

Acerca de una podredumbre de las raíces, que este año afectó gravemente a algunos sembrados de cereales

por

M. J. URRIES

En la primavera pasada, en una excursión por la provincia de Toledo en busca de royas, hallamos a los agricultores de ciertas zonas bastante alarmados por la aparición de una enfermedad cuya naturaleza desconocían y que amenazaba seriamente sus cosechas de cereales. En una finca que el Ingeniero Agrónomo Sr. Par-tearroyo tiene en Mora de Toledo, tuvimos ocasión de comprobar directamente la gravedad del daño en algunas parcelas, y de recoger muestras de plantas afectadas. Pocos días después comenzamos a recibir muestras de trigo y cebada, que por conducto de las autoridades municipales y de las Hermandades de Labradores nos enviaban desde algunas localidades de la provincia de Teruel. De un primer examen de las muestras recibidas, así como de la visita a los campos de Toledo, sospechamos que podía tratarse de una enfermedad de origen micógeno. Esto excitó nuestra curiosidad; pero, sobre todo, las cartas recibidas de los labradores eran llamadas de auxilio tan apremiantes que, aun suponiendo de antemano que sería tarde para tratar de combatir la enfermedad por este año, decidimos dejar a un lado circunstancialmente el trabajo que llevábamos entre manos para dedicar a aquéllas nuestra atención.

Tanto las muestras recogidas por nosotros en Toledo como

las recibidas de Teruel presentaban un pobre sistema radicular, y las raíces eran quebradizas, por lo que, como nos advertían los labradores en sus cartas, las matas no ofrecían resistencia alguna al ser arrancadas. Algunas presentaban una zona de color parduzco en la base del tallo, que se hacía más visible en los cortes, y también algunas raíces tenían ese color. Las plantas enfermas eran más bajas que las sanas, y sus entrenudos más cortos. En las que no murieron antes de la espigazón, ésta falló en unos casos, y en los demás las espigas presentaron un color amarillento y granaron mal. La enfermedad se inició por pequeños rodales, que terminaron por invadir todo el campo, en muchos casos. El ataque se presentó en plantas de trigo y de cebada. El centeno no resultó afectado, al parecer. Los labradores de Mosqueruela nos escribían: «El único cereal que queda en las fincas atacadas es el centeno, el cual, a pesar de estar mezclado con otros cereales, resiste a la enfermedad, aunque de los otros no quede ni una sola mata.»

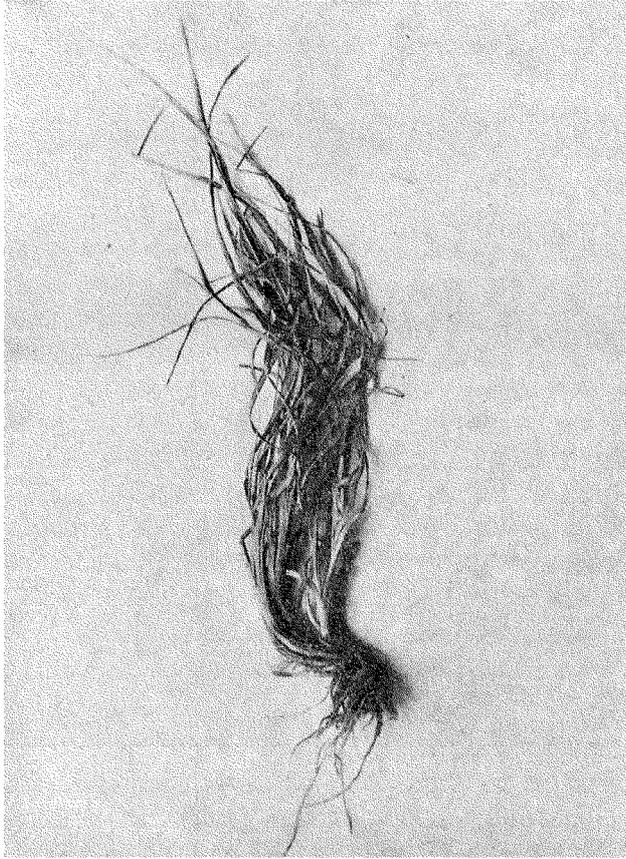
Estos síntomas hacían sospechar en una podredumbre seca de las raíces y cuello, de origen micógeno. Aspecto parecido presentaban las plantas de la variedad Mentana en ciertas parcelas de La Canaleja (finca del Centro de Cerealicultura del I. N. I. A., en Alcalá de Henares).

Aislamiento del parásito a partir de las plantas enfermas.— Para ello colocamos en placas de agar-patata-glucosa pequeños trozos de raíz, o de la base del tallo, previamente esterilizados superficialmente con hipoclorito cálcico al 10 por 100 durante tres-cinco minutos.

A los pocos días, alrededor de casi todos los trozos se desarrolló una colonia fúngica, que fué trasladada a tubos de agar-patata con sacarosa o glucosa.

De las muestras procedentes de Cantavieja, Fuentes Claras y Mosqueruela (localidades todas de la provincia de Teruel) aislamos un *Fusarium* con micelio aéreo algodonoso, blanco-rosado, y estroma plectenquimático de un bello color carmín, que tinte el substrato del mismo color. No formó microconidios; al cabo de un mes produjo muy escasos macroconidios. A partir de éstos, obtuve cultivos monospóricos, que me sirvieron para hacer su identificación. Se trata de un *Fusarium* del grupo *Discolor* (21), que identificamos como *F. culmorum*. Por sus conidios conviene

mejor con la variedad *cereale* que con el tipo. Gordón (8) los considera sinónimos. En las muestras de Fuentes Claras encontramos, además, otro *Fusarium*, de color ocre amarillento, que es-



Fot. 1.—Planta de trigo enferma (Fuentes Claras).

poruló muy poco. Este mismo *Fusarium*, u otro parecido, aislamos del trigo Mentana de La Canaleja.

De todas las muestras de Mora de Toledo aislamos siempre un mismo *Fusarium* sp., de color carmín, probablemente idéntico al de las muestras de la provincia de Teruel, con el mismo color. Presentaba abundante micelio aéreo algodonoso y muy escasa

producción de macroconidios. Uno de los cultivos monospóricos de este *Fusarium* cambió el tipo silvestre («Wild Typus») (5), y dió lugar a una colonia de micelio aéreo casi nulo, con abundantísima producción de micro y macro-conidios en masa mucosa.

Por dos veces aislamos la especie *Helminthosporium sativum* P. K. et B. de muestras procedentes de Fuentes Claras.

Ensayo del poder patógeno.—Muchas son las especies de *Fu-*



Fot. 2.—Trozos de planta de trigo (Fuentes Claras) en placa de agar-patata-glucosa. Colonias de *Fusarium* y *Helminthosporium*.

sarium que pueden aislarse de las plantas de cereales en las porciones que están en contacto con el suelo. En unos casos se trata de saprofitos banales; pero también hay entre ellos especies patógenas, con mayor o menor grado de agresividad, capaces de producir en esas plantas los síntomas que se apreciaban en las muestras. Con el fin de comprobar este extremo, inoculamos plantas de trigo de las variedades Little Club, Marquis y Mentana con cultivos puros de los *Fusarium* aislados de las muestras de

Mora y de Fuentes Claras. Asimismo inoculamos con un cultivo puro de *Helminthosporium sativum*, procedente de Fuentes Claras, plantas de estas tres variedades.

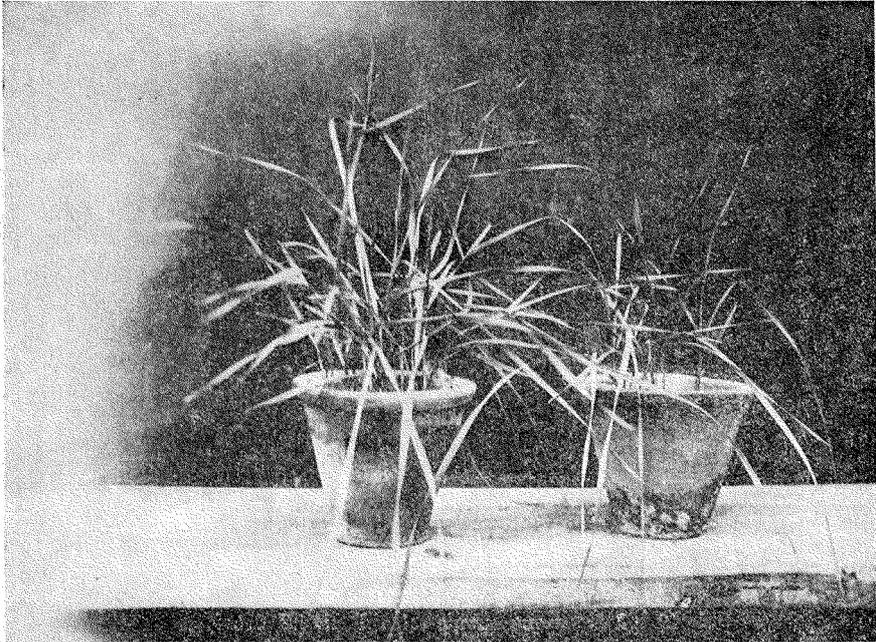
En todos los casos, el hongo fué previamente multiplicado en frascos que contenían una mezcla de trigo y avena autoclaviza-



Fot. 3.—Plantas de trigo «Little club», a los 14 días de la siembra. De izquierda a derecha: grupo testigo; grupo inoculado con *F. culmorum* (Fuentes Claras); grupo inoculado con *Helminthosporium sativum*. En todos los casos, el número de granos sembrados fué de 25.

da (10, 20). Cuando este medio estuvo bien atravesado por micelio, se mezcló con tierra esterilizada, y con la mezcla se llenaron unas macetas, también esterilizadas de antemano. Del mismo modo se procedió con el contenido de otros frascos, consistente en la mezcla de trigo y avena, pero sin micelio. En cada maceta se sembró 20 granos de trigo en el ensayo con *Fusarium* sp. de Mora, y 25 granos en los demás casos.

Las fotos (*) muestran los resultados obtenidos. La variedad más susceptible en todas las pruebas resultó ser Little Club. También en todas las pruebas *Helminthosporium sativum* fué más virulento que *Fusarium* spp. La virulencia de *Fusarium* sp. de Mora fué semejante a la de *F. culmorum* de Fuentes Claras.

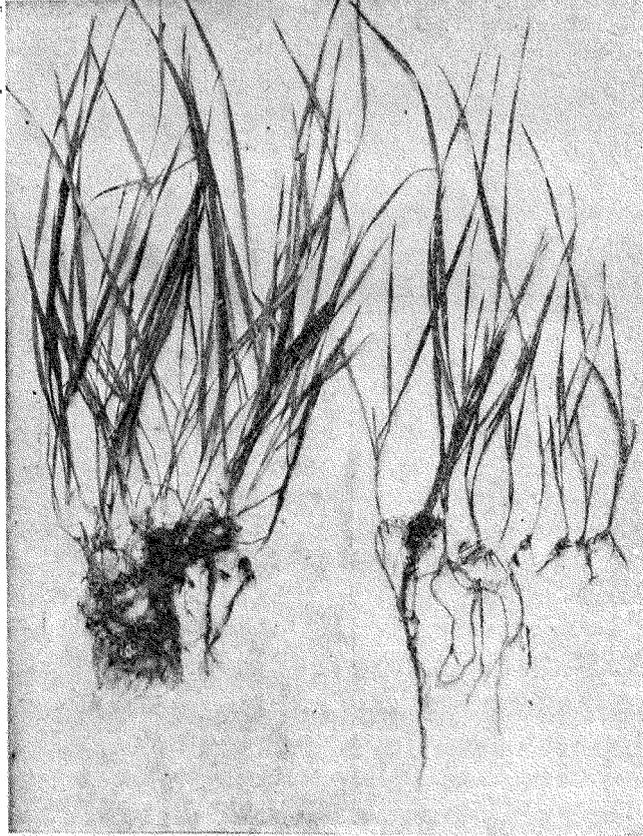


Fot. 4.—Plantas de trigo «Little club», a los 25 días de la siembra (20 granos). A la izquierda, grupo testigo; a la derecha, grupo inoculado con *Fusarium* sp (Mora de Toledo).

H. sativum, cuyo estado ascóforo es *Cochliobolus sativus*, fué descrito primeramente por Pammel, King y Bakke, en Estados Unidos, como agente de una enfermedad de las hojas de cebada. Poco después, en 1913, Bolley llamó la atención sobre la gravedad de las podredumbres de raíz del trigo en América del Norte, y sostuvo que el «cansancio» del suelo era determinado por

(*) Fot. A. Rodríguez.

hongos, especialmente *Helminthosporium* spp., *Alternaria* spp. y *Fusarium* spp. Desde entonces podredumbres secas de la raíz y cuello de las plantas de cereales se conocen como plagas frecuentes en ciertas zonas cerealistas de todos los continentes, y es



Fot. 5.—Las mismas plantas que en la foto 4, a los 27 días de la siembra.

muy copiosa la literatura extranjera acerca de esta enfermedad (3, 4, 6, 7, 9, 10, 19), en la que intervienen con frecuencia, como en este caso, especies de *Fusarium* y de *Helminthosporium*. Sprage (19) calcula, para el Estado de Washington, una pérdida media del 4 por 100 de la cosecha de trigo debida a podredumbres de raíz; pero este tanto por ciento es mucho más elevado en años

favorables al desarrollo de la enfermedad. Calcula asimismo que si las medidas para combatir la enfermedad fueran escrupulosamente llevadas a la práctica apenas tendrían del 20 al 30 por 100 de efectividad, debido a las dificultades inherentes. Sin embargo, bastaría que llegaran a un 10 por 100 de efectividad para que



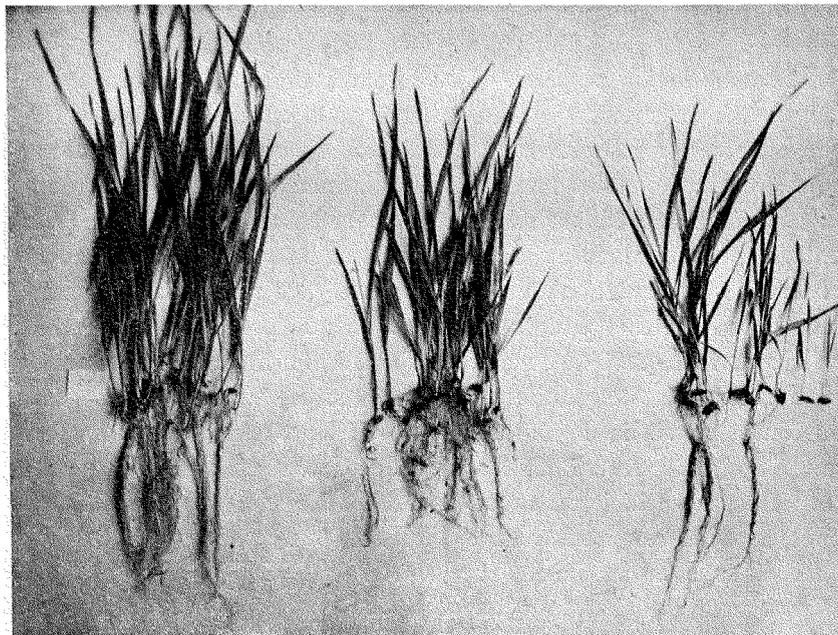
Fot. 6.—Plantas de trigo «Marquis», a los 12 días de la siembra (25 granos por maceta). De izquierda a derecha: testigo; inoculada con *F. culmorum* (Fuente: Claras); inoculada con *Helminthosporium sativum*.

solo en dicho Estado se ahorrasen medio millón de dólares en años normales.

Comprobada la naturaleza de la enfermedad, restaba por averiguar, entre otras cosas, las causas de su aparición con caracteres tan alarmantes este año.

Es cosa probada que estos hongos dejan sentir sus efectos con máxima intensidad en los casos en que las plantas han sido debilitadas por condiciones climatológicas o edafológicas adversas (6, 7).

El empleo de fertilizantes (fosfato amónico) está reconocido como práctica efectiva para reducir las pérdidas debidas a ciertas podredumbres de raíz. Probablemente porque aumentan la vitalidad de la planta y promueven más rápida producción de nuevas raíces, que reemplazan a las destruidas. En climas secos no parece conveniente esta práctica (19).



Fot. 7.—Plantas de trigo «Mentana», a los 14 días de la siembra (25 granos). De izquierda a derecha: grupo testigo; ídem inoculado con *F. culmorum* (Fuentes Claras); ídem íd. con *Helminthosporium sativum*.

También la adición de micronutrientes puede ser útil en algún caso. En una experiencia realizada en Victoria (Australia) (7), la adición de sulfato de cinc mejoró notablemente la cosecha de trigo, que sufría el ataque de un complejo de varios agentes, entre ellos *Helminthosporium* sp. y *Fusarium* sp.

Asimismo, la época de siembra puede influir en la mayor o menor resistencia al ataque. Según Sprage, a veces por retraso de pocos días en la siembra resultan plantas lo suficientemente

fuertes para soportar el invierno, pero no demasiado crecidas y propicias al ataque del hongo.

En el caso que nos ocupa, labradores o técnicos apuntaron como causas posibles las fuertes heladas, concentraciones salinas elevadas, carencia de micronutrientes, etc. Nosotros no hemos estudiado este aspecto del problema. Lo que sí tratamos de esclarecer fué la causa a que pudo obedecer la presencia de los hongos patógenos en cantidad suficiente para provocar un ataque tan intenso.

Ensayo de las semillas.—Los agentes de estas afecciones en las plantas de cereales pueden haber llegado con la semilla, o existir ya en el terreno antes de la siembra, viviendo como saprofitos sobre restos vegetales muertos. Esta última posibilidad se presenta especialmente en los sembrados sobre rastrojos de la cosecha anterior. Precisamente por Toledo nos informaron que habían observado particular ataque en estos antiguos rastrojos. No tenemos datos que nos permitan deducir en qué proporción intervino en la provincia de Toledo el rastrojo del año anterior como fuente o reservorio de gérmenes patógenos. En cambio, es seguro que en la provincia de Teruel la infección no tuvo este origen, ya que, según nos escribían los labradores, en esos pueblos todas las siembras se hicieron sobre barbecho. En vista de ello hicimos unos ensayos con muestras de trigo-simiente procedente de Mosqueruela y Fuentes Claras.

Primero desinfectamos las semillas superficialmente con alcohol y sublimado (8), y luego las colocamos en placas de agar-patata.

El ensayo reveló que, de los granos de trigo empleados como simiente en Fuentes Claras, más del 80 por 100 llevaban micelio interno. Esta proporción fué algo menor en la muestra de Mosqueruela. El género más frecuente fué *Alternaria*, cuyas especies suelen vivir como saprofitos o parásitos poco virulentos sobre los cereales; pero también aislamos de esas semillas otros hongos, entre ellos *Fusarium* sp. y *Helminthosporium sativum*.

En el interior de las semillas de cereales pueden alojarse gran cantidad de hongos; la mayor parte no parecen patógenos, pero de alguno de ellos se sabe que causa enfermedades de considerable importancia. Con mucha frecuencia se trata de *Fusarium* spp.

De un total de 1.500 muestras (cada una de 100 granos) de trigo, en Canadá (8), resultó un 1,5 por 100 de granos con *Fusarium* spp., representado por 16 especies y variedades. De entre éstas, sin embargo, las de mayor poder patógeno no fueron precisamente las más frecuentes.

El micelio interno de la semilla pierde su vitalidad paulatinamente al cabo de los años. El de *Helminthosporium*, en semillas de trigo fuertemente infectadas, muere por completo al cabo de nueve años de almacenamiento (17). A esa edad el trigo conserva aún un 54 por 100 de su capacidad germinativa.

Semillas con micelio son por lo regular más frecuentes en muestras procedentes de regiones de clima húmedo, pues la infección de la semilla requiere cierto grado de humedad atmosférica. Sin embargo, ocasionalmente pueden presentarse en notable cantidad aun en climas secos. Podrá bastar para ello que haya coincidido un temporal de lluvia con la época de la granazón y madurez. Existe, en efecto, una correlación entre el número de semillas que alojan hongos subepidérmicos y la humedad atmosférica en las semanas anteriores a la siega (11).

Los hongos que producen pudriciones de raíces, como pueden vivir en el suelo, son difíciles de exterminar, pues no se conoce desinfectante del suelo lo suficientemente barato, y además los antagonismos microbianos contribuyen a complicar el problema. Así, por ejemplo, Bruehl (2) observó que, en suelos desinfectados con cloropicrina, el número de plantas de trigo invadidas por *Fusarium* spp. es en los primeros meses menor que en los no tratados, pero en estados avanzados de la cosecha el número de plantas atacadas es mayor que en los testigos.

Para prevenir estos ataques se recomienda la rotación de cultivos. De todos modos, especies de *Fusarium* y *Helminthosporium* pueden atacar a muchas gramíneas espontáneas. Además, hay plantas que pueden servir como transportadoras de *Fusarium* spp., que no tienen sobre ellas poder patógeno, pero pueden determinar enfermedades y muerte en plantas de otras especies (1).

El tratamiento de la semilla con fungicidas no es muy eficaz; de todos modos se recomienda. Aparte de que es posible que alguna espora haya quedado en la superficie. Leukel (12) observó que los trigos tratados con fungicidas para combatir la caries tam-

bién resultan mejor preservados contra el ataque de *Fusarium* spp. del suelo. Los mismos resultados obtuvo con semillas de avena infectadas de *Helminthosporium*.

A la poca eficacia del tratamiento de las semillas para combatir esta enfermedad se añade la práctica defectuosa de esa operación por parte de muchos agricultores. Por la misma carta en que desde uno de los pueblos de Teruel nos decían que toda la simiente había sido sulfatada nos enteramos de que la caries del trigo era allí frecuente.

El mejor medio para evitar esta enfermedad sería el empleo de variedades resistentes. Muy pocas son completamente resistentes; pero algunas son, al menos, capaces de sobrellevar la podredumbre de raíz mejor que otras.

Mientras no se disponga de variedades que a su resistencia a las podredumbres de raíz unan otras cualidades agronómicas deseables, la solución está en el empleo de semilla sana. Los ensayos de sanidad de las semillas reciben especial atención en algunos países (14, 16, 17, 18). Lo que desde luego debe evitarse es que la semilla de que dispongan nuestros labradores para sus siembras lleve micelio interno hasta en un 80 por 100 de los granos.

RESUMEN

Se da cuenta de una pudrición seca de las raíces y porciones inferiores del tallo de plantas de trigo y cebada, que revistió caracteres graves en algunas zonas de las provincias de Toledo y Teruel, en la última campaña.

De las plantas enfermas se aislaron varias especies de *Fusarium*, entre ellas *F. culmorum*, así como *Helminthosporium sativum*.

Se comprobó el poder patógeno de las especies aisladas.

Es probable que el ataque se haya visto favorecido por condiciones edafológicas y climatológicas adversas para el desarrollo de la planta.

Al menos algunos ataques en la provincia de Toledo se presentaron en sembrados sobre rastrojos del año anterior.

Todo hace suponer que en la provincia de Teruel la infección tuvo su origen en la semilla. Ensayos hechos en placas de agar demostraron que cerca de un 80 por 100 de los granos llevaban alojado micelio interno de diversos géneros, entre ellos *Fusarium*, *Helminthosporium* y *Alternaria*.

SUMMARY

Serious damage was caused this year by rootrot on wheat and barley crops in some spots of provinces of Toledo and Teruel. Rye remained unaffected.

Fusarium culmorum and other species of this genus, as well as *Helminthosporium sativum* were isolated from diseased plants. The isolates were tested and some of them were able to cause seedling blight and rootrot on wheat.

Very probably plants attacked were previously weakened by edaphytic and climatic conditions.

Some outbreaks in the province of Toledo took place on stubble fields.

In the province of Teruel the disease originated from infected seed. Samples of the seed employed were plated and species of *Fusarium*, *Helminthosporium* and *Alternaria* were isolated. One of the samples was found to carry internal mycelium in as much as 80 % of the kernels.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ARMSTRONG, G. M. and J. K. ARMSTRONG. 1948. *Nonsusceptible hosts as carriers of wilt Fusaria*. *Phytopath.* 38, 808-826.
- (2) BRUEHL, G. W. 1952. *Temporary sterilization of soil in the evaluation of root and crown rot losses with wheat and barley under field conditions*. *Plant Dis. Report.* 36, 234-237.
- (3) CHRISTENSEN, J. J. 1922. *Studies on the parasitism of «Helminthosporium sativum»*. Univ. of Minn. Techn. Bull. 11.
- (4) ——— and E. C. STAKMAN. 1935. *Relation of «Fusarium» and «Helminthosporium» in barley seed to seedling blight and yield*. *Phytopath.* 25, 309-327.
- (5) DICKINSON, S. 1932. *The nature of saltation in «Fusarium» and «Helminthosporium»*. Univ. of Minn. Techn. Bull. 88.
- (6) DOSDALL, L. 1923. *Factors influencing the pathogenicity of «Helminthosporium sativum»*. Univ. of Minn. Techn. Bull. 17.
- (7) GARRETT, S. D. 1944. *Root disease fungi*. Waltham.
- (8) GORDON, W. L. 1952. *The occurrence of «Fusarium» species in Canada. II. Prevalence and taxonomy of «Fusarium» species in cereal seed*. *Can. J. Bot.* 30, 209-251.
- (9) HAYES, H. K., E. C. STAKMAN ET AL. 1923. *Reaction of barley varieties to «Helminthosporium sativum»*. Univ. of Minn. Techn. Bull. 21.
- (10) HENRY, A. W. 1924. *Root-rots of wheat*. Univ. of Minn. Techn. Bull. 22.
- (11) HYDE, M. B. 1950. *The subepidermal fungi of cereal grains. I. A survey of the world distribution of fungal mycelium in wheat*. *Ann. appl. Biol.* 37, 179-186. (Ref. Rev. appl. Myc. 29.)

- (12) LEUKEL, R. W. 1952. *Cooperative tests with fungicides for smut control in wheat and oats in 1952*. Plant Dis. Rep. 36, 428-433
- (13) LUTTRELL, E. S. 1953. *Spot blotch of brome grasses, tall fescue grass, and barley*. Plant Dis. Rep. 37, 150-151.
- (14) MACHACEK, J. E. 1951. *Result from cooperative seed-treatment experiments on small grains*. Plant Dis. Rep. 35, 146-148.
- (15) ——— 1953. *Cooperative seed-treatment trials, 1952*. Plant Dis. Rep. 37, 59-62.
- (16) ——— ET AL. 1951. *A study of some seed-borne diseases of cereals in Canada. II. Kinds of fungi and prevalence of disease in cereal seed*. Sci Agric. 31, 193-206.
- (17) MACHACEK, J. E. and H. A. H. WALLACE. 1952. *Longevity of some common fungi in cereal seed*. Can. J. Bot. 30, 164-169.
- (18) MEAD, H. W. ET AL. 1950. *A study of some seedborne diseases of cereals in Canada. I. Comparison of seed testing methods*. Sci. Agric. 30, 350-360.
- (19) SPRAGUE, R. 1948. *Rootrots and footrots of cereals in Washington*. Washington Agr. Exp. Stat. Popul. Bull. 192.
- (20) TU CHIH, 1930. *Physiologic specialisation in «Fusarium» spp. causing headblight of small grains*. Univ. of Minn. Techn. Bull. 74.
- (21) WOLLENWEBER, H. W. und O. A. REINKING. 1935. *Die Fusarien* Berlin.