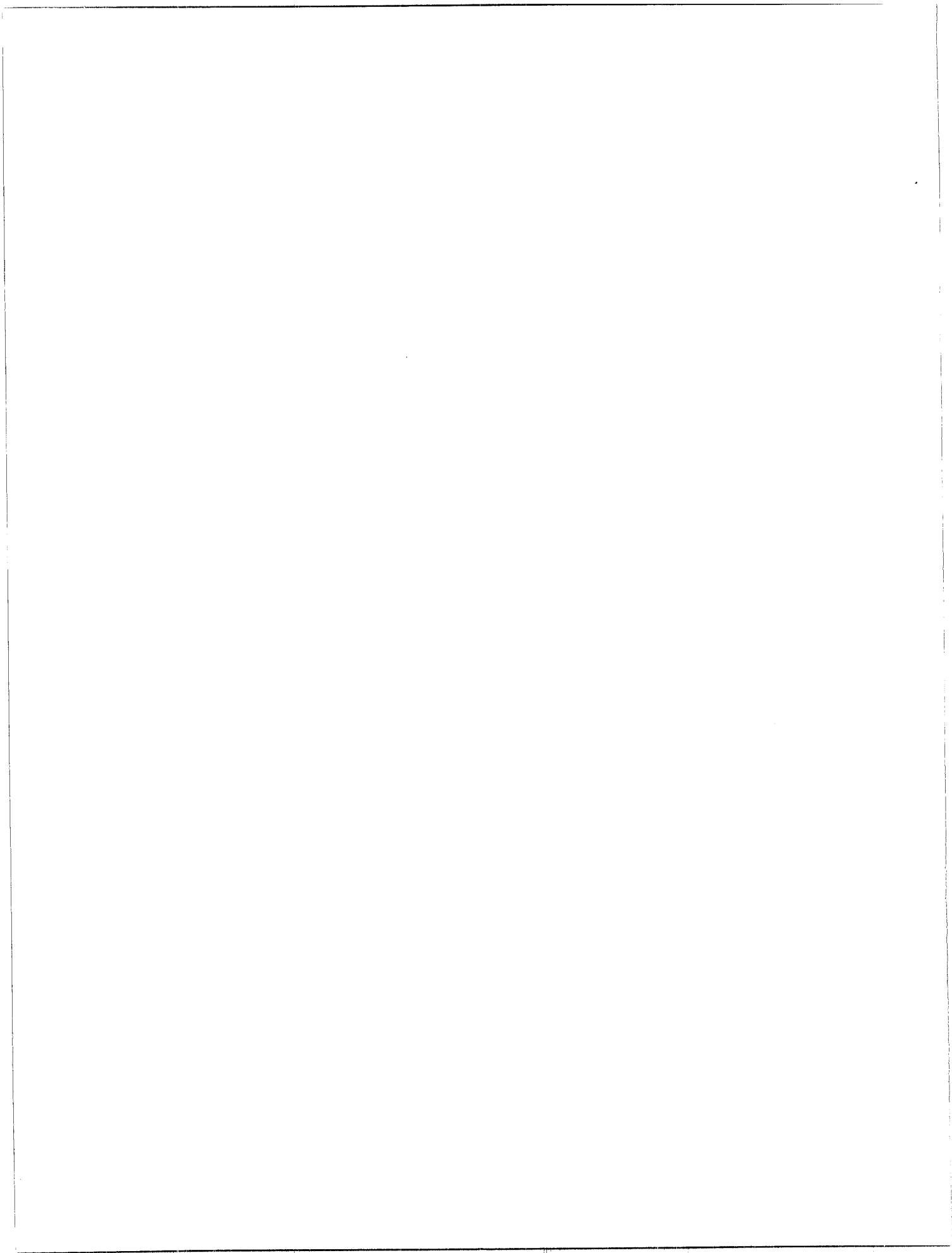
^bWCMV-white clover mosaic virus, BYMV-bean yellow mosaic virus, CYMV-clover yellow mosaic virus, PSV-pea streak virus, RCMV-red clover vein mosaic virus. The antiserum against WCMV used was prepared during the present studies and others were obtained from different sources as mentioned in the acknowledgement.

Acknowledgements

We are thankful to Dr. J.F. Peterson of Macdonald College and Dr. Y. C. Paliwal of CBRI for helpful suggestions, to Mrs. Rhoda Lau for excellent technical assistance, to Vancouver Research Station for providing antisera against WCMV, BYMV and CYMV and Dr. L. Bos for antisera against PSV and RCMV. The second sample of WCMV-antiserum was obtained from American Type Culture Collection.

Literature cited

1. Bercks, R. 1971. White clover mosaic virus. C.M.I./A.A.B. Description of plant viruses. No. 41.
2. Brunck, C. F., and V. Leick. 1969. Rapid equilibrium isopycnic CsCl gradients. Biochem. Biophys. Acta 179: 136-144.
3. Fry, P. R., R. G. Grogan, and J. W. Lyttleton. 1960. Physical and chemical properties of clover mosaic virus. Phytopathology 50: 175-177.
4. Hampton, R. O., L. Beczner, D. Hagedorn, L. Bos, T. Inouye, O. Barnett, M. Musil, and J. Meiners. 1978. Host reactions of mechanically transmissible legume viruses of the northern temperate zone. Phytopathology 68: 489-496.
5. Markham, R. 1960. A graphical method for the rapid determination of sedimentation coefficients. Biochem. J. 77: 516-519.
6. Pankiw, P., C. R. Elliot, L. P. Folkens, and H. Baenziger. 1977. Red clover production. Agriculture Canada Publication No. 1614.
7. Pratt, M. J. 1968. Clover viruses in eastern Canada in 1967. Can. Plant Dis. Surv. 48: 87-92.
8. Sehgal, O. P., J. Jean, R. B. Bhalla, M. M. Soong, and G. F. Krause. 1970. Correlation between buoyant density and ribonucleic acid content in viruses. Phytopathology 60: 1778-1784.
9. Sinha, R. C., and E. A. Peterson. 1980. Homologous serological analysis of *Rhizobium meliloti* strains by immunodiffusion. Can. J. Microbiol. 26: 1157-1161.
10. Van Slogteren, D. H. M. 1955. Serological microreaction with plant viruses under paraffin oil. Proc. Second Conf. Potato Virus Dis., Lisse-Wageningen. pp. 51-54.
11. Varma, A., A. J. Gibbs, and R. D. Wood. 1970. A comparative study of red clover vein mosaic virus and some other plant viruses. J. Gen. Virology 8: 21-32.
12. Veerisetty, V., and M. K. Brakke. 1978. Purification of some legume carlaviruses. Phytopathology 68: 59-64.
13. Whitcomb, R. F., and L. M. Black. 1961. Synthesis and assay of wound-tumor soluble antigen in an insect vector. Virology 15: 136-145.



Incidence of yellow patch in burley tobacco seed beds

T. R. Anderson and T. W. Welacky¹

Burley tobacco transplant producers in southwestern Ontario were surveyed to determine incidence of yellow patch in seed beds. Soil fumigation and low greenhouse temperatures were associated with the disorder. Transplant losses ranged from 0-25%. The average transplant loss was 6.3%.

Can. Plant Dis. Surv. 62:1, 9-10, 1982.

Une enquête a été effectuée chez les producteurs de plantules de tabac Burley dans le sud-ouest de l'Ontario afin de déterminer l'incidence des zones jaunes sur les lits de semences. La fumigation du sol et les basses températures de serre, ont été associées à cette maladie non-parasitaire. Les pertes de plantules ont varié de 0-25% avec une perte moyenne de 6.3%.

Introduction

During 1980 and 1981 a number of burley tobacco transplant producers experienced seed bed problems characteristic of yellow patch. Transplant losses have been attributed to poor emergence and stunting of seedlings in irregular patches in the seed bed. Although the majority of stunted seedlings eventually recovered, growth was delayed to such an extent that many of the affected plants were unsuitable for transplanting.

Yellow patch is generally attributed to nitrite accumulation and may be more severe on compact, wet areas of the seed bed (1) (3). Organic sources of nitrogen such as manure and excessive inorganic fertilizer have been associated with an increased incidence of yellow patch (3). However, the problem occurs in seed beds that receive recommended rates of inorganic fertilizer. This suggests that nitrate fertilizer may not be the main factor involved in the etiology of yellow patch.

Factors affecting yellow patch have not been studied extensively. The lack of research may be attributed to confusion with other disorders that result in similar foliar symptoms such as excessive watering, insufficient fertilizer, salt damage, nematode damage and root rot.

Materials and methods

In 1981 commercial growers were surveyed to determine if a particular practice or environment might increase the incidence of yellow patch. Growers were questioned with regard to cultural practices, distribution of problem areas and appearance of affected plants. In addition, growers were asked to estimate emergence loss and the percentage of seedlings unavailable for transplanting. Transplants from affected areas at the Harrow Research Station and from several commercial seed beds were examined microscopically to determine if plant pathogens were present.

Results and discussion

Twenty-three transplant producers responded to the questionnaire. All producers were growing m.s. Bu 21 X Ky 10 which was seeded between March 22 and April 9. The majority of growers seeded during the first week of April. The average seed bed age was 2.8 years but ranged from 1 - 10 years. Fifty-seven percent of seed beds were steamed, 22% fumigated and 21% not treated. Fertilizer was applied to 61% of the beds. The majority of the fertilizer applied was formulated as 4-30-8. Most growers watered plant beds as required rather than on a regular schedule. Average high temperature in all greenhouses was 25.3°C (range, 21 - 32°C). Average low temperature was 5.4°C (range, 2 - 10°C). The average lowest temperature that occurred in greenhouses during April was 0.7°C (range, -4 - 7°C).

The average loss in plant stands from poor emergence and loss of transplants from stunting was 11.5 and 6.3% respectively. If only growers who reported problems were considered, emergence and transplant losses were 16.6 and 13.2%, respectively. Two growers reported a 25% loss of transplants.

The majority of growers indicated that uneven growth occurred along walls and in irregular patches scattered throughout the plant bed. Plants in these areas were yellow and stunted. Five growers reported symptoms of cold damage characterized by seedlings that remained green with an upward cupping of leaves. Two of these growers reported a loss in transplants but both reported symptoms of yellow patch in addition to leaf curling.

Few growers indicated that roots of plants in affected areas were necrotic. Five growers who described symptoms of yellow patch on the leaves reported that roots were healthy. This suggests that nitrogen deficiency may have been affecting some seed beds but four of these growers fertilized at the recommended rate. It is possible that growers did not observe roots closely or that observations were made after new roots were produced.

At the Research Station, emergence proceeded normally until leaves were 3 - 5 mm in diameter. At that stage, 3 - 4

¹ Plant Pathologist and Tobacco Agronomist, respectively. Agriculture Canada, Research Station, Harrow, Ontario N0R 1G0

weeks from seeding, seedlings in affected areas began to wilt and die or became pale green to yellow in colour and remained stunted. The tips of the tap and the longest lateral roots of stunted plants appeared necrotic and frequently necrotic areas occurred at intervals along the entire length of older roots. New roots produced near the base of the plant

appeared healthy. Microscopic examination of the necrotic areas did not reveal any pathogens. Similar results were obtained in examining stunted plants for several commercial plant beds. Soluble salt levels in seed beds at the Research Station were less than 100 which suggests that salts were not causing damage (3).

Table 1. Effect of various factors on loss of tobacco seedlings produced by commercial growers, 1981.

Factor	Number of growers reporting a loss	Number of growers reporting no loss
Steam sterilized	7	6
Fumigated	5	0
No treatment	4	1
Fertilizer applied	6	9
Fertilizer not applied	5	3
Age of seed bed 1 yr	4	3
2-3 yrs	6	6
4 yrs	2	2
Average high temp. 32 C	3	0
27 C	5	5
21 C	6	2
Average low temp. 10 C	3	3
4 C	4	3
2 C	5	0

The effect of several factors on incidence of yellow patch is presented in Table 1. Because of low sample number, significant relationships among cultural practices, environment and incidence of yellow patch were not evident; however, application of fertilizer did not appear to affect the incidence of the disorder. Factors that appeared to affect yellow patch were soil fumigation and average high and low greenhouse temperatures. These factors are known to affect nitrification (2) which in turn may affect nitrite concentration. However, these factors do not explain the patchy appearance of the disorder particularly in the central areas of seed beds. The patchy nature of the affected areas suggests that seed bed compaction or slight gradations in seed bed level which would affect soil moisture have a pronounced effect on symptom development as noted previously (1) (3). Questions regarding these two factors were not included in the survey because differences in compaction or bed level are often slight and would require critical measurement. Since fumigation was associated with symptoms of yellow patch it is possible that residual fumigant was present in compact areas of seed beds.

The survey does indicate that yellow patch can be of economic importance. If the main factor or factors contributing to the disorder could be identified, control programs might be devised to reduce losses of transplants.

Literature cited

1. Lucas, G. B., 1975. Diseases of Tobacco. Biological Consulting Associates, Raleigh, N. C. 621 pp.
2. Prasad, R., G. B. Rajale, and B. A. Lakdivi. 1971. Nitrification retarders and slow release nitrogen fertilizers. Advan. Agron. 23: 337-383.
3. Watson, M. C., and M. W. Shiedow. 1978. Producing Tobacco Transplants in Ontario. OMAF Publ. 7, 26 pp.

Sclerotinia sclerotiorum on oil and fibre flax in Alberta

F. M. Mederick¹ and L. J. Piening²

Black sclerotia were found in early September, 1981, on and within the stems of fibre flax plants from research plots at the Alberta Agriculture Field Crops Station in Lacombe, Alberta. Sclerotia were also found by the co-author in oil seed flax plots at the neighbouring Canada Department of Agriculture Research Station. A review of the literature indicated that *Sclerotinia sclerotiorum* has not been previously reported on flax in Canada.

Can. Plant Dis. Surv. 62:1, 11, 1982.

Des sclérotés noires furent trouvées au début de septembre 1981, sur et à l'intérieur de tiges de plants de lin à fibre provenant de parcelles de recherche à la Station sur les grandes cultures d'Agriculture Alberta située à Lacombe, Alberta. Des sclérotés furent également trouvées par le coauteur, dans des parcelles de lin à graines oléagineuses situées tout près, à la Station de recherche d'Agriculture Canada. Une revue de la littérature a indiqué que *Sclerotinia sclerotiorum* n'avait pas encore été signalé sur le lin au Canada.



Figure 1. Sclerotia on stem surface (extreme left) and in the pith cavity of fibre/flax

Wilted flax plants were found scattered within the rows at the early flowering stage of growth in early August, 1981, on the fibre flax varieties Vlasses, Natasja, Nynke, Dufferin and Reina. No symptoms were noted on the variety Hera. Vlasses (15%) and Natasja (20%) were the most diseased, followed by Dufferin (10%), Nynke (8%) and Reina (3%). Towards the end of the flowering period, infected plants were pale brown in colour and were dried up. The stems

were easily shredded and the core of the stems contained many elongated sclerotia. Sclerotia were of variable size and shape and were white at first, and they turned black as they matured. Sometimes the sclerotia developed on the outer surface of the stems and more frequently they were found in the pith cavity of stems (Fig. 1). No sclerotia were found in the roots. Identification was confirmed at the Plant Pathology Laboratory in Winnipeg.

Sclerotinia sclerotiorum (Lib) de Barry is a non-specific pathogen causing infection of roots, stems, heads and seeds in a wide range of field, forage, vegetable and ornamental crops, as well as some herbaceous weeds (3). Cruciferae, Leguminosae and Solonaceae are the most important hosts. *S. sclerotiorum* has been reported on sunflowers (*Helianthus annuus*) in Manitoba (2), and in other parts of Canada (1); on sweet clover (*Melilotus spp.*) in British Columbia, and on swedes and rape (*Brassica spp.*) (4).

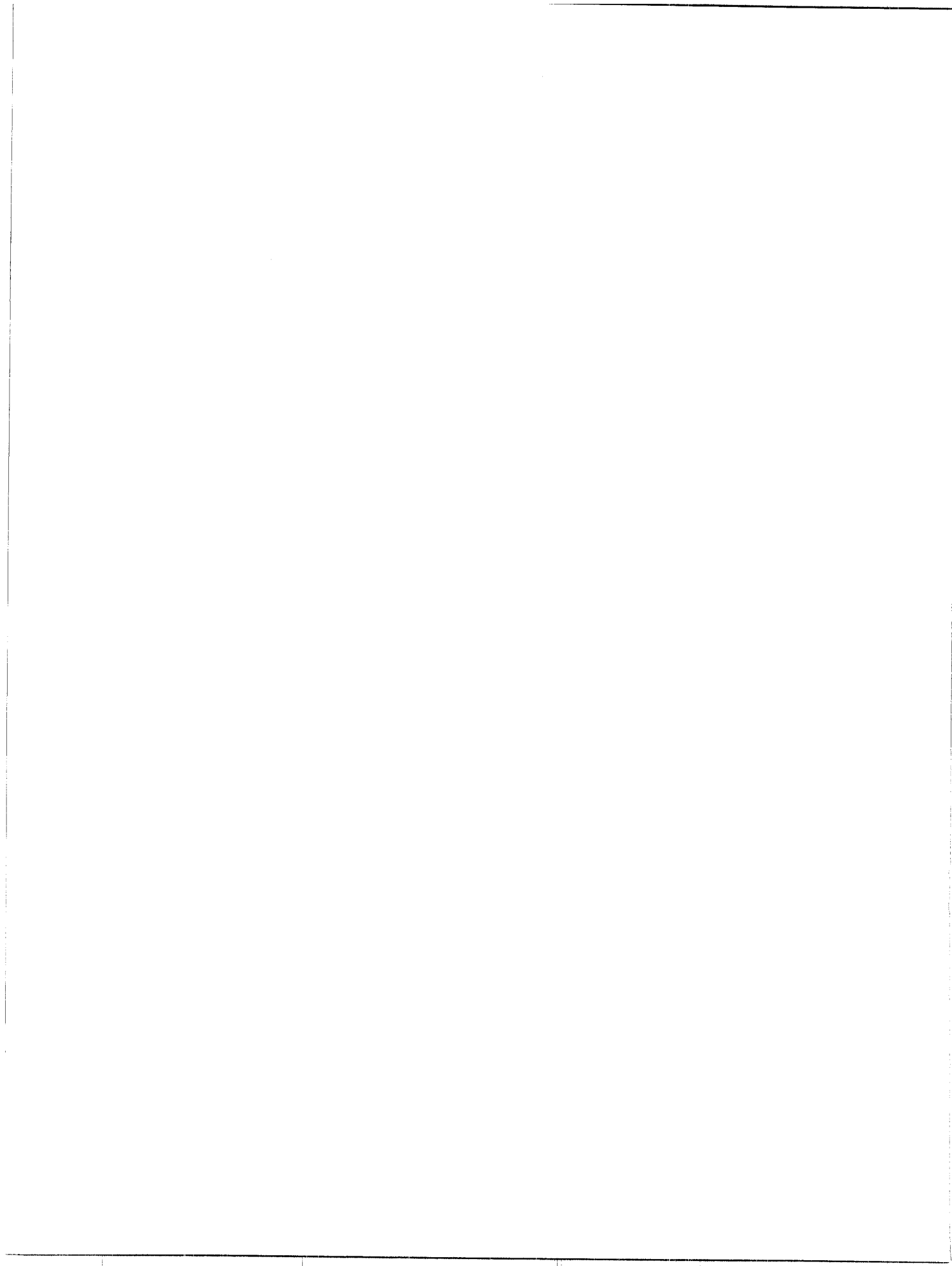
Sources of primary inoculum may have come from sclerotia from diseased rapeseed plants grown in the previous year in plots near to the flax plots. The abundance of inoculum was evident by the very great amount of infection by *S. sclerotiorum* in this year's sunflower and lentils adjacent to the fibre flax plots. In view of the increasing acreage of new or special crops like rape, sunflowers, lentils and peas, all of which can be a host for this pathogen, this disease could be of economic importance to the future of a fibre flax industry in Alberta.

Literature cited

1. Connors, I. L. 1967 - An annotated index of Plant Diseases in Canada. In Canada Department of Agriculture Research Publication 1251, 381 pp.
2. Hoes, J. A. 1969 - Sunflower Diseases in Manitoba in 1968. Canadian Plant Disease Survey 49: 27.
3. Price, K. and J. Colhoun. 1975 - Pathogenicity of Isolates of (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Lib) de Barry to Several Hosts. Phytopathology Z. 83: 232 - 238
4. Sunflower Science and Technology 1978 - Agronomy No. 19 A.S.A., C.S.S.A., S.S.S.A., 505 pp.

¹ Annual Crop Agronomist, Alberta Agriculture Field Crops Branch, Lacombe, Alberta

² Plant Pathologist, Agriculture Canada Research Station, Lacombe, Alberta



Inventaire de nématodes phytoparasites dans des cultures de plantes fourragères au Québec: 1973 à 1978

Jacquelin Santerre¹ et Roger Lévesque¹

Un inventaire nématologique, réalisé pendant la période de 1973-1978, a révélé la présence de huit genres de nématodes phytoparasites associés à des cultures de plantes fourragères dans 254 champs échantillonnés dans la province du Québec. Les nématodes *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus* et *Heterodera* étaient respectivement présents dans 88, 71, 66, 65 et 65 pour cent de tous les champs échantillonnés; les nématodes *Tylenchorhynchus*, *Macroposthonia* et *Xiphinema*, dans une plus petite proportion des champs. Le nématode des lésions de racines, *Pratylenchus*, était le plus abondant dans les sols de luzerne (*Medicago sativa*), de trèfle violet (*Trifolium pratense*), de lotier corniculé (*Lotus corniculatus*), de fléole des prés (*Phleum pratense*) et de brome (*Bromus inermis*). Sa population était plus dense dans les champs de fléole des prés et de trèfle violet que dans ceux de luzerne. La densité de population du nématode des lésions de racines, *Pratylenchus*, et du nématode cécidogène, *Meloidogyne*, était plus grande dans les racines de trèfle violet que dans celles de fléole des prés et de luzerne. On a isolé le nématode des kystes de racines, *Heterodera*, surtout des racines du trèfle violet. La densité de population moyenne du nématode spiral, *Helicotylenchus*, était la plus grande dans les champs de fléole des prés.

Can. Plant Dis. Surv. 62:1, 13-19, 1982.

Eight genera of plant parasitic nematodes were associated with fodder crops in 254 fields sampled in the province of Quebec during 1973-1978. Root-lesion (*Pratylenchus*), root-knot (*Meloidogyne*), spiral (*Helicotylenchus*), pin (*Paratylenchus*), and cyst (*Heterodera*) nematodes were present in 88%, 71%, 66%, 65% and 65%, respectively, of all fields sampled; stunt (*Tylenchorhynchus*), ring (*Macroposthonia*), and dagger (*Xiphinema*) nematodes were found in smaller proportions of the fields. Root-lesion nematodes had the greatest population densities in soils seeded to the five fodder crops, lucerne (*Medicago sativa*), red clover (*Trifolium pratense*), birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*), timothy (*Phleum pratense*), and brome (*Bromus inermis*). The densities were greater in soils sown to timothy and red clover than to lucerne. Population densities of root-lesion and root-knot nematodes were greater in red clover than in timothy and lucerne roots. Cyst nematodes were recovered mainly from roots of red clover. Average population densities of spiral nematodes were greater in soils seeded to timothy.

Introduction

Les plantes fourragères cultivées comme foin au Québec sont la fléole des prés (communément appelée mil), la luzerne, le trèfle violet (communément appelé trèfle rouge) et, à un moindre degré, le brome et le lotier. Ces plantes sont généralement semées en mélange avec ou sans plante-abri. La culture du foin occupe une superficie de 1.102.800 hectares, soit 67.9% de la superficie totale des grandes cultures. Sa valeur à la ferme s'élève à 54.2% de la valeur totale de celles-ci (14). Willis et Thompson (23, 24) déterminent le potentiel de nuisibilité des nématodes phytoparasites à l'égard des plantes fourragères dans l'est du Canada, lorsqu'ils signalent la présence en abondance du nématode des lésions de racines, *Pratylenchus* spp., ainsi que celle de huit autres genres de nématodes associés aux légumineuses fourragères dans les provinces maritimes. Thompson et Willis (16, 17) et Willis et Thompson (26) montrent ensuite que le nématode des lésions de racines, *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev et Shuurmans Stekhoven, 1941, causent des dommages aux plantes

fourragères à l'Île-du-Prince-Édouard. En 1971, Willis et al. (25) notent la présence abondante de huit genres de nématodes associés aux légumineuses, lotier corniculé, luzerne et trèfle violet, en Nouvelle-Ecosse. Déjà, Estey (4) avait observé au Québec la présence de nombreux nématodes «épingles» (nématodes à stylet aculéiforme), *Paratylenchus* spp., au niveau des racines de trèfle violet, ainsi que celle d'espèces de cinq genres différents. En Ontario, Potter et Townshend (12) rapportent la présence de huit genres de nématodes dans des échantillons de sol provenant de champs de légumineuses fourragères. On entreprend en 1967 et 1968 un inventaire nématologique coordonné dans le sud-ouest de l'Ontario, lequel se poursuit en 1971 et 1972 dans l'est de cette province ainsi que dans les provinces du Québec, du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard (20). Au Québec, la première phase de cet inventaire est d'abord exécutée dans les comtés situés au sud et à l'est de Montréal et le long de la rive nord du Saint-Laurent, aux environs de la ville de Québec. Afin d'obtenir une image plus complète de la situation nématologique dans les cultures de plantes fourragères, la deuxième phase de cet inventaire se continue jusqu'en 1978 pour ainsi englober les douze régions agricoles de la province (3). Cet article résume les observations recueillies de 1973 à 1978 sur la présence, la fréquence de rencontre et l'abondance des nématodes phytoparasites dans les cultures de légumineuses fourra-

¹ Station de Recherches, Agriculture Canada, 2560, boulevard Hochelaga, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1V 2J3

Accepté pour publication le 23 décembre, 1981

gères, lotier corniculé, luzerne et trèfle violet, et dans deux cultures de graminées fourragères, surtout la fléole des prés et, à un moindre degré, le brome.

Matériel et méthodes

Les échantillons de sol et de racines ont été prélevés durant la période de croissance de la mi-juin à la mi-septembre. L'emplacement de chaque prélèvement a été choisi au hasard au moyen d'une carte routière et de cartes de relevés topographiques de la Direction des levés et de la cartographie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada. Ces différents emplacements ont été choisis dans chaque comté de façon à couvrir, dans la mesure du possible, la plus grande partie de son territoire agricole. Le nombre d'échantillons par comté a varié de 1 à 15, selon l'importance de sa production de foin telle que déterminée par les Statistiques Agricoles du Québec, 1972 (14). Tous les comtés formant les douze régions agricoles de la province ont ainsi été inventoriés.

Vingt carottes de sol au minimum ont été prélevées par champ de 10 acres (environ 4 ha) en ajoutant une carotte par acre (0,404 ha) supplémentaire. Le nombre total par champ a varié de 20 à 50 selon la superficie des champs parcourus. Le prélèvement des carottes de sol s'est fait au moyen d'un carottier de 2,5 cm de diamètre à une profondeur de 20-25 cm au travers du système racinaire de plantes choisies au hasard, le long d'une ligne en zigzag, ou, selon la largeur de certains champs, de deux lignes en zigzag, parallèles et distantes l'une de l'autre d'une demi-largeur de champ. Les carottes de sol d'un même champ ont été mélangées pour constituer un échantillon de 1 à 2 kg.

Un échantillon de racines constitué de 25 à 30 systèmes racinaires a aussi été prélevé dans chaque champ. Les échantillons de sol et de racines ont été immédiatement recouverts de glace dans des glacières à pique-nique, avant d'être entreposés plus tard au laboratoire à 4,5°C jusqu'au moment de l'extraction des nématodes. Celle-ci s'est faite généralement deux à trois semaines plus tard.

A l'emplacement de chaque échantillon, on a noté l'état de la culture, son identité et celle des cultures antérieures, la qualité du drainage, le type de sol, et localisé sur les cartes

de relevés topographiques l'emplacement de chaque champ pour référence future.

Les nématodes phytoparasites migrateurs ont été extraits en laboratoire des échantillons de sols et de racines suivant la méthode de Oostenbrink telle que modifiée par Townshend (18). Chaque échantillon de sol a été bien mélangé et débarrassé des grosses racines et autres débris au moyen d'un tamis à mailles de 2 mm. Les échantillons de systèmes racinaires ont été nettoyés sous un fort jet d'eau, et les radicules, détachées des racines principales et hachées finement. Les nématodes migrateurs ont été récupérés du sol au bout d'une semaine à partir d'un sous-échantillon de 50 g, et des racines, après 7 à 10 jours à partir d'environ 5 g de radicules. Un second sous-échantillon de 50 g de sol, séché à l'air libre, a servi à la récupération des kystes du *Heterodera* au moyen de la méthode de Fenwick et par flottation dans l'acétone (7). Après l'énumération des individus et l'identification des genres dans une suspension aqueuse, à la loupe binoculaire stéréoscopique et à un grossissement de 64 X, les nématodes ont été tués et conservés dans le fixateur TAF (formaline, 7 mL; triéthanolamine, 2 mL; eau distillée, 91 mL) (5) pour l'identification ultérieure des espèces. Les valeurs de comptage obtenues ont été transformées de façon à exprimer le nombre de nématodes phytoparasites de chaque genre par 0,5 kg de sol sec et par g de radicules sèches.

Résultats

Nous avons isolé des nématodes phytoparasites des 254 échantillons de sol et de racines de cet inventaire répartis ainsi, luzerne (*Medicago sativa* L.): 108 échantillons, trèfle violet (*Trifolium pratense* L.): 87, fléole des prés (*Phleum pratense* L.): 54, lotier corniculé (*Lotus corniculatus* L.): 3, brome (*Bromus inermis* Leyss.): 2.

Deux mesures différentes de la présence des nématodes phytoparasites ont servi à évaluer la prédominance: la fréquence de rencontre, i.e. le pourcentage d'échantillons contenant un genre de nématode déterminé, sans égard au nombre d'individus dans chaque échantillon; l'abondance ou densité de population, i.e. le nombre d'individus d'un genre déterminé dans un échantillon infesté.

Tableau 1. Pourcentage de champs de plantes fourragères infestés¹ de nématodes phytoparasites au Québec en 1973-1978

Nématode	Luzerne	Trèfle violet	Lotier	Fléole des prés	Brome	Moy.
<i>Pratylenchus</i>	85	91	100	89	100	88
<i>Meloidogyne</i>	70	63	66	85	100	71
<i>Helicotylenchus</i>	58	68	66	80	50	66
<i>Paratylenchus</i>	54	77	66	72	0	65
<i>Heterodera</i>	61	76	66	54	50	65
<i>Tylenchorhynchus</i>	39	52	66	37	50	43
<i>Macroposthonia</i>	35	61	100	22	0	42
<i>Xiphinema</i>	1	2	33	5	0	3

¹ Infestation déterminée à partir d'échantillons de sol et de radicules de plantes fourragères.

Fréquence de rencontre

Huit genres de nématodes phytoparasites se rencontrent dans les champs de plantes fourragères au Québec (Tableau 1). Nous avons isolé de plus de 60% des échantillons de sol, le nématode des lésions de racines, *Pratylenchus* spp., le nématode cécidogène (nodosités de racines ou racines noueuses), *Meloidogyne* spp., le nématode spiral, *Helicotylenchus* spp., le nématode «épingle» ou à stylet aculéiforme, *Paratylenchus* spp. et le nématode des kystes de racines, *Heterodera* spp.. Nous n'avons récupéré le nématode du rabougrissement, *Tylenchorhynchus* spp., et le nématode «anneau», *Macroposthonia* spp., que dans quelque 40% des échantillons. Le nématode «dague» ou à stylet ensiforme, *Xiphinema* spp., n'a été trouvé que très rarement, soit dans 3% des champs échantillonnés. L'extraction des larves du *Heterodera* spp., selon la méthode utilisée, indique qu'il se trouvait dans 41% des échantillons analysés. Cependant l'extraction des kystes de ce nématode a porté cette proportion à 65%. Nous avons isolé le *Meloidogyne* spp. de 71% des échantillons de sol. Nous n'avons pu toutefois exécuter d'essais biologiques avec de jeunes pousses de céleri qui auraient probablement augmenté ce pourcentage, comme ce fut le cas dans la première phase de cet inventaire (20).

Le nématode des lésions de racines, *Pratylenchus* spp., est celui que nous avons retrouvé le plus fréquemment dans les sols inventoriés. C'est chez le trèfle violet (91% des échantillons) et la fléole des prés (89%) que nous l'avons trouvé le plus souvent suivis de la luzerne (85%). Le nématode des nodosités de racines ou cécidogène, *Meloidogyne* spp., a été plus fréquent chez la fléole des prés (85%) suivie de la luzerne (70%) et du trèfle violet (63%). Le nématode spiral, *Helicotylenchus* spp., s'est rencontré surtout chez la fléole des prés (80%) suivie du trèfle violet (68%) et de la luzerne (58%). Le nématode «épingle», *Paratylenchus* spp., s'est retrouvé principalement chez le

trèfle violet (77%) et la fléole des prés (72%), et à un moindre degré, chez la luzerne (54%). Nous avons trouvé le nématode des kystes de racines, *Heterodera* spp., surtout chez le trèfle violet (76%) et la luzerne (61%) et moins souvent chez la fléole des prés (54%). En résumé, les genres de nématodes les plus fréquemment rencontrés chez le trèfle violet ont été *Pratylenchus* (91%) *Paratylenchus* (77%) et *Heterodera* (76%); chez la luzerne: *Pratylenchus* (85%), *Meloidogyne* (70%) et *Heterodera* (61%); chez la fléole des prés: *Pratylenchus* (89%), *Meloidogyne* (85%), *Helicotylenchus* (80%) et *Paratylenchus* (72%).

Densité de population

Echantillons de sol

Bien que les différentes régions agricoles du Québec aient été inventoriées en différentes années et à divers moments durant la saison de végétation, le nématode des lésions de racines, *Pratylenchus*, a été le plus nombreux (968/0,5 kg), suivi du nématode spiral, *Helicotylenchus*, (538/0,5 kg), du nématode «épingle», *Paratylenchus*, (456/0,5 kg), du nématode des kystes de racines, *Heterodera*, (454/0,5 kg) et du nématode cécidogène, *Meloidogyne*, (316/0,5 kg) (Tableaux 2 et 3). Le nématode du rabougrissement, *Tylenchorhynchus*, le nématode «anneau», *Macroposthonia*, et le nématode «dague», *Xiphinema*, ont eu les plus faibles densités de population avec respectivement des nombres moyens d'individus de 232, 168 et 62 par 0,5 kg de sol sec.

Echantillons de racines

L'analyse nématologique a démontré que les nématodes *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. et *Heterodera* spp. étaient présents dans les racines de luzerne, de trèfle violet, de lotier et de fléole des prés, et absents des racines de brome (Tableau 2). Les racines de trèfle violet

Tableau 2. Densité de population de *Pratylenchus*, *Meloidogyne* et *Heterodera* dans des échantillons de racines et de sol infestés provenant de 162 champs de plantes fourragères

Plante fourragère	<i>Pratylenchus</i>				<i>Meloidogyne</i>				<i>Heterodera</i> ¹			
	radicelles		sol		radicelles		sol		radicelles		sol	
	Echan- tillons	No. moy.* min.-max.	Echan- tillons	No. moy.* min.-max.	Echan- tillons	No. moy.* min.-max.	Echan- tillons	No. moy.* min.-max.	Echan- tillons	No. moy.* min.-max.	Echan- tillons	No. moy.* min.-max.
Luzerne	45	125 2-1700	92	764 2-4940	19	97 2-1149	71	382 55-6692	2	6 5-6	38	346 13-2169
Trèfle violet	69	538 3-7250	76	1083 57-8595	25	154 3-1179	52	354 62-4872	29	78 3-509	50	574 54-4942
Lotier	3	79 21-125	3	511 63-1076	1	263	2	419 158-680	1	22	1	227
Fléole des prés	45	142 6-2701	48	1228 5-9006	11	56 2-346	42	163 53-705	4	17 2-32	15	349 57-1236
Brome	0		2	341 68-615	0		2	119 69-168	0		1	223
Total ²	162	221 2-7250	221	968 2-9006	56	146 2-1179	169	316 53-6692	36	65 2-509	105	454 13-4942

* Nombre de nématodes minimum, maximum et moyen/g de racines sèches

† Nombre de nématodes minimum, maximum et moyen/0,5 kg de sol sec

¹ Larves du *Heterodera*

² Les moyennes du total ont été calculées à partir des données originales et non en faisant la moyenne des moyennes individuelles

Tableau 3. Densité de population de cinq genres de nématodes dans des échantillons de sol infestés provenant de 162 champs de plantes fourragères

Plante fourragère	<i>Paratylenchus</i>		<i>Tylenchorhynchus</i>		<i>Helicotylenchus</i>		<i>Macroposthonia</i>		<i>Xiphinema</i>	
	Echantillons	No. moy.* Min.-max.	Echantillons	No. moy.* Min.-max.	Echantillons	No. moy.* Min.-max.	Echantillons	No. moy.* Min.-max.	Echantillons	No. moy.* Min.-max.
Luzerne	57	547 1-4841	41	234 55-1718	63	521 55-4044	38	185 55-619	1	55
Trèfle violet	67	406 59-2154	43	287 56-2991	58	454 56-2097	53	168 54-2018	2	57 56-58
Lotier	2	802 736-869	2	475 158-793	2	146 56-236	3	133 66-169	1	57
Fléole des prés	36	389 51-2005	20	89 54-252	43	698 53-4261	12	136 59-517	3	67 11-120
Brome	0		1	112	1	335	0		0	
Total†	162	456 1-4841	107	232 54-2991	167	538 53-4261	106	168 54-2018	7	56 11-120

* Nombre de nématodes minimum, maximum et moyen/0,5 kg de sol.

† Les moyennes du total ont été calculées à partir des données originales et non en faisant la moyenne des moyennes individuelles.

hébergeaient le plus grand nombre de *Pratylenchus* et de *Heterodera* avec un nombre moyen par gramme de matière sèche de 538 et 78 respectivement. Cependant c'est dans les racines de lotier que le nombre de larves de *Meloidogyne* était le plus élevé par gramme de matière sèche, soit 263.

Si nous considérons tous les échantillons de sol analysés au cours de cet inventaire, nous constatons (Tableau 4) que la densité de population des nématodes phytoparasites chez les cinq plantes fourragères concernées varie en général de 1 à 1000 individus par 0,5 kg de sol sec, et que, pour tous les genres de nématodes isolés, elle est en général inférieure à 500 individus. Seul le *Pratylenchus* fait exception: d'abord chez le trèfle violet dont 47% des échantillons de sol ont une densité de population inférieure à 500, 21% où elle se situe entre 500 et 1000 et 29% entre 1000 et 5000; ensuite chez la fléole des prés où ces trois variations de densité de population ont à peu de chose près le même pourcentage d'échantillons de sol infestés; enfin chez la luzerne où 25% des échantillons de sol infestés ont une densité de population qui varie de 1000 à 5000 individus par 0,5 kg de sol sec.

Si nous considérons maintenant les 484 échantillons de sol analysés au cours des deux phases de cet inventaire, nous

obtenons (Tableau 5) une image de la répartition de la fréquence de rencontre par région agricole et pour l'ensemble de la province. Le nématode *Pratylenchus* se rencontre le plus fréquemment au Québec. En effet, il se retrouve dans 88% des échantillons de sol. Cette fréquence de rencontre varie de 78% à 100% des échantillons dans la plupart des régions agricoles, sauf dans les régions 8 (Outaouais) et 12 (Saguenay-Lac-Saint-Jean) où elle n'est que de 50% et 67% respectivement. Viennent ensuite les nématodes *Paratylenchus* et *Helicotylenchus* dont la fréquence de rencontre au Québec est de 63% chacun. La fréquence de rencontre du *Paratylenchus* varie de 52% à 83% dans la plupart des régions, sauf dans la région 11 (La Mauricie) où elle n'est que de 39%. La fréquence de rencontre du *Helicotylenchus* varie de 56% à 87% dans la plupart des régions, sauf dans les régions 4 (Nicolet), 5 (Cantons de l'Est) et 9 (Nord-Ouest québécois) où elle n'est que de 30%, 30% et 46% respectivement. Enfin la fréquence de rencontre des nématodes *Meloidogyne* et *Heterodera* dans la province est de 52% et 42% respectivement. La fréquence de rencontre du *Meloidogyne* varie de 52% à 83% des échantillons dans presque toutes les régions, à l'exception des régions 6 (Est de Montréal), 7 (Sud-Ouest de Montréal) et 11 (La Mauricie) où elle n'est que de 19%, 45% et 48% respectivement. Le *Heterodera* a une fréquence de rencontre supérieure à 60%

Tableau 4. Fréquence de rencontre (%) de certaines densités de population de nématodes phytoparasites dans les champs de plantes fourragères au Québec

	<500*					500-1000					1000-5000				
	Luzerne	Trèfle violet	Lotier	Fléole des prés	Brome	Luzerne	Trèfle violet	Lotier	Fléole des prés	Brome	Luzerne	Trèfle violet	Lotier	Fléole des prés	Brome
<i>Pratylenchus</i>	61	47	67	35	50	14	21	33	33	50	25	29	0	29	0
<i>Meloidogyne</i>	86	92	50	95	100	8	6	50	5	0	4	2	0	0	0
<i>Helicotylenchus</i>	79	74	100	67	100	6	17	0	12	0	14	9	0	21	0
<i>Paratylenchus</i>	79	78	0	83	0	9	15	100	3	0	12	7	0	14	0
<i>Heterodera</i>	79	68	100	67	100	16	14	0	0	0	5	18	0	13	0
<i>Tylenchorhynchus</i>	90	88	50	100	100	5	7	50	0	0	5	5	0	0	0
<i>Macroposthonia</i>	97	96	100	100	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xiphinema</i>	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* par 0,5 kg de sol sec

Tableau 5. Pourcentage de champs de plantes fourragères infestés de nématodes phytoparasites dans les douze régions agricoles du Québec

Région agricole	champs	Fréquence (%)							
		<i>Pra-tylenchus</i>	<i>Para-tylenchus</i>	<i>Macro-posthonia</i>	<i>Helico-tylenchus</i>	<i>Tylencho-rhynchus</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Heterodera</i>	<i>Xiphinema</i>
1 Bas-Saint-Laurent, Gaspésie Iles-de-la-Madeleine	71	97	66	31	87	37	62	65	0
2 Rives nord et sud du Saint- Laurent (Est de Québec)	71	93	52	20	72	11	55	25	8
3 Beauce, Dorchester Mégantic, Frontenac	30	97	57	30	60	10	73	33	0
4 Nicolet	43	100	53	25	30	7	72	30	0
5 Canton de l'Est	27	96	67	52	30	26	52	70	0
6 Est de Montréal (rive sud du Saint-Laurent)	80	78	65	2	69	4	19	21	1
7 Sud-ouest de Montréal	29	90	83	17	76	38	45	34	3
8 Outaouais	27	85	67	44	67	70	78	67	18
9 Nord-Ouest québécois	24	50	62	8	46	46	58	4	0
10 Rive nord du Saint-Laurent (nord de Montréal)	29	100	69	52	62	52	83	76	0
11 La Mauricie	23	87	39	48	56	13	48	78	4
12 Saguenay-Lac-Saint-Jean	30	67	83	47	60	43	53	40	0
1-12	484	88	63	27	63	25	52	42	3

dans seulement cinq régions. Ce sont les régions 1 (Bas-St-Laurent, Gaspésie et Iles-de-la-Madeleine): 65% des échantillons, 5 (Cantons de l'Est): 70%, 8 (Outaouais): 67%, 10 (Berthier, Joliette, Assomption, etc.): 76%, 11 (La Mauricie): 78%. Dans les sept autres régions, la fréquence de rencontre varie de 4% à 40%.

La texture des sols d'où proviennent ces 484 échantillons varie de sablonneuse à argileuse. Nous constatons que la densité de population moyenne du nématode *Pratylenchus* par 0,5 kg de sol sec est plus élevée dans les sols sablonneux que dans les sols argileux (Tableau 6). Le nématode *Paratylenchus* est plus abondant dans les sols sablonneux où croît la fléole des prés, et sensiblement en nombre égal dans les deux types de sol où croissent la luzerne ou le trèfle violet. Le nématode *Helicotylenchus* se rencontre en quantité à peu près égale dans les deux types de sol où croissent ces trois plantes. Le nématode *Meloidogyne* est plus abondant dans les sols sablonneux où poussent la luzerne et le trèfle violet que dans les sols argileux, mais il

ne semble pas y avoir de différence dans le cas de la fléole des prés. Le nématode *Heterodera* semble plus abondant dans les sols argileux où poussent la luzerne et le trèfle violet alors que, dans le cas de la fléole des prés, il est au contraire plus abondant dans les sols sablonneux.

Discussion

Les genres de nématodes phytoparasites isolés des sols de cultures de plantes fourragères au Québec durant la dernière phase de l'inventaire nématologique, sont les mêmes que ceux isolés au cours de la première phase (20). On retrouve ces genres dans tout l'est du pays (20, 25) ainsi que dans certains états américains (2, 6, 8, 9, 10, 15). Cependant, bien qu'ils soient essentiellement les mêmes, ces genres de nématodes peuvent différer au niveau de l'espèce de ceux du sud des États-Unis. Cette situation existe aussi dans les provinces de l'est du Canada où une espèce d'un genre déterminé peut ne pas se rencontrer dans toutes les provinces, ou, si elle y est présente, elle peut ne pas être l'espèce dominante (27).

Tableau 6. Densité de population moyenne de nématodes phytoparasites dans les sols sablonneux et argileux au Québec par 0,5 kg de sol sec

	Luzerne		Trèfle violet		Fléole des prés	
	Sable	Argile	Sable	Argile	Sable	Argile
<i>Pratylenchus</i>	1106	327	1133	520	1297	358
<i>Paratylenchus</i>	442	467	439	303	307	128
<i>Helicotylenchus</i>	693	612	552	425	575	436
<i>Meloidogyne</i>	504	227	767	285	162	115
<i>Heterodera</i>	247	318	288	577	307	74

Tout en étant élevée, la fréquence de rencontre du nématode des lésions de racines, *Pratylenchus* spp., est légèrement moindre dans le reste de la province que celle déjà observée au Québec au cours de la première phase de cet inventaire et ailleurs dans l'est du Canada (20). La densité moyenne de sa population par unité de poids de sol sec et de racines sèches est plus grande chez le trèfle violet et la fléole des prés. Dans le sol, elle est en général presque la même que celle déjà observée ailleurs au Québec et dans le sud-ouest de l'Ontario, et presque deux fois moindre que dans l'est de cette province. Elle est cependant presque trois fois moindre que dans les provinces du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard. Sa très grande distribution ou fréquence de rencontre dans presque toutes les régions agricoles de la province, et le fait que sa répression au moyen de nématicides augmente le rendement des légumineuses fourragères, tel que démontré antérieurement (16), indiquent que ce nématode peut avoir une importance économique dans la production de plantes fourragères. Les nématodes «épingle», *Paratylenchus* spp. et spiral, *Helicotylenchus* spp., bien que moins fréquents, peuvent aussi être considérés nuisibles dans les sols où la densité de population est élevée. C'est dans les racines de trèfle violet que nous avons récupéré le plus grand nombre de larves du nématode cécidogène, *Meloidogyne* spp., et du nématode des kystes de racines, *Heterodera* spp.. On sait déjà que le *Meloidogyne* peut réduire le rendement de la luzerne (13) et celui du trèfle blanc (1). Récemment, Townshend et Potter (21) ont évalué en microparcelles expérimentales, les pertes que peut causer ce nématode chez la luzerne, le trèfle violet, le trèfle blanc et le lotier. En plus de nuire à l'établissement des jeunes pousses et d'affecter la survie des plantes d'une année à l'autre, ce nématode peut occasionner des pertes qui se manifestent par une diminution de la longueur des tiges et une réduction du poids de matière sèche des tiges et des feuilles. Le *Heterodera* peut aussi réduire le rendement des légumineuses fourragères (11).

Selon le genre des nématodes observés et la plante fourragère cultivée qu'ils parasitent, la densité de leur population est plus élevée ou égale dans les sols sablonneux ou dans les sols argileux, dans le cas des trois plantes concernées ou certaines d'entre elles. En général, selon Wallace (22), les maladies des plantes reliées à la présence de nématodes sont plus fréquentes et plus marquées dans les sols sablonneux que dans les sols argileux. On ne sait trop toutefois si cela est dû à une pauvre croissance de la plante, une déficience en eau, une augmentation de la reproduction des nématodes ou une interaction entre tous ces facteurs. Townshend (19) est d'avis que la pénétration des racines de maïs par *Pratylenchus penetrans* et *P. minyus* est la plus marquée dans les sols de faible densité apparente parce que, dans ces sols, la dimension des pores offrent de meilleures conditions pour la pénétration.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier le Dr Luc Couture pour la révision de ce texte.

Littérature citée

1. Baxter, L. W. et P. B. Gibson. 1959. Effect of root-knot nematodes on persistence of white clover. *Agron. J.* 51: 603-604.
2. Chapman, R. A. 1954. Meadow-nematodes associated with failure of spring-sown alfalfa. *Phytopathology* 44: 542-545.
3. Dumas-Rousseau, Michèle. Les régions agricoles du Québec. Ministère de l'Agriculture du Québec, QA 38 E 36-8.
4. Estey, R. H. 1958. Nematodes associated with a root disease complex of red clover on the island of Montreal. Fortieth Report of the Quebec Society for the Protection of Plants p. 150.
5. Goodey, J. B. 1970. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. *Tech. Bull.* 2, Min. Agr. Fish. Food, 5th ed. 148 pp. London, H.M.S.O.
6. Jenkins, W. R., D. P. Taylor et R. A. Rohde. 1956. Nematodes associated with clover, pasture, and forage crops in Maryland. *Plant Dis. Rep.* 40: 184-186.
7. Journées françaises d'études et d'information. 1971. Les nématodes des cultures. Association de coordination technique agricole. Fédération nationale de groupements de protection des cultures. 828 pp.
8. Lau, N. E. et J. P. Reed. 1960. Nematodes associated with red clover in its second growth year. *Plant Dis. Rep.* 44:402-404.
9. McGlohon, N. E., J. N. Sasser et R. T. Sherwood. 1961. Investigations of plant parasitic nematodes associated with forage crops in North Carolina. *North Carolina Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 148.
10. Norton, D. C. 1959. Relationship of nematodes to small grains and native grasses in North and Central Texas. *Plant Dis. Rep.* 43: 227-235.
11. Norton, D. C. 1967. Relationship of *Heterodera trifolii* to some forage legumes. *Phytopathology* 57: 1305-1308.
12. Potter, J. W. et J. L. Townshend. 1973. Distribution of plant parasitic nematodes in field crop soils of southwestern and central Ontario. *Can. Plant Dis. Surv.* 53: 39-48.
13. Reynolds, H. W. 1955. Varietal susceptibility of alfalfa to two species of root-knot nematodes. *Phytopathology* 45: 70-72.
14. Statistiques agricoles du Québec 1972, pp. 47-48, 1978, p. 44. Bureau de la statistique du Québec.
15. Taylor, D. P., R. V. Anderson et W. A. Haglund. 1958. Nematodes associated with Minnesota crops. I. Preliminary survey of nematodes associated with alfalfa, flax, peas, and soybeans. *Plant Dis. Rep.* 42: 195-198.
16. Thompson, L. S. et C. B. Willis. 1970. Effect of nematocides on root lesion nematodes and forage legume yields. *Can. J. Plant Sci.* 50: 577-581.
17. Thompson, L. S. et C. B. Willis. 1975. Influence of fenamiphos and fenamiphos on root lesion nematode numbers and yield of forage legumes. *Can. J. Plant Sci.* 55: 727-735.
18. Townshend, J. L. 1963. A modification and evaluation of the apparatus for the Oostenbrink direct cottonwool filter extraction method. *Nematologica* 9: 106-110.
19. Townshend, J. L. 1972. Influence of edaphic factors on penetration of corn roots by *Pratylenchus penetrans* and *P. minyus* in three Ontario soils. *Nematologica* 18: 201-212.
20. Townshend, J. L., C. B. Willis, J. W. Potter et J. Santerre. 1973. Occurrence and population densities of nematodes associated with forage crops in eastern Canada. *Can. Plant Dis. Surv.* 53: 131-136.
21. Townshend, J. L. et J. W. Potter, 1978. Yield losses among forage legumes infected with *Meloidogyne hapla*. *Can. J. Plant Sci.* 58: 939-943.
22. Wallace, H. R. 1973. *Nematode Ecology and Plant Disease*. Edward Arnold (Publishers) Limited, London, pp. 228.
23. Willis, C. B. et L. S. Thompson. 1967. Root-lesion nematodes associated with forage legumes in the Maritime Provinces. *Can. Plant Dis. Surv.* 47: 87-88.
24. Willis, C. B. et L. S. Thompson. Effect of the root-lesion nematode on yield of four forage legumes under greenhouse conditions. *Can. J. Plant Sci.* 49: 505-509.
25. Willis, C. B., A. L. Henderson, D. L. Hough et J. D. Secord. 1971. Nematodes associated with forage legume crops in Nova Scotia. *Can. Plant Dis. Surv.* 51: 93-95.

26. Willis, C. B. et L. S. Thompson. 1975. Influence of carbofuran and benomyl on yield and persistence of birdsfoot trefoil. *Can. J. Plant Sci.* 55: 95-99.
27. Willis, C. B., J. L. Townshend, R. V. Anderson, J. Kimpinski, R. H. Mulvey, J. W. Potter, J. Santerre et L. Y. Wu. 1976. Species of plant-parasitic nematodes associated with forage crops in eastern Canada. *Plant Dis. Rep.* 60: 207-210.

Instructions to authors

Articles and brief notes are published in English or French. Manuscripts (original and one copy) and all correspondence should be addressed to the Acting Editor, Dr. H.S. Krehm, Research Program Service, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario K1A 0C6.

Manuscripts should be concise and consistent in style, spelling, and use of abbreviations. They should be typed, double spaced throughout, on line-numbered paper. All pages should be numbered, including those containing abstract, tables, and legends. For general format and style, refer to recent issues of the *Survey* and to *CBE Style Manual* 3rd ed. 1972. American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C. Whenever possible, numerical data should be in metric units (SI) or metric equivalents should be included. Square brackets may be used to enclose the scientific name of a pathogen, following the common name of a disease, to denote cause.

Titles should be concise and informative providing, with the Abstract, the key words most useful for indexing and information retrieval.

Abstracts of no more than 200 words, in both English and French, if possible, should accompany each article.

Figures should be planned to fit, after reduction, one column (maximum 84 × 241 mm) or two columns (maximum 175 × 241 mm), and should be trimmed or marked with crop marks to show only essential features. Figures grouped in a plate should be butt-mounted with no space between them. A duplicate set of unmounted photographs and line drawings is required. Figures should be identified by number, author's name, and abbreviated legend.

Tables should be numbered using arabic numerals and have a concise title; they should not contain vertical rules; footnotes should be identified by reference marks (* † § # ¶ ** ††) particularly when referring to numbers.

Literature cited should be listed alphabetically in the form appearing in current issues; either the number system or the name-and-year system may be used. For the abbreviated form of titles of periodicals, refer to the most recent issue of *Biosis List of Serials* published by Biosciences Information Service of Biological Abstracts or to the *NCPTWA Word Abbreviation List*, American National Standards Institute.

Recommandations aux auteurs

Les articles et les communiqués sont publiés en anglais ou en français. Les manuscrits (l'original et une copie) et toute la correspondance qui s'y rapporte doivent être envoyés au Rédacteur intérimaire M. H.S. Krehm Service des programmes de recherche, Direction de la recherche, ministère de l'Agriculture du Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

Les manuscrits doivent être concis et faire preuve de suite dans le style, l'orthographe et l'emploi des abréviations. Ils doivent être dactylographiés à double interligne, de préférence sur des feuilles à lignes numérotées. Toutes les pages doivent être numérotées y compris celles portant le résumé, les tableaux et les légendes. Pour plus de renseignements sur le format des feuilles et le style, prière de consulter nos dernières publications et le *CBE Style Manual* (3e ed. 1972) de l'American Institute of Biological Sciences, Washington (DC). Dans la mesure du possible, les données numériques doivent être exprimées en unités métriques, (SI) ou être suivies de leur équivalent métrique. L'emploi de crochets est autorisé pour l'identification du nom scientifique d'un micro-organisme pathogène après le nom commun de la maladie dont il est l'agent causal.

Les titres doivent être courts et révélateurs en contenant, avec le résumé, les mots clés les plus utiles pour le classement et l'extraction de l'information.

Chaque article doit être accompagné d'un *résumé* d'au plus 200 mots en anglais et en français, si possible.

Les figures doivent pouvoir, après réduction, remplir une colonne (maximum 84 × 241 mm) ou deux colonnes (maximum 175 × 241 mm) et devraient être taillées ou montrer les parties essentielles à garder. Les figures groupées sur une même planche doivent être montées côte à côte, sans intervalle. L'article doit être accompagné d'un double des photographies non montées et des graphiques. Les figures doivent être numérotées, porter le nom de l'auteur et une légende abrégée.

Les tableaux doivent être numérotés en chiffres arabes et avoir un titre concis. Ils ne devraient pas avoir de lignes verticales. Les renvois doivent être identifiés par un signe typographique particulier (* † § # ¶ ** ††) surtout lorsqu'il s'agit de nombres.

Les références bibliographiques devraient être citées par ordre alphabétique comme dans les livraisons courantes. On peut utiliser le système de numération ou le système nom-et-année. Pour l'abrégé du titre des périodiques, on suivra l'édition la plus récente de *Biosis List of Serials* publiée par les Biosciences Information Services de Biological Abstracts ou la *NCPTWA Word Abbreviation List* et l'American National Standards Institute, Standards Committee Z39.