

Anna J a c z e w s k a

## OCENA STRAT POWODOWANYCH PRZEZ MĄCZNIAKA PRAWDZIWEGO *ERYSIPHE GRAMINIS* D.C.F.SP. *TRITICI* NA PLANTACJACH PRODUKCYJNYCH PSZENICY

### I. WSTĘP

Jedną z najważniejszych chorób pszenicy jest mączniak prawdziwy wywołany przez grzyb *Erysiphe graminis* D.C. z rzędu *Erysiphales* w klasie workowców (*Ascomycetes*). Forma specjalna tego grzyba (*E. graminis* f.sp. *tritici*) występująca na gatunkach *Triticum* towarzyszy pszenicy we wszystkich rejonach jej uprawy, zarówno w Polsce jak i na świecie. Według powszechnie panującej opinii, grzyb ten jest czynnikiem chorobotwórczym o znacznej szkodliwości.

Nasilenie mączniaka prawdziwego, występującego corocznie w uprawach pszenicy, w dużym stopniu zależy od warunków siedliskowych i atmosferycznych. Choroba stanowi szczególnie duże zagrożenie dla intensywnych upraw pszenicy, ponieważ rozwojowi jej sprzyja bujny wzrost roślin, duże ich zagęszczenie w łanie oraz wysokie nawożenie azotowe.

Szkodliwości *E. graminis* f.sp. *tritici* poświęcono wiele uwagi, zwłaszcza w krajach Europy Zachodniej i w Stanach Zjednoczonych AP (Yarwood 1957; Last 1957; Large i Doling 1962; 1963; Blumer 1967; Moore 1967; Sackson 1968; Parmentier i Rixhon 1973; Jenkyn i Bainbridge 1978; Johnson 1979; Parmentier 1981 i inni). Ostatnio szersze prace z tego zakresu wykonywano również w innych krajach naszego kontynentu (Gal i Varga, 1977; Kasaeva, 1978; Kiricenکو, 1978; Petkova, 1979; Munteanu, 1983).

Prace prowadzone w Polsce dotyczyły głównie szkodliwości kompleksu grzybów pasożytniczych porażających pszenicę ozimą, oraz efektywności chemicznej ochrony upraw (Demby, 1970, 1980; Stachyra, 1975, 1975 a; Płudowski, 1981, 1981 a; Pokacka, 1981, 1982). Brakuje natomiast w literaturze krajowej opracowań naukowych dotyczących szkodliwości mączniaka prawdziwego pszenicy w warunkach Polski, przy zróżnicowanym nasileniu choroby.

W celu uzyskania takich informacji przeprowadzono w latach 1971—

—1975 na terenie całego kraju 203 doświadczenia na naturalnie porażonych, produkcyjnych plantacjach pszenicy ozimej. Uzupełnieniem tych badań były ściśle doświadczenia poletkowe, wykonane w latach 1981/1982 i 1982/1983 w Zakładzie Doświadczalnym SGGW-AR Chylice.

## II. CEL PRACY

Celem pracy było określenie wielkości i zakresu zmienności porażenia i strat plonu ziarna pszenicy ozimej, powodowanych przez naturalną infekcję *Erysiphe graminis* D.C.f.sp. *tritici* na plantacjach produkcyjnych, w różnych warunkach siedliskowych i atmosferycznych, oraz ustalenie związku pomiędzy nasileniem porażenia roślin i stratami plonu.

Przy ocenie wyników doświadczeń uwzględniono wpływ warunków atmosferycznych i siedliskowych w różnych rejonach uprawy pszenicy na rozwój patogena, związek pomiędzy rodzajem gleb w uprawie a nasileniem i szkodliwością mącznika prawdziwego oraz wpływ czynnika odmianowego na straty plonu ziarna.

Znajomość rozmiaru porażenia roślin i strat plonu ziarna ma być pomocna przy podejmowaniu decyzji o konieczności i opłacalności zwalczania patogena.

## III. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Chociaż w całej historii rolnictwa uprawom zawsze towarzyszyły choroby, szkodniki i chwasty, jednak systematycznym badaniem ich wpływu na plony uprawianych roślin zajęto się stosunkowo niedawno. Historia wyceny strat powodowanych przez agrofagi przekracza zaledwie pół wieku.

Problemowi strat powstałych w wyniku występowania chorób roślin poświęcono najwięcej zainteresowania w najbardziej rozwiniętych gospodarczo krajach. Z uwagi na wysokie koszty takich badań jest znacznie trudniej, czy wręcz brakuje możliwości podejmowania tej tematyki w krajach ekonomicznie słabszych (Sackson, 1968). Przodujące w tej dziedzinie Stany Zjednoczone i Anglia prowadziły już od 1917 r. systematyczne pomiary nasilenia wielu chorób i strat przez nie powodowanych. W Anglii zajmował się tym od 1941 roku specjalnie powołany Komitet Pomiaru Chorób Brytyjskiego Towarzystwa Mikologicznego (Large, 1966).

Po II wojnie światowej wzrosło zainteresowanie tą tematyką i większość państw, a także organizacje międzynarodowych, chciało poznać roz-

miary strat (Demby, 1970). Jako jedną z obszerniejszych należy wymienić tu pracę Chestera z 1950 r., w której przedstawiono przegląd potrzeb szacowania strat powodowanych przez choroby roślin, wskazujących kierunki ich rozwoju. Po kilku latach pracę tę uzupełnił Miller o nowe osiągnięcia w tej dziedzinie (cytow. w: Moore, 1967).

Praca Yarwood (1957) dotycząca tylko mączniaków, dająca przegląd piśmiennictwa od 1900 r., oraz Blumera (1967) — wymieniająca prace opublikowane od 1933 r., prezentują mączniaki jako ważne patogeny. W tym okresie ukazało się około trzech tysięcy publikacji na temat mączniaków prawdziwych.

Prace Le Clerga (1964) podkreślają niedostatek naszej wiedzy o wpływie chorób roślin na redukcję plonu oraz wskazują na możliwość korzystnego ograniczenia lub wyeliminowania strat poprzez udoskonalenia techniczne.

Vallega i Chiarappa (1964) wykazali, że problem oszacowania strat z powodu chorób rzutujących na produkcję rolną ma pierwszorzędne znaczenie dla racjonalnej ochrony roślin. Obniżenie tych strat pozwoliłoby na wyżywienie wielu milionów ludzi.

Angielscy ekonomiści w dziedzinie ochrony roślin, Large i Doling (1962, 1963), oraz Large (1966) rozważali szczegółowo główne czynniki pociągające za sobą zmiany w wyborze i zastosowaniu najbardziej odpowiednich metod badawczych. Położyli przy tym nacisk na uwzględnienie w badaniach odpowiedniego stadium rozwoju roślin podkreślając, że dla większości chorób pomiar powinien być wykonany w momencie najsilniejszego rozwoju patogena.

Ważność badań nad stratami plonu została uznana przez FAO. W 1967 r. zorganizowano w Rzymie sympozjum na temat metod szacowania strat plonu. Syntezę z tego spotkania prezentuje praca Moora (1967).

Sackson (1968) podaje, że większość dotychczasowych informacji na temat strat plonów wywodzi się raczej z szacunków, niż z dokładnych pomiarów. Te zaś pozwoliłyby ustalić potrzeby w zakresie ochrony przed najgroźniejszymi agrofagami, pomóc w prognozowaniu produkcji i zapewnić najskuteczniejszy użytek z wysiłku badawczego i funduszy.

W ostatnich dziesięcioleciach dużo uwagi poświęcają stratom w rolnictwie kraje socjalistyczne, podejmując wiele prac z tego zakresu (Demby, 1970; Gal i Varga, 1977; Kasaeva, 1978; Kiricenکو, 1978; Petkova, 1979; Munteanu i in., 1983).

W Polsce konieczność prowadzenia takich prac jest oczywista, gdyż większość danych opiera się na szacowaniu a nie pomiarach strat, a ich rzeczywista wysokość rzadko jest znana. Brakuje w polskiej literaturze fachowej tak szerokiego opracowania jak praca Cramera (1967). Częściowo wypełniają tę lukę prace Stachyry (1975, 1975 a), gdzie jednak tylko

niektóre dane dotyczące zbóż, ziemniaków lub buraków cukrowych oparte są na pomiarach, pozostałe zaś na ogólnych szacunkach i wieloletniej obserwacji patogenów.

Prowadzona na terenie całego kraju przez służbę ochrony roślin, pod patronatem Instytutu Ochrony Roślin, sygnalizacja i rejestracja agrofagów daje obraz ich zasięgu i nasilenia występowania, nie dając jednak odpowiedzi jak wysokie straty ponosimy z tego powodu (Babilas, Studziński, 1972; Studziński, Lewartowski, 1972; Babilas, Studziński, 1973; Babilas, 1974; Piekarczyk i in., 1974; Babilas, 1976; Piekarczyk, 1982). Jednak zgromadzenie tak cennych informacji daje podstawę do dalszych opracowań, zmierzających do ustalenia wysokości strat plonu w poszczególnych uprawach (Studziński, Kagan, 1966).

W Polsce prowadzi się jedynie wycinkowe prace poświęcone szkodliwości agrofagów zbóż. Jednakże współpraca poszczególnych państw w tym zakresie pozwoli na osiągnięcie lepszych wyników i szybsze rozwiązanie trudnego problemu, głównie poprzez ujednoczenie metod badawczych, których brak stale odczuwa się.

W skali światowej najważniejszą uprawą, odgrywającą kluczową rolę w polityce, ekonomii i rozwoju socjalnym jest pszenica, zajmująca rozległe obszary kuli ziemskiej o powierzchni około 239 milionów hektarów. Od 1970 r. światowa produkcja ziarna pszenicy wzrosła o 45<sup>0</sup>/. Część tego wzrostu pochodzi z poszerzenia areału (około 12<sup>0</sup>%) a reszta głównie z intensyfikacji produkcji (North, 1983).

W Polsce pszenica zajmuje drugie miejsce wśród zbóż po życie. Według Rocznika Statystycznego 1983 powierzchnia zasiewów i plonowania przedstawiała się następująco:

Rok	1970	1975	1980	1981	1982
Powierzchnia w tys. ha	1985	1842	1609	1418	1456
Plon w t/ha	2,33	2,83	2,60	2,96	3,07

W ostatnim okresie zauważa się niewielki wzrost areału uprawy pszenicy oraz systematyczny wzrost plonowania.

Wraz z intensyfikacją produkcji jeden z głównych agrofagów pszenicy, którym jest mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Erysiphe graminis* D.C.) nabiera coraz większego znaczenia. Zasięg występowania mączniaka prawdziwego pszenicy jest niemal analogiczny z powierzchnią jej uprawy. Wyjątek stanowią rejony podbiegunowe lub wysokogórskie (Blumer, 1967; Weltzien, 1978). Na pozostałych obszarach patogen może występować w różnym nasileniu i powodować mniej, czy bardziej dotkliwe straty plonu.

Mączniak prawdziwy zbóż i traw poraża wszystkie gatunki zbóż oraz 154 gatunki roślin, głównie z rodziny traw (Yarwood, 1957; Blumer, 1967;

Kochman, Węgorek, 1978). W naszej strefie geograficznej najsilniej porażone są jęczmień i pszenica.

Zasięg roślin żywicielskich nie ogranicza się zwykle tylko do jednego gatunku. Na przykład cytowany przez Jenkyna i Bainbridge (1978) Hardison wykazał w 1944 r., że izolaty *Erysiphe graminis* otrzymane ze zbóż atakowały więcej niż jeden gatunek. Inni, w tym Stone i Knight (1980) utrzymują, że patogen nie rozprzestrzenia się z jednego rodzaju zbóż na drugi rodzaj. Zdaniem Yarwood (1957), czysta kultura mączniaka prawdziwego, pochodząca z pojedynczego zarodnika, zwykle atakuje tylko gatunek w obrębie jednego rodzaju a sporadycznie w obrębie rodziny.

Grzyb *Erysiphe graminis* D.C. jest pasożytem bezwzględny z klasy *Ascomycetes*, zimującym na oziminach w postaci grzybni, bądź kulistych otoczni wypełnionych workami z zarodnikami workowymi. W okresie wegetacji roślin rozprzestrzenia się przy pomocy zarodników konidialnych (oidiów) porażając najpierw dolne liście, potem wyżej położone a w sprzyjających warunkach jednocześnie całą roślinę łącznie z kłosem.

O nasileniu rozwoju patogena i jego wpływie na plon decydują w znacznym stopniu warunki środowiska. Silnie dominujący w płodozmianie areal zbóż stwarza większe niebezpieczeństwo rozwoju chorób (Parmentier i Rixhon, 1973; Kampf, 1976). Ujemny wpływ złych przedplonów ujawnia się silniej na glebach słabych, niż na glebach dobrych (Mazurek, 1982). Również prawidłowa agrotechnika wpływa w sposób istotny na rozwój roślin i jest czynnikiem wpływającym na wysokość plonów ziarna (Pokacka, 1982). Płudowski (1981 a) wyraża przekonanie, że wykorzystanie potencjalnej produktywności obecnie uprawianych odmian pszenicy jest uwarunkowane czynnikami agrotechnicznymi i patogenicznymi. Agrotechnika powinna być tak ukierunkowana, by można było uzyskać duże zagęszczenie kłosów na jednostce powierzchni oraz dobre wyrównanie i zwarcie ładu. W tych warunkach ujemne oddziaływanie patogenów jest trudne do wyeliminowania poprzez zabiegi uprawowe.

Nasilenie mączniaka prawdziwego przy większym zagęszczeniu roślin można, według Yarwood (1975), tłumaczyć niższą intensywnością światła, ograniczeniem ruchu powietrza oraz wzrostem wilgotności w ładzie.

W literaturze spotkać można sprzeczne opinie na temat wpływu nawożenia na rozwój mączniaka prawdziwego, ale jest prawie powszechna zgodność co do stymulującego działania wysokich dawek azotu na rozwój patogena (Yarwood, 1957; Parmentier, 1973; Pokacka, Błońska-Pawlak, 1973; Andreae, 1974; Roelfs, 1977; Stone, Knight, 1980). Azot zwiększa wrażliwość pszenicy, niezależnie od jej stadium rozwoju, ale im później jest stosowany, tym bardziej stymuluje rozwój choroby (Jenkyn, Bainbridge, 1978).

Według Parmentiera i Rixhona (1973) nasilenie porażenia mączniakiem

prawdziwym zależy od: ogólnej sumy zastosowanego nawożenia mineralnego azotem, ogólnej ilości nawożenia organicznego azotem w glebie po poprzedniej uprawie i od intensywności zmineralizowania resztek poźniwnych.

Nadmiar mineralnego azotu w górnej warstwie gleby (0—30 cm głębokości) może spowodować silną infekcję mączniakiem we wczesnych stadiach rozwoju pszenicy, nawet przed zimą, jeśli wystąpią sprzyjające warunki zewnętrzne. Ilość 90 kg mineralnego azotu na hektar w okresie strzelania w źdźbło w warstwie gleby 0—60 cm głębokości podwyższa wrażliwość na patogena aż do czasu zbioru, przyspieszając porażenie i zwiększając liczbę skupień grzybni w stadium kwitnienia (Parmentier, 1981). Jednostronne lub późne nawożenie wysokimi dawkami azotu jest przyczyną wzrostu zachorowań (Moore 1967; Pokacka, Błońska-Pawlak, 1973).

Stosując wysokie nawożenie azotowe trzeba jednocześnie dostarczać roślinom odpowiednie ilości innych składników mineralnych — potasu i fosforu. Według Dobrzańskiego (1981) na wyprodukowanie 5 ton ziarna i 6 ton słomy z hektara pszenica pobiera średnio z gleby: 100 kg N, 29 kg P i 83 kg K. Toteż przy uprawie intensywnych odmian pszenicy o wysokich wymaganiach nawozowych konieczne jest umiejętne stosowanie tych składników.

Ważnym czynnikiem wpływającym zarówno na poziom plonowania jak i rozwój patogena jest przebieg warunków pogody. Najbardziej sporny aspekt wiedzy o mączniakach prawdziwych dotyczył wilgotności powietrza. Według Jenkyna i Bainbridgea (1978) mączniaki znoszą suche warunki, chociaż optimum wilgotności do kiełkowania wynosi 100%. Zarodniki mączniaka prawdziwego zawierają średnio 75% wody, jednak wartość ta zależy od warunków w jakich były wytwarzane. Jeżeli powstały w warunkach wysokiej wilgotności — zawierają więcej wody i lepiej kiełkują.

W jednej z ostatnich prac z tego zakresu (Carver i Bushell, 1983) udowodniono na przykładzie *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*, że kiełkowanie konidiów w suchych warunkach jest procesem dwuetapowym. W pierwszym etapie powstaje pierwotna strzępka kiełkowa i przytwierdza się do tkanki rośliny — gospodarza; grzyb może korzystać wtedy z własnego zapasu wody. Dalszy jego rozwój w warunkach suszy jest uzależniony od pobierania wody z tkanki roślinnej. Wyniki te rzucają nowe światło na problem rozwoju choroby i znaczenie wody, która nie jest niezbędna do kiełkowania zarodników, ale może stanowić element krytyczny wtedy, gdy zapas wody w zarodniku wyczerpie się.

Optymalne warunki rozwoju i wytwarzania dużej liczby konidiów obserwuje się w latach o wysokiej temperaturze powietrza i średniej ilości

opadów w czerwcu i lipcu, natomiast długotrwałe opady powodują ich zmywanie, hamując rozwój choroby (Ralski, Woźniak-Strzembicka, 1972).

Przedział temperatur, w których rozwija się patogen wynosi 0—30°C, natomiast optymalna temperatura dla infekcji i jego rozwoju mieści się w granicach 15—20°C. Zarodniki workowe kiełkują już w temperaturze bliskiej 0°C a konidialne w +5°C (Jenkyn, Bainbridge, 1978). Tolerancja patogena na wyższe temperatury jest mniejsza niż rośliny żywicielskiej (Yarwood, 1957). Zdaniem Tischlera (1971) mączniak prawdziwy potrzebuje jednak ciepła, zwłaszcza wiosną.

Według Lasta (1963) przy temperaturze 5°C skupienia grzybni ukażą się w 13 dni po inokulacji, natomiast przy 18°C — już po 3 dniach. W niskich temperaturach mączniak prawdziwy wytwarza mniej zarodników. Kochman (1980) podaje, że temperatura otoczenia odgrywa w procesie kiełkowania zarodników mniejszą rolę niż wilgotność, przy czym temperatura wywiera większy wpływ na szybkość, niż na częstotliwość kiełkowania.

Wpływ światła na *E. graminis* nie jest jednoznacznie określony. Lepszy rozwój patogena w cieniu może być związany z niższą temperaturą i wzrostem wilgotności, natomiast z drugiej strony wzrostowi *E. graminis* sprzyja wysoki poziom węglowodanów w roślinie, a światło utrzymuje ten poziom poprzez asymilację (Yarwood, 1957).

Autorka ta stwierdza, że mączniakom prawdziwym sprzyjają stosunkowo suche warunki atmosferyczne i glebowe, umiarkowane temperatury, zredukowane światło, żyzna gleba i bujny wzrost roślin.

Obok warunków środowiskowych następnym ważnym elementem w rozważaniach o wpływie *E. graminis* na pszenicę jest czynnik odmianowy. Według Blumera (1967) patogen poraża 17 gatunków pszenic, w tym również *Triticum aestivum* var. *vulgare* — pszenicę zwyczajną zajmującą, jak podaje Strebeyko i in. (1976) około 90% światowej powierzchni uprawy pszenicy. Produkcyjność odmiany można rozważać jako jej cechę charakterystyczną, bezpośrednio powiązaną z czynnikiem zewnętrznym. To też przy podziale odmian na odporne i podatne zachodzi niekiedy konieczność brania pod uwagę warunków środowiskowych. Ujawnienie się genetycznie uwarunkowanej odporności może niekiedy zależeć od tych warunków. Występuje to najwyraźniej w przypadku odporności poziomej (poligenicznej). Na przykład wzrost nawożenia azotowego przy dostatku wody może zwiększyć porażenie odmian średnio wrażliwych o kilka do kilkunastu procent. Takiemu wzrostowi porażenia może towarzyszyć wzrost plonu z racji bardziej intensywnego nawożenia. W warunkach deficytu wodnego, przy zastosowaniu wyższych dawek azotu obserwuje się wzrost wrażliwości i jednoczesny spadek plonu (Parmentier, 1973; Pokacka, Błńska-Pawlak, 1973, 1975).

Według Pokackiej i Błońskiej-Pawlak (1975) odporność polowa pszenicy na *E. graminis* jest niepełna i stanowi wypadkową wielu czynników, do których trzeba zaliczyć również odporność specyficzną na rasy grzyba.

Patogen występuje w przeważającej części świata, jednak identyfikacja terenów gdzie stanowi poważne zagrożenie nie jest łatwa, głównie z uwagi na skąpe informacje dotyczące jego szkodliwości. Wydaje się jednak, że choroba wywołuje największe straty w klimacie umiarkowanym.

Według Jenkyna i Bainbridge'a (1978) mączniak prawdziwy stanowi zagrożenie dla plonu pszenicy w większej części Europy, w południowo-zachodniej części ZSRR, w rejonie morza Czarnego i Kaspijskiego oraz we wschodniej Turcji. W Ameryce Północnej czyni szkody w Kolumbii Brytyjskiej, nadmorskich rejonach Kanady, południowo-wschodniej części USA, oraz wschodnim i zachodnim wybrzeżu USA. Nie stwierdzono natomiast wysokich strat plonu na suchych obszarach Wielkich Równin lub prerii.

W Ameryce Południowej jest głównym patogenem w południowej części kontynentu. Mączniak prawdziwy nie jest w zasadzie problemem w południowej części Afryki lub w głównym pasie pszenicznym Australii, ale może powodować straty plonu w rejonach nadmorskich. W Indiach może stanowić zagrożenie w pobliżu Himalajów. Schemat ten może się zmienić wraz z wprowadzeniem uprawy pszenicy na nowe obszary, lub też z uprawą nowych, bardziej wrażliwych odmian.

Weltzien (1978) sprowadził straty spowodowane przez mączniaka prawdziwego do 3 następujących grup:

- obszar głównych strat;
- obszar marginesowych strat;
- obszar sporadycznych ataków.

Znając warunki występowania i nasilenie choroby w tych obszarach można by ewentualnie prognozować jej szkodliwość.

W Polsce mączniak prawdziwy nabiera coraz większego znaczenia wraz z wprowadzaniem do uprawy intensywnych odmian pszenicy i koniecznością stosowania wysokich dawek nawozów mineralnych, w tym głównie azotu. Większość autorów określa *E. graminis* jako najgroźniejszego, lub jednego z najgroźniejszych patogenów liściowych pszenicy, (Kochman, 1973; Stachyra, 1975; Ralski, 1978; Płudowski, 1979; Demby, 1980; Pokacka, 1982).

Najbardziej użytecznym wymiarem skutków choroby jest określenie strat w końcowym plonie (Moore, 1967). Skutki porażenia pszenicy przez *E. graminis* objawiają się w rozwoju korzeni, który może się zmniejszyć nawet o 50%. Choroba rzadko niszczy całkowicie siewki, może jednak pogorszyć przezimowanie roślin. Porażone rośliny gorzej krzewią się i wytwarzają około 20% mniej kłosonośnych źdźbeł (Jenkyn, Bainbridge, 1978).



Parmentier i Rixhon (1973) wiążąc wielkość kłosa z porażeniem przez *E. graminis* doszli do wniosku, że duże kłosa są odporniejsze na patogena od małych.

Według Lasta (1975) mączniak prawdziwy ma mniejszy wpływ na liczbę ziarn w kłosie ( $\pm 5\%$ ) niż na wypełnienie ziarna ( $\pm 5-10\%$ ). W zasadzie „wczesny” mączniak ma większy wpływ na liczbę kłosów, a „późny” na ciężar ziarna. Natomiast Mazurkiewicz (1975) cytując Nalborczyka twierdzi, że roślina produkuje znacznie więcej asymilatów niż jest w stanie przerobić na ziarno. Znajduje to potwierdzenie w praktyce, gdzie wiele odmian pszenicy, pomimo porażenia liści w fazie dojrzewania, ma dobrze wykształcone ziarno gdyż wykorzystuje asymilaty nagromadzone w źdźble.

Przy ocenie wpływu porażenia na plon istotna jest metoda, którą stosuje się w pomiarach. Najbardziej szczegółową metodę połową pomiaru porażenia i strat plonu spowodowanych występowaniem mączniaka prawdziwego na pszenicy opracowali angielscy ekonomiści Large i Doling (1962, 1963). W ich pracy podstawową trudnością było określenie, w którym stadium rozwoju zboża należy ustalić porażenie przez patogena, aby na tej podstawie można było obliczyć straty plonu. Problem ten rozwiązano adaptując dla potrzeb wyceny strat skalę Feekesa, gdzie stadium 10,5 uznano za optymalne do tego celu.

Porażenie określano jako procent górnej powierzchni 4 górnych liści pokrytej grzybnią. Straty plonu obliczano na podstawie różnicy pomiędzy plonem z poletek opryskiwanych fungicydem i porażonych patogenem. W uproszczeniu wyrażono je wzorem:

$$S = 2x\sqrt{M}$$

S — % straty plonu; M — % porażonej powierzchni liści.

Wzór ten potwierdza nieliniową zależność wysokości porażenia i strat plonu.

W oparciu o tę metodę również Moore (1967) i James (1971) traktowali pomiar procentu porażonej powierzchni 4 górnych liści w stadium 10,5 według skali Feekesa jako podstawę wyceny strat plonu.

Większość badaczy opiera pomiar nasilenia mączniaka prawdziwego na analizie 3 górnych liści. Na przykład Parmentier i Rixhon (1973) oraz Parmentier (1976) oceniają średnią liczbę widocznych skupień grzybni po obydwóch stronach blaszki liściowej 3 najmłodszych liści na dobrze rozwiniętych źdźbłach jednakowej klasy. W badaniach krajowych między innymi Cieślak i Kwiatkowski (1976) oceniali porażenie na 3 górnych liściach.

Niektórzy badacze, a pośród nich Brooks (1972) oraz Jenkins i Storey (1975) posługując się zmodyfikowaną metodą Large'a i Dolinga określali porażenie przez *Erysiphe graminis* tylko na trzecim liściu od góry. Jest ono,

według wielu pomiarów, odpowiednikiem średniego porażenia całej rośliny.

Według „Instrukcji dla służby ochrony roślin z zakresu prognoz, sygnalizacji i rejestracji” (1976) porażenie roślin określa się w skali 3-stopniowej:

- I — porażenie słabe — do 10<sup>0</sup>% powierzchni rośliny,
- II — porażenie średnie — 10—30<sup>0</sup>% powierzchni rośliny,
- III — porażenie silne — ponad 30<sup>0</sup>% powierzchni rośliny,

Dla potrzeb krajowych zmodyfikowano 9-stopniową skalę porażenia FAO (COBORU, 1979), w której 1 — oznacza całkowite porażenie a 9 — brak porażenia.

Jak widać z podanego zestawu sposobów oceny, są one bardzo zróżnicowane. Toteż od dawna sygnalizuje się potrzebę ich ujednoczenia, by móc w podobnych strefach geograficznych i przy podobnym nasileniu patogena prognozować i planować jego zwalczanie (Weltzien, 1978).

Według Chiarappy i in. (1971) wszystkie metody badawcze mają na celu dostarczenie danych do ustalenia poziomu strat w stosunku do nasilenia agrofagów. Wiele z tych metod oparto o porównanie plonów z doświadczeń, gdzie zwalczano agrofaga. Zabiegi mogą jednak oddziaływać również na roślinę uprawną lub też na inne organizmy danej agrocenozy, a ogólny ich efekt jest sumą faktycznych strat spowodowanych przez danego agrofaga oraz ich ubocznego wpływu na rośliny lub ich środowisko (Pokacka, 1982).

W badaniach naukowych jednak najczęściej określa się stratę plonu jako różnicę pomiędzy plonem z poletek wolnych od choroby i z poletek z pewnym poziomem choroby (Teng i Shane, 1983). Na tej podstawie wnioskuje się także o zależnościach pomiędzy poziomem porażenia i poziomem strat plonu. Poziom choroby najczęściej określany jest jako procent porażonej powierzchni organów rośliny. Metoda ta została zakwestionowana przez Heberta (cytowane za Tengem i Shane, 1983), który sugeruje, że istnieje logarytmiczna zależność pomiędzy zdolnością ludzkiego oka do reagowania na bodziec i intensywnością tego bodźca. Także inni badacze potwierdzają zmienność kojarzenia przy wykorzystaniu ludzkiego oka jako zmysłowego sposobu poznania. Zdaniem autorów, rozwiązaniem jest techniczne udoskonalenie aparatury analitycznej do ilościowego określania choroby. Metoda taka rokuje duże nadzieje jako praktyczny sposób szacowania choroby. Użycie przenośnych minikomputerów dla poleowego dokumentowania danych, prowadzące do szybkiego ich przetwarzania na potrzebną informację, pozwoliłoby na bardziej precyzyjne szacowanie strat.

Ponieważ jednak udoskonalona technicznie aparatura nie jest jeszcze

dostępna, w ostatnich latach przy ustaleniu progów szkodliwości choroby i strat plonu były stosowane inne kryteria. Na przykład Parmentier (1976) ustalił, że w Belgii próg szkodliwości dla mączniaka prawdziwego wynosi 25 skupień grzybni na 3 najmłodszych liściach w każdym stadium rozwojowym rośliny. Przy tym poziomie porażenia zaleca się podjęcie chemicznych zabiegów zwalczania choroby.

Inne proponowane metody ustalenia terminu zabiegu oparte są na określeniu zagęszczenia zarodników nad łanem i układu warunków meteorologicznych, w tym głównie kryteriów związanych z wysokością i czasem trwania określonych temperatur (Jenkyn, i Bainbridge, 1978) a także biologii patogena (Rapilly, 1970; Pokacka, 1982a). Badania te są jednak kosztowne i tylko kraje rozwinięte mogą je prowadzić na dobrym poziomie (Sackson, 1968).

Obecnie straty przedżniwne wywołane przez wszystkie agrofagi zbóż na świecie szasuje się na około 35% plonu. Do tego należy dołączyć około 20% strat późniwnych (zbiór, transport, przechowywanie) i około 10% strat spowodowanych marnotrawstwem w konsumpcji (Teng i Shane, 1983). Globalnie, straty te znacznie przewyższają światowy deficyt konsumpcyjnego ziarna zbóż. Obszerne opracowanie strat plonu wywołanych przez agrofagi dla 60 upraw, w tym i dla pszenicy, wykonane przez Cramera (1967) wskazuje na najwyższą możliwość strat w przypadku wysokich potencjalnych plonów.

Niejednolite metodyki oraz trudności w obiektywnej ocenie powodują ogromne różnicowanie szacunków strat spowodowanych przez choroby pszenicy. W USA, według Ministerstwa Rolnictwa tego kraju, średnie straty spowodowane przez *E. graminis* wyniosły poniżej 1% plonu. Jednak w rejonach bardziej zagrożonych przez patogena mogą one niejednokrotnie przekraczać 20% plonu (Jenkyn i Bainbridge, 1978). James (1971), który prowadził badania w Ontario, ocenił szkodliwość *E. graminis* jako niewielką. Straty plonu wyniosły poniżej 1% i były nieistotne. Yarwood (1957) i Johnson (1979) podają natomiast, że przy silnym pojawie patogena straty plonu mogą być bardzo wysokie, sięgające nawet 45%.

W Europie, w przypadku silniejszego wystąpienia mączniaka prawdziwego straty mogą przekraczać 20% plonu, chociaż przeciętnie są one niższe (Jenkyn i Bainbridge, 1978). Large i Doling (1963) szacują straty plonu w zależności od nasilenia porażenia według wzoru:  $2 \times \sqrt{\%}$  porażonej powierzchni liści. Podobnie Ahrens i in. (1983) wiążą straty plonu w Niemczech z nasileniem choroby następująco:

- przy niskim poziomie choroby — średnio 6,8% strat plonu
- przy średnim poziomie choroby — średnio 7,9% strat plonu
- przy wysokim poziomie choroby — średnio 13,0% strat plonu.

W Austrii według Zwatza (1974) *E. graminis* powoduje średnio 10—15% strat plonu ziarna. W Szwecji, jak podaje Leijerstam na podstawie prac przeprowadzonych w latach 1959—1962, średnie porażenie 1—8% powierzchni roślin spowodowało straty 2,5—7,0% plonu (cyt. za Mrazem, 1965). W Czechosłowacji, według Smolaka i Blattnego (1954) przy silnym porażeniu plonu może zmniejszyć się średnio o 20%, a według Mraza (1965) w zależności od wrażliwości odmiany o 4—19%.

Z zestawienia podanego przez Mraza (1965) w ZSRR straty plonu spowodowane wystąpieniem mącznika prawdziwego mogą dochodzić do 33%. Według Sajmardanova (1973), w przypadku deszczowanych upraw okręgu Saratowskiego Zawołża, mącznik prawdziwy powoduje obniżkę plonu o 20—25%. Zdaniem Kiricenki (1978) patogeny pszenicy, w tym *E. graminis*, w strefie stepowej na południu Ukrainy powodują obniżenie plonu ziarna o 10—30% oraz pogarszają jego jakość. Natomiast Kasaeva (1978) ocenia straty powodowane przez wszystkie choroby zbóż na ponad 9% potencjalnego plonu, w skali światowej.

Według Kükedi (1979) na Węgrzech straty spowodowane tylko przez mączniaka prawdziwego w latach 1976—1977 wyniosły w zależności od różnych czynników 10—30% plonu spodziewanego. W Jugosławii, według Smiljakovica (cyt. za Ralskim i Woźniak-Strzembicką, 1972) mączniak prawdziwy pojawia się często w rozmiarach epifitozy. Jak widać z dokonanego przeglądu, rozbieżności w rozmiarach strat plonu na świecie są znaczne.

#### IV. MATERIAŁY I METODY

##### A. Doświadczenia polowe

Podstawowe obserwacje polowe porażenia pszenicy ozimej przez *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici*, oraz powstałych z tego powodu strat plonu ziarna, przeprowadzono na terenie całego kraju w latach 1971—1975, współpracując z Wojewódzkimi Stacjami Kwarantanny i Ochrony Roślin. Doświadczenia lokalizowano na produkcyjnych plantacjach pszenicy ozimej głównie odmiany Grana (około 40% pól) a także innych znajdujących się w doborze odmian, naturalnie porażonych przez patogena.

W celu uzyskania roślin kontrolnych, nie porażonych przez mączniaka prawdziwego, zastosowano Milstem i Milgo E, preparaty angielskiej firmy ICI Plant Protection Ltd. zawierające 28% substancji czynnej etirimolu. Preparaty te są znane jako fungicydy selektywne, stosowane tylko do zwalczania mączniaka prawdziwego.

Stosowano je wiosną w formie opryskiwania, w dawce 1,25 l/ha, przy użyciu 600 l cieczy roboczej na ha w następujących terminach:

Lata 1971—1972 (Milstem JF 4121)	I zabieg — w okresie pierwszego pojawu mączniaka prawdziwego; II zabieg — 2 tygodnie po pierwszym zabiegu.
Lata 1973—1975 (Milgo E JF 4121)	I zabieg — profilaktycznie po ruszeniu wegetacji; II zabieg — w stadium 4—6 według skali Feekes'a; III zabieg — w stadium 10,1—10,5 według skali Feekes'a.

Ocenę porażenia pszenicy mączniakiem prawdziwym oparto na metodzie opracowanej przez Large'a i Dolinga (1962, 1963).

W doświadczeniach polowych porażenie roślin określano na trzecim liściu od góry, zgodnie z metodą Large'a i Dolinga (1962, 1963), analizując każdorazowo po 50 źdźbeł z badanej powierzchni pola.

Oceniając wpływ porażenia na plon brano pod uwagę analizę w stadium rozwojowym roślin 10,5 według skali Feekes'a, w którym symptomy choroby są na ogół najsilniejsze.

Skuteczność działania preparatów obliczano według wzoru Abbotta (Goos, 1962):

$$SK = \frac{K-A}{K} \times 100 \quad \text{gdzie:}$$

K — % porażonej powierzchni roślin nie opryskiwanych,

A — % porażonej powierzchni roślin opryskiwanych.

Straty ustalono na podstawie różnicy pomiędzy plonem ziarna pszenicy z chronionej i naturalnie porażonej powierzchni pola, wyrażając je jako wartość procentową w stosunku do powierzchni chronionej.

Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie. Obserwacje dotyczące procentu porażonej powierzchni roślin, plonu i masy 1000 ziarn (MTZ) poddano analizie wariancji dla pojedynczej nieortogonalnej klasyfikacji oraz zastosowano test Studenta dla szczegółowych porównań średnich. Analizy przeprowadzono w trzech wariantach, dzieląc doświadczenia według: a) rejonów uprawy pszenicy, b) rodzajów gleby, c) odmian. Dla każdego wariantu przeprowadzono oddzielnie analizę wariancji.

Dla oceny współzależności procentu porażonej powierzchni roślin przez *E. graminis* i procentu strat planu ziarna pszenicy wyznaczono współczynniki korelacji liniowej dla poszczególnych lat i dla całości doświadczeń.

Ponieważ współczynniki korelacji liniowej okazały się istotne, wyznaczono równania prostych regresji, które umożliwiają szacunkową ocenę procentu strat plonu ziarna przy danym procencie powierzchni roślin porażonej przez *E. graminis*. Wyznaczono także dla obu obserwowanych cech następujące charakterystyki statyczne: średnie arytmetyczne oraz oceny odchylenia standardowego, błędu standardowego średniej i współczynnika zmienności.

## B. Doświadczenia poletkowe

Doświadczenia te przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym SGGW-AR w Chylicach w woj. skierniewickim na pszenicy ozimej Grana w sezonach wegetacyjnych 1981/1982 i 1982/1983. Celem ich było uchwycenie zależności strat plonu ziarna od nasilenia mączniaka prawdziwego.

### Układ doświadczenia

- Bloki losowane w 4 powtórzeniach;
- Wielkość poletek 25 m<sup>2</sup> (2,5×10), do zbioru 15 m<sup>2</sup>;
- Kontrolę (bez porażenia) stanowiły poletka opryskiwane w 14-dniowych odstępach czasu preparatem Milgo E w dawce 1 l/ha, przy użyciu 400 l cieczy roboczej/ha. Zabiegi rozpoczęto od początku wegetacji roślin wiosną, aż do ich całkowitego zaschnięcia by nie dopuścić do rozwoju choroby;
- Na poletkach naturalnie porażonych nie stosowano zabiegów grzybobójczych aby patogen mógł rozwijać się nieprzerwanie w ciągu całego okresu wegetacji.

Ocenę dynamiki rozwoju patogena przeprowadzono w odstępach 7-dniowych, pobierając każdorazowo 15 źdźbeł głównych z poletka i analizując wierzchnią stronę 4 górnych liści. Stopień powstałych uszkodzeń wyrażono procentem powierzchni liści pokrytej grzybnią.

### Charakterystyka doświadczeń:

Sezon wegetacyjny:	1981/82	1982/83
typ gleby:	bielica na glinie zwałowej pszenno-buraczana	bielica na glinie zwałowej pszenno-buraczana
Termin siewu:	30 IX 1981 r.	28 IX 1982 r.
Norma siewu:	230 kg/ha	230 kg/ha
Rozstawa rzędów:	10,8 cm	10,8 cm
Nawożenie NPK:	120, 96, 120	120, 96, 120
Przedplon:	pszenica ozima	pszenica ozima
Zabieg chwastobójczy:	Chwastox pł. 30 5 l/ha	Dicuran 80 WP — 2 kg/ha + Lentagran — 2 kg/ha
Termin zbioru:	6 VIII 1982 r.	29 VII 1983 r.

W okresie pełnej dojrzałości pszenicy zebrano ziarno kombajnem poletkowym, przeliczając plon na t/ha. Zbioru dokonano w korzystnych warunkach atmosferycznych. Próby ziarna poddano frakcjonowaniu, usta-

lając procentowy udział każdej frakcji w plonie. Określano także masę 1000 ziarn oraz procentową zawartość białka w ziarnie.

Wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji dla układu bloków. Wyniki porównano testem Tukeya.

## V. WYNIKI BADAŃ

### A. Doświadczenia polowe

#### 1. Porażenie pszenicy ozimej przez *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* i straty plonu ziarna w latach 1971—1975 na polach opryskiwanych i nieopryskiwanych etirimolem

Na skutek zmiennych warunków atmosferycznych i siedliskowych wyniki badań z poszczególnych lat różnią się pod względem procentu porażonej powierzchni roślin i wysokości strat plonu (tab. 1).

Pszenica była najsilniej porażona w 1972 r. a najslabiej w 1975 r. Procent porażonej powierzchni wynosił odpowiednio 20,99 i 15,17. Średnio dla 5 lat badań mączniak prawdziwy poraził 17,84% powierzchni roślin. Patogen w warunkach polowych okazał się trudny do całkowitego zwalczania, pomimo 2 i 3-krotnego opryskiwania etirimolem. Średnia skutecz-

Tabela 1

Średnie porażenie roślin oraz straty plonu ziarna pszenicy ozimej spowodowane wystąpieniem *Erysiphe graminis* D. C. 1971—1975

Average plant infection and grain yield losses of winter wheat caused by *Erysiphe graminis* D.C. in 1971—1975

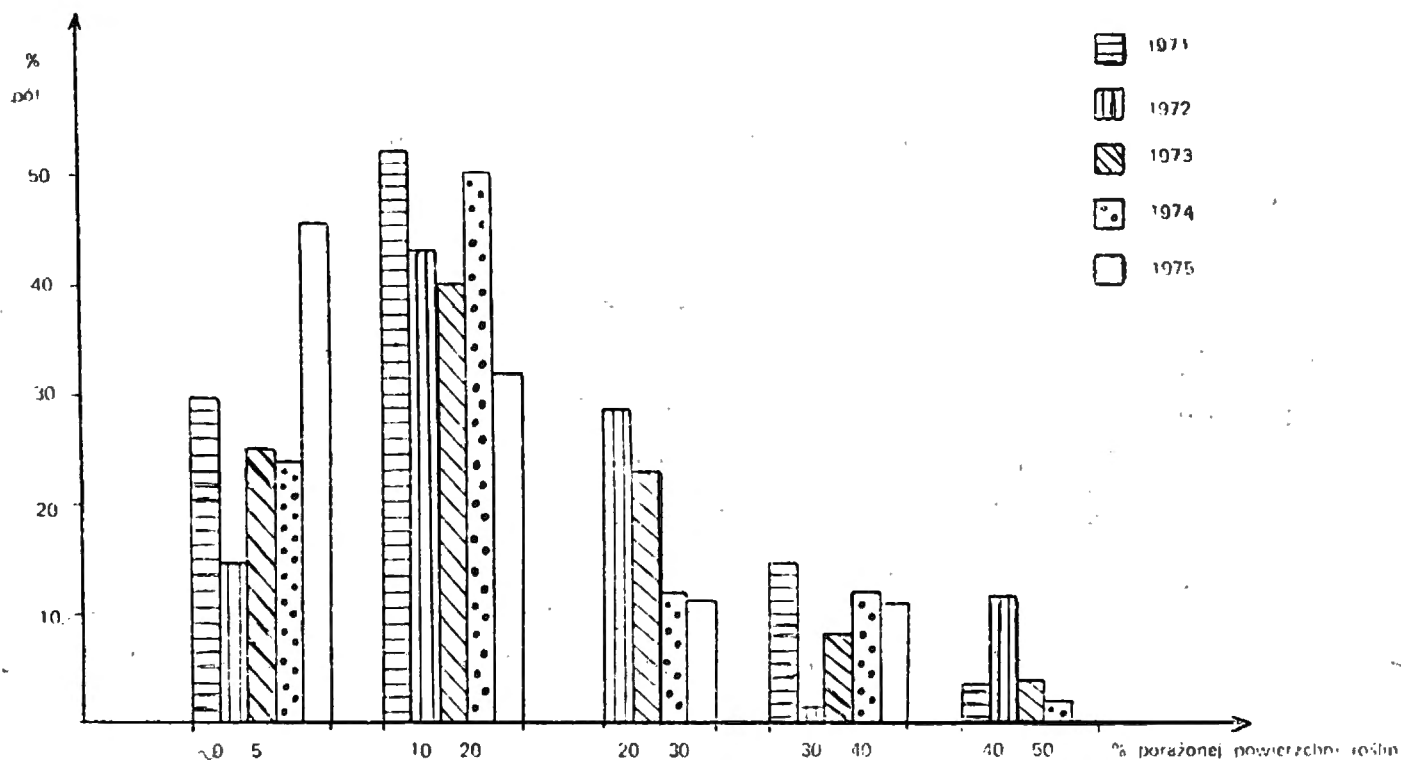
Rok	Liczba doświadczeń	% powierzchni roślin porażonej mączniakiem prawdziwym		Skuteczność zabiegu wg Abbotta	Plon w t/ha		Straty plonu		Masa 1000 ziarn (MTZ)		Straty MTZ %
		O	N		O	N	t/ha	%	O	N	
1971	27	6,83	15,90	56,76	3,50	3,23	0,27	6,76	42,07	39,77	5,26
1972	42	7,70	20,99	61,41	3,32	3,01	0,31	8,56	39,07	36,22	7,15
1973	48	3,95	18,69	80,16	3,83	3,49	0,34	8,59			
1974	42	4,54	17,75	71,46	3,99	3,65	0,34	8,11			
1975	44	3,41	15,17	78,83	3,81	3,51	0,30	7,90			
średnio	203	5,11	17,84	71,08	3,71	3,39	0,32	8,09	40,22	37,58	6,43

O — pola opryskiwane etirimolem

N — pola nie opryskiwane

ność zabiegu wyniosła 71,08%, przy czym wyższą skuteczność uzyskano po 3-krotnym opryskiwaniu.

Przedstawiony na rycinie 1 rozkład porażenia wykazuje, że na większości pól produkcyjnych porażenie powierzchni asymilacyjnej wynosiło od 0—20% a silne porażenie, powyżej 30% powierzchni, stwierdzono w mniejszej liczbie przypadków.



Ryc. 1. Rozkład porażenia pszenicy ozimej przez *Erysiphe graminis* D.C. na polach nie opryskiwanych 1971—1975 r.

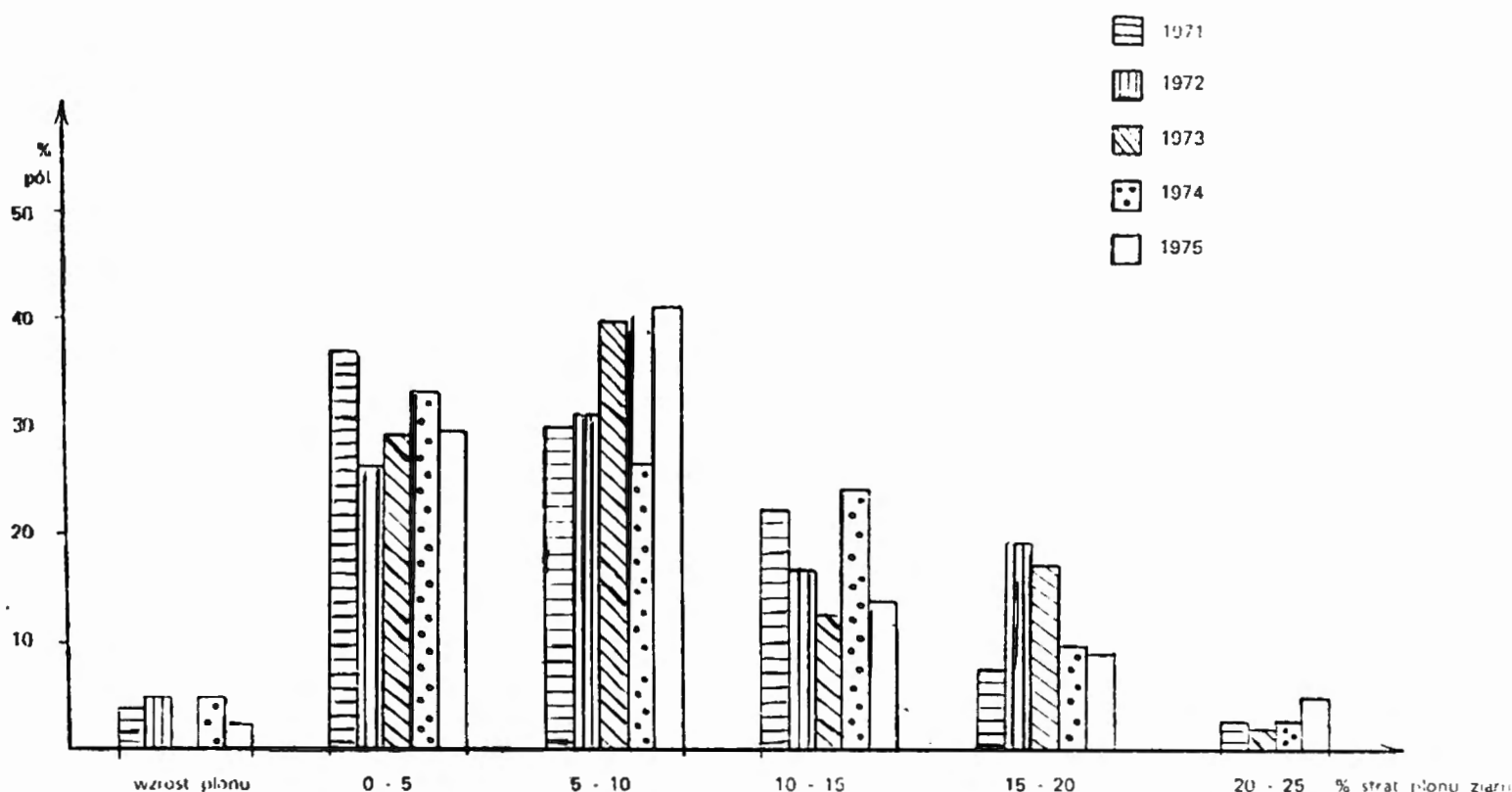
Fig. 1. Distribution of winter wheat infection with *Erysiphe graminis* D.C. on the nonsprayed fields in 1971—1975

Straty plonu ziarna pszenicy z powodu wyższego porażenia mączniakiem prawdziwym roślin nie opryskiwanych wyniosły średnio 0,32 t/ha, co stanowi 8,09% plonu. Wyższe straty plonu wystąpiły w latach 1972 i 1973.

Rozkład strat wykazuje najwyższy udział pól w grupie strat 0—10% plonu. Wysokie straty plonu (powyżej 20%) występowały sporadycznie. Pomimo rozwoju patogena nie zawsze stwierdzano ubytki plonu. Świadczy o tym około 3% doświadczeń, gdzie wyższe plony uzyskano na powierzchni pola porażonej patogenem, niż na powierzchni chronionej (ryc. 2).

W 1971 i 1972 r. badano wpływ mączniaka prawdziwego na masę ziarna. W ciągu obydwu lat badań masa 1000 ziarn (MTZ) z pól nieopryskiwanych była niższa niż MTZ z pól chronionych. Ubytek MTZ w stosunku do kombinacji opryskiwanej etirimolem wyniósł w 1971 r. — 5,26%, w 1972 — 7,15%, a średnio dla dwu lat — 6,43% (tab. 1).





Ryc. 2. Rozkład strat plonu ziarna pszenicy ozimej spowodowanych przez *Erysiphe graminis* D.C. na polach produkcyjnych 1971—1975 r.

Fig. 2. Distribution of the winter wheat grain losses caused by *Erysiphe graminis* D.C. on the production fields in 1971—1975

Współczynniki korelacji dla % porażonej powierzchni roślin i % strat plonu ziarna pszenicy dla lat 1971—1975 mieściły się w granicach  $r = 0,43$  do  $r = 0,58$  (tab. 2).

## 2. Wpływ rejonizacji uprawy pszenicy ozimej na wysokość porażenia przez *Erysiphe graminis* D. C. sp. tritici i straty plonu ziarna

Badania prowadzono we wszystkich rejonach uprawy pszenicy ozimej (ryc. 3, tab. 3). Poszczególne rejonu różniły się zarówno warunkami środowiskowymi, jak i obszarem. Doświadczenia starano się rozmieścić proporcjonalnie do nasilenia uprawy pszenicy w danym rejonie.

Najsilniej była porażona pszenica w rejonie Ia (Żuławy) — 25,17%, I (północno-zachodnim) — 21,78%, VI (południowo-wschodnim) — 17,58% i V (śląskim) — 16,96%; najslabiej natomiast w rejonie III (Wielkie Doliny — zachód) — 14,94% i IV (Wielkie Doliny — wschód) — 14,17% porażonej powierzchni roślin (tab. 4).

Wyższym porażeniom na ogół odpowiadały wyższe straty plonu ziarna. Najwyższe straty plonu wystąpiły w rejonach nadmorskich (I — 8,74%, Ia — 9,54%) oraz w zachodnim rejonie Wielkich Dolin (III — 9,37%), rejonie śląskim (V — 7,93%) i południowo-wschodnim (VI — 7,62%), najniższe natomiast we wschodnim rejonie Wielkich Dolin (III — 5,80%).

Przedstawiona na rycinach 4—6 frekwencja pól porażonych przez

**Charakterystyki statystyczne % powierzchni roślin porażonej mączniakiem prawdziwym (x) i % strat plonu ziarna (y)  
Doświadczenia polowe 1971—1975 r.**

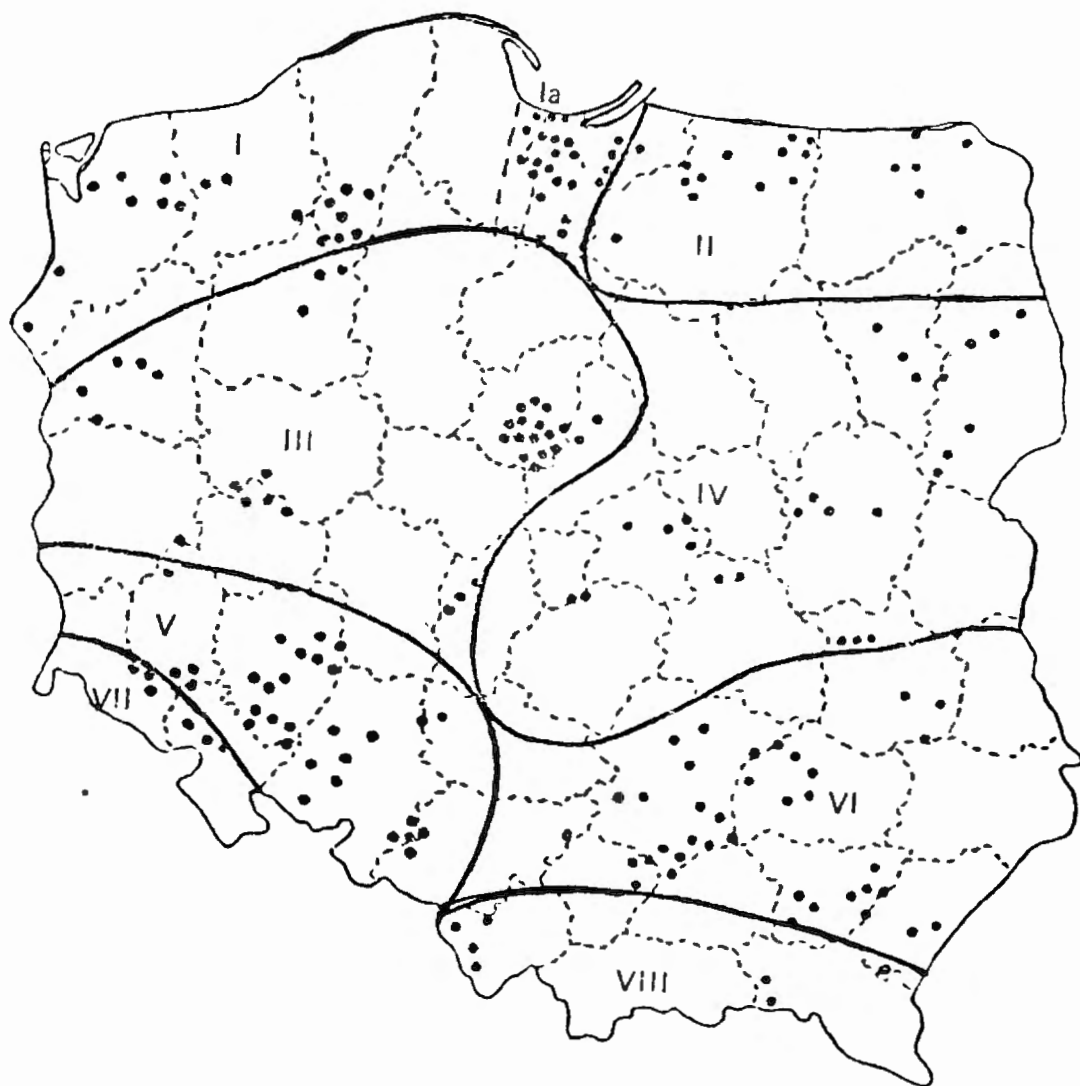
**Statistical characteristics of % plant area infected by mildew (x) and % losses of grain yield (y). Field experiments in 1971—1975**

Rok		Średnie arytmetyczne ± ocena odchylenia standardowego	Ocena błędu standardowego średniej	Współczynnik zmienności %	Współczynnik korelacji r xy
1971	x	15,90 ± 11,08	2,13	69,69	0,50
	y	6,76 ± 5,15	0,99	76,18	
1972	x	20,99 ± 12,56	1,94	59,84	0,43
	y	8,56 ± 6,60	1,02	77,10	
1973	x	18,69 ± 9,90	1,43	52,97	0,45
	y	8,59 ± 5,36	0,77	62,40	
1974	x	17,75 ± 10,29	1,59	57,97	0,58
	y	8,11 ± 6,02	0,93	74,23	
1975	x	15,17 ± 10,33	1,56	68,09	0,54
	y	7,90 ± 5,38	0,81	68,10	
1971	x	17,84 ± 10,92	0,77	61,21	0,49
1975	y	8,09 ± 5,73	0,40	70,77	

*E. graminis* w poszczególnych rejonach uprawy pszenicy oraz towarzyszących im strat plonu w badanym okresie wykazuje zmienność tych wartości. Pola silnie porażone patogenem (ponad 25% porażonej powierzchni roślin) najczęściej występowały na Żuławach i w rejonie północno-zachodnim. Również najwyższe straty plonu (ponad 15%) występowały najczęściej na Żuławach. Jednocześnie w tym rejonie odnotowano ponad 10% pól, na których pomimo porażenia patogenem straty plonu nie wystąpiły.

### 3. Wpływ rodzaju gleby na wysokość porażenia pszenicy ozimej przez *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* i straty plonu ziarna

W ciągu 5 lat badań prowadzono doświadczenia na różnych rodzajach gleb (tab. 5). Ich podział oparto na podręczniku „Genetyczna klasyfikacja gleb Polski” (Kowalkowski i in., 1959). Pszenica ozima była najczęściej



Ryc. 3. Lokalizacja doświadczeń przeprowadzonych w latach 1971—1975 nad oceną strat powodowanych przez *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* na produkcyjnych plantacjach pszenicy ozimej

Fig. 3. Localization of the experiments performed in 1971—1975 to estimate losses caused by *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* on the production plantations of winter wheat

uprawiana na glebach bielcowych (41,9<sup>0</sup>/o pól), glebach brunatnych (18,6<sup>0</sup>/o) oraz na madach (15,3<sup>0</sup>/o).

Najsilniej była porażona pszenica uprawiana na glebach o większej zasobności w składniki pokarmowe i wodę, zlewnych lub ciężkich, takich jak gleby bagienne — 25,58<sup>0</sup>/o porażonej powierzchni roślin, mady 23,82<sup>0</sup>/o, gleby brunatne 18,38<sup>0</sup>/o. Niższe porażenie roślin obserwowano na glebach bielcowych i rędzinach. Wynosiło ono odpowiednio 14,94<sup>0</sup>/o i 11,00<sup>0</sup>/o.

Wyższe straty plonu notowano na ogół na polach silniej porażonych. W przypadku pszenicy uprawianej na madach wyniosły średnio 10,14<sup>0</sup>/o, na czarnych ziemiach — 10,66<sup>0</sup>/o, glebach bagiennych — 9,21<sup>0</sup>/o a na glebach brunatnych — 8,77<sup>0</sup>/o. Natomiast niższe straty plonu wystąpiły na glebach bielcowych — 6,87<sup>0</sup>/o, czarnoziemach — 6,49<sup>0</sup>/o i rędzinach 4,89<sup>0</sup>/o (tab. 6).

Tabela 3

Frekwencja doświadczeń w poszczególnych rejonach uprawy pszenicy ozimej  
Lata 1971—1975

The frequency of experiments in individual regions of the winter wheat cultivation  
in 1971—1975

Nr	Nazwa	Liczba doświadczeń	%
I	rejon północno-zachodni	19	9,4
Ia	podrejon Żuławy	24	11,8
II	rejon północno-wschodni	19	9,4
III	rejon Wielkie Doliny — zachód	35	17,2
IV	rejon Wielkie Doliny — wschód	25	12,3
V	rejon śląski	31	15,3
VI	rejon południowo-wschodni	37	18,2
VII	rejon podgórski zachodni (sudecki)	6	3,0
VIII	rejon podgórski wschodni (karpacki)	7	3,4
		203	100,0

Tabela 4

Średnie porażenie i straty plonu ziarna spowodowane przez *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* w różnych rejonach uprawy pszenicy ozimej w latach 1971—1975

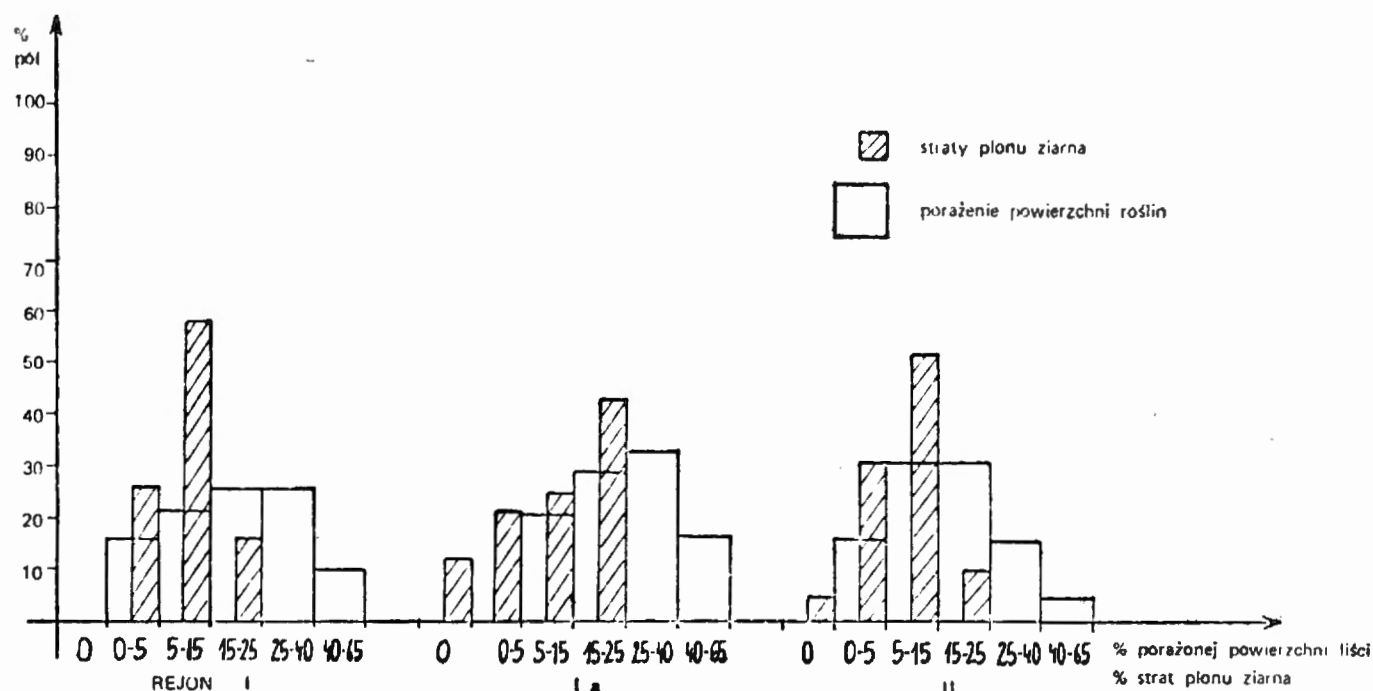
Average infection and losses of grain yield caused by *Erysiphe graminis* D. C. sp. *tritici* in different regions of the winter wheat cultivation in 1971—1975

Rejon	Liczba doświadczeń	% porażonej powierzchni		Skuteczność zabiegu wg Abbotta	Plon w t/ha		Strata plonu		Masa 1000 ziarn* MTZ		Strata MTZ %
		O	N		O	N	t/ha	%	O	N	
I	19	6,81	21,78	72,46	3,30	2,99	0,31	8,74	42,90	39,83	7,14
Ia	24	8,05	25,17	65,47	4,24	3,81	0,43	9,54	38,40	36,48	4,74
II	19	4,29	17,74	73,23	3,24	2,99	0,25	7,48	37,86	35,34	6,18
III	35	3,14	14,94	79,98	4,12	3,73	0,39	9,37	41,84	38,11	8,75
IV	25	4,95	14,17	64,07	3,30	3,10	0,20	5,80	58,49	36,96	4,16
V	31	4,81	16,96	71,74	3,96	3,64	0,32	7,93	41,32	38,57	6,75
VI	37	5,51	17,58	66,66	3,49	3,21	0,28	7,62	40,93	37,85	7,54
VII	6	1,75	16,08	88,74	3,95	3,57	0,38	9,75	38,50	35,50	7,79
VIII	7	5,20	16,51	66,35	3,51	3,28	0,23	6,52	37,71	37,42	0,77
średnio	203	5,11	17,84	71,08	3,71	3,39	0,32	8,09	40,22	37,58	6,43

\* — śr. z lat 1971—1972

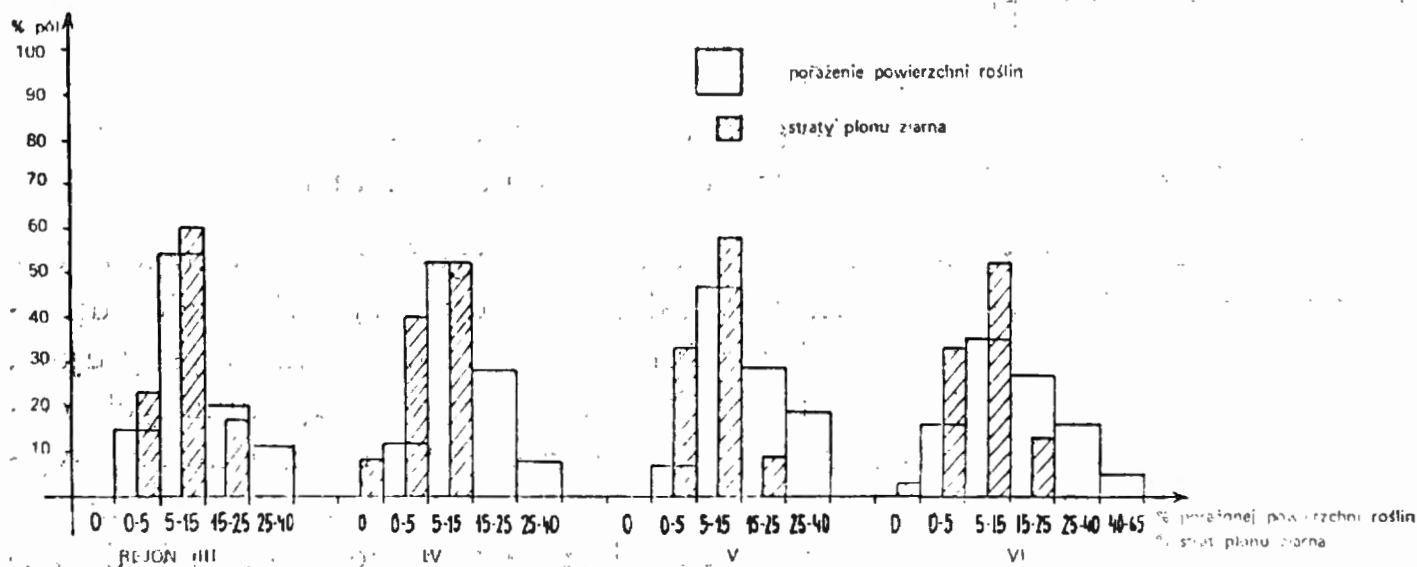
O — pola opryskiwane etirimolem

N — pola nie opryskiwane



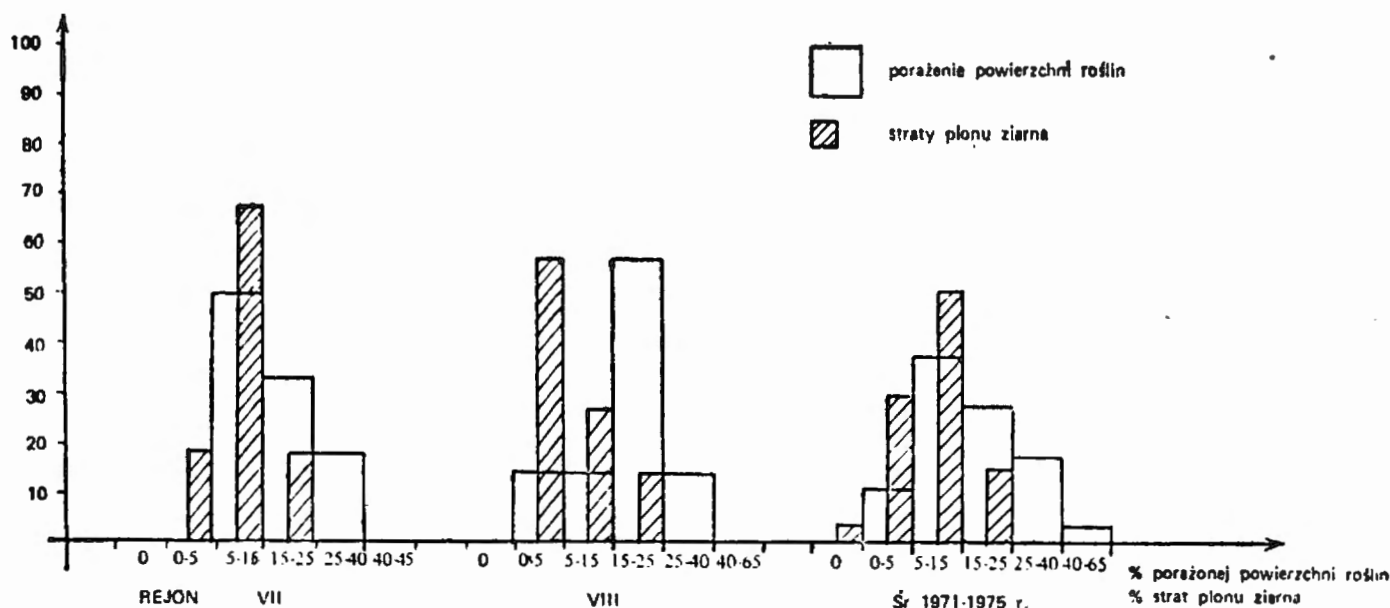
Ryc. 4. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* w rejonach uprawy pszenicy. 1971—1975 r.

Fig. 4. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* in the regions of wheat cultivation in 1971—1975



Ryc. 5. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. w rejonach uprawy pszenicy 1971—1975 r.

Fig. 5. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. in the regions of wheat cultivation in 1971—1975



Ryc. 6. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. w rejonach uprawy pszenicy 1971—1975 r.

Fig. 6. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. in the regions of wheat cultivation in 1971—1975

Ryciny 7—9 przedstawiające frekwencję pól zgrupowanych według poszczególnych rodzajów gleb wskazują na częstsze występowanie wysokich porażen mączniakiem prawdziwym wynoszące ponad 25% porażonej powierzchni roślin pszenicy uprawianej na glebach bagiennych (około 65% pól) i madach (około 50% pól), przy średniej wartości dla wszystkich gleb wynoszącej około 22% pól. Wysokie straty plonu ziarna (powyżej 15%) również najczęściej występowały na glebach bagiennych (około 43% przypadków) i madach (26% przypadków), przy średniej wartości dla wszystkich gleb około 15% pól.

#### 4. Wpływ czynnika odmianowego na porażenie pszenicy ozimej przez *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici i straty plonu ziarna

Dobór odmian pszenicy ozimej był losowy, zgodny z rejonizacją dla danego terenu. Ich wykaz podano w tabeli 7. Odmianą najczęściej uprawianą na doświadczalnych polach produkcyjnych była Grana, występująca w 40,4% doświadczeń. Poza odmianą Grana z częściej uprawianych odmian wymienić należy następujące: Mironowska 808, Eros, Kaukaz, Wysokolitewka Sztywnosłoma, które zajmowały łącznie około 30% badanych plantacji. Pozostałe odmiany były mniej licznie reprezentowane i nie zawsze dawały podstawę do wyciągania wniosków.

Z najczęściej uprawianych odmian (tab. 8), średnio dla 5 lat badań, stwierdzono najwyższe porażenie i najwyższe straty plonu ziarna u odmiany Eros, natomiast najniższe porażenie i najniższe straty plonu ziarna

Tabela 5

## Zestawienie rodzajów gleb pod uprawą pszenicy ozimej w latach 1971—1975

## Types of soil under winter wheat in 1971—1975

Rodzaj gleby	Nr	Pochodzenie
<b>A. Gleby terenów górzystych:</b>		
Kompleks gleb brunatnych i biellicowych	4	— wytworzone ze skał magmowych i metamorficznych gleby piaszczyste, pyłowe i gliniaste
	5	— wytworzone ze skał osadowych zwarłych gleby piaszczyste, pyłowe, gliniaste i iglaste
<b>B. Gleby terenów równinnych, wyżynnych i nizinnych:</b>		
Rędziny	10	— rędziny kredowe
Gleby brunatne	15	— wytworzone z glin zwałowych oraz piasków naglinowych i nailowych. Lekkie i średnie
	16	— wytworzone z glin zwałowych — ciężkie, oraz z różnych glin — lekkie, średnie i ciężkie
	18	— wytworzone z utworów pyłowych wodnego pochodzenia
	19	— wytworzone z utworów lessowych i lessowatych
	Gleby biellicowe	22
23		— wytworzone z glin zwałowych, oraz z piasków naglinowych i nailowych, lekkie i średnie
24		— wytworzone z glin zwałowych — ciężkie, oraz z różnych glin (prócz glin zwałowych), lekkie, średnie i ciężkie
26		— wytworzone z utworów pyłowych wodnego pochodzenia
27		— wytworzone z utworów lessowych i utworów lessowatych
Czarnoziemy	28	— wytworzone z lessów
Czarne ziemie	30	— wytworzone z glin i ilów różnego pochodzenia (lekkie, średnie i ciężkie)
Gleby bagienne	32	— gleby mułowo-bagienne, torfowe i murszowe
Mady rzeczne	33	— mady piaszczyste, piaski rzeczne, oraz mady lekkie, średnie i ciężkie

Tabela 6

**Średnie porażenie pszenicy ozimej przez *Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *tritici* i straty plonu ziarna na różnych rodzajach gleb**

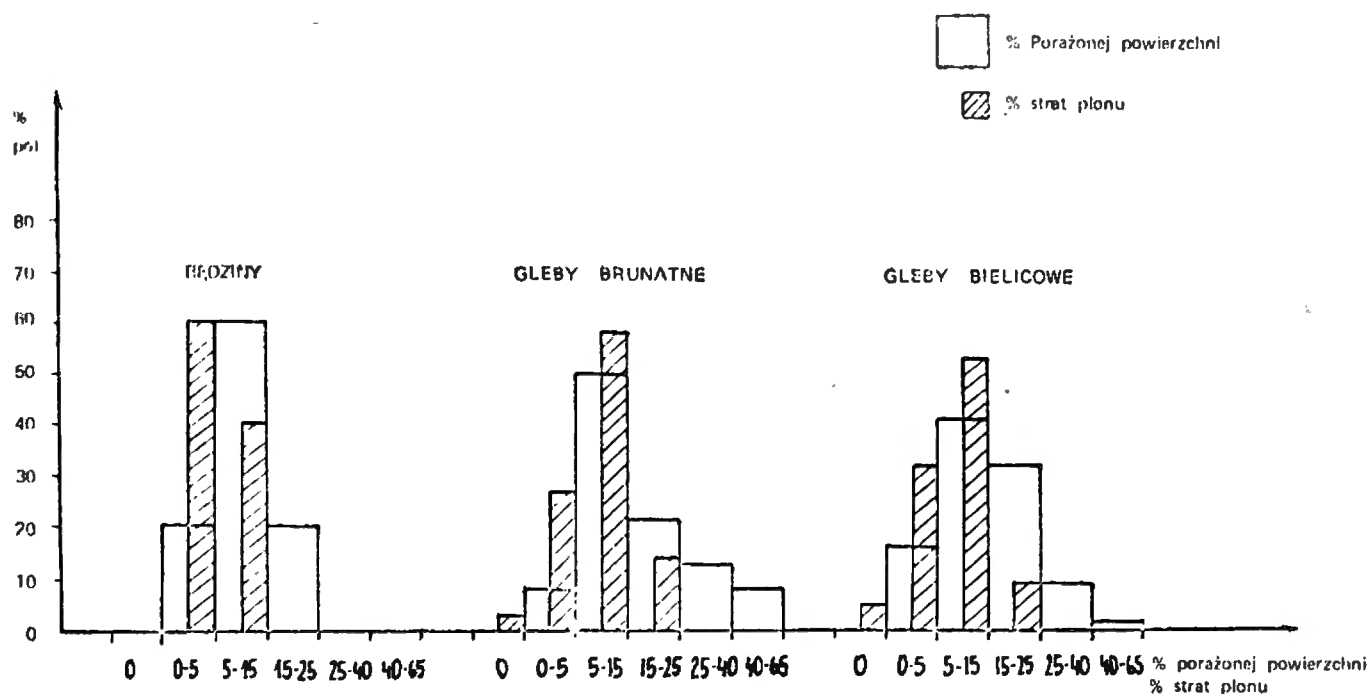
**Lata 1971—1975**

**Average infection of winter wheat by *Erysiphae graminis* D. C. f. sp. *tritici* and losses of grain yields on various types of soil in 1971—1975**

Rodzaj gleby	Doświadczenia		% porażonej powierzchni roślin		Skuteczność zabiegu wg Abbotta	Plon w t/ha		Strata plonu	
	liczba	%	O	N		O	N	t/ha	%
Gleby terenów górzystych	6	3,0	2,43	16,32	85,28	3,60	3,33	0,27	7,39
Rędziny	5	2,5	2,80	11,00	76,85	2,94	2,80	0,14	4,89
Gleby bielcowe	85	41,9	5,06	14,94	67,60	3,37	3,12	0,25	6,87
Czarne ziemie	13	6,4	2,18	16,00	89,34	4,50	4,01	0,49	10,66
Czarnoziemy	10	4,9	5,55	16,95	61,17	3,63	3,38	0,25	6,49
Gleby brunatne	38	18,6	4,62	18,38	72,18	3,53	3,20	0,33	8,77
Mady	31	15,3	7,54	23,82	69,18	4,06	3,64	0,42	10,14
Gleby bagienne	15	7,4	5,77	25,58	75,11	4,08	3,72	0,36	9,21

O — pola opryskiwane etirimolem

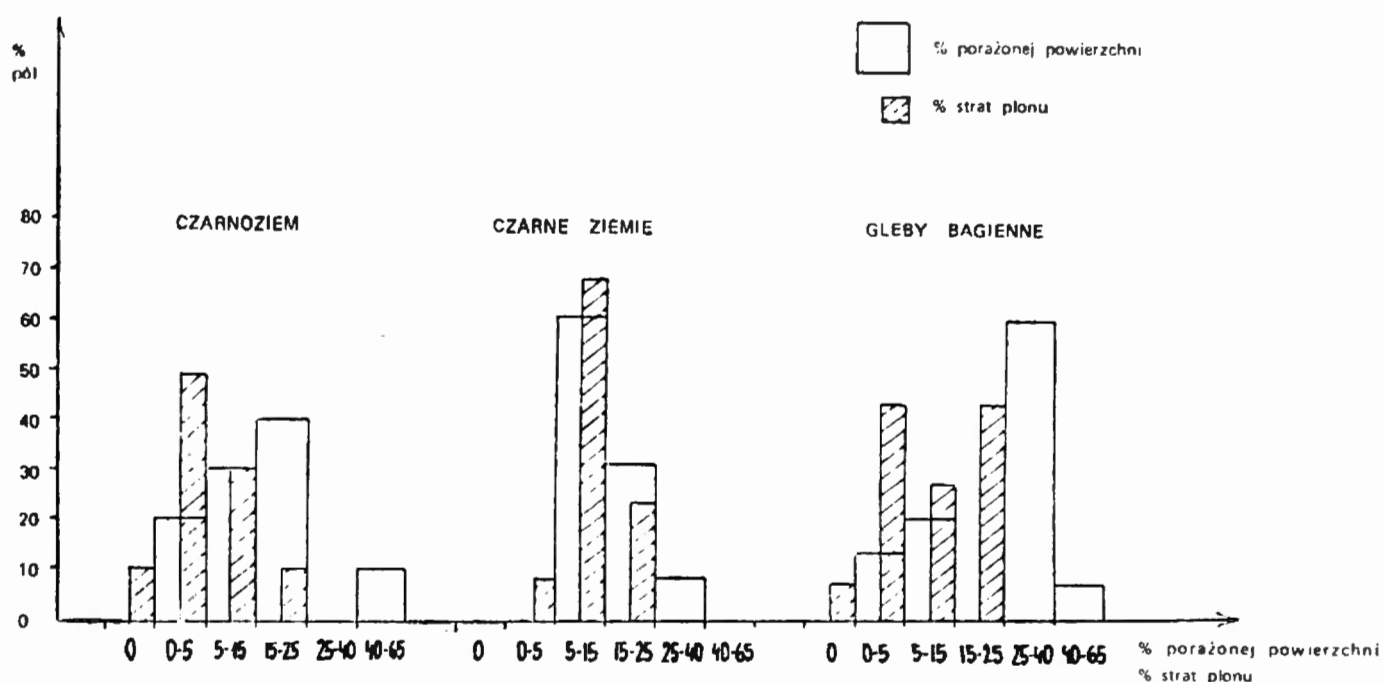
N — pola nie opryskiwane



Ryc. 7. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* na różnych rodzajach gleb. 1971—1975 r.

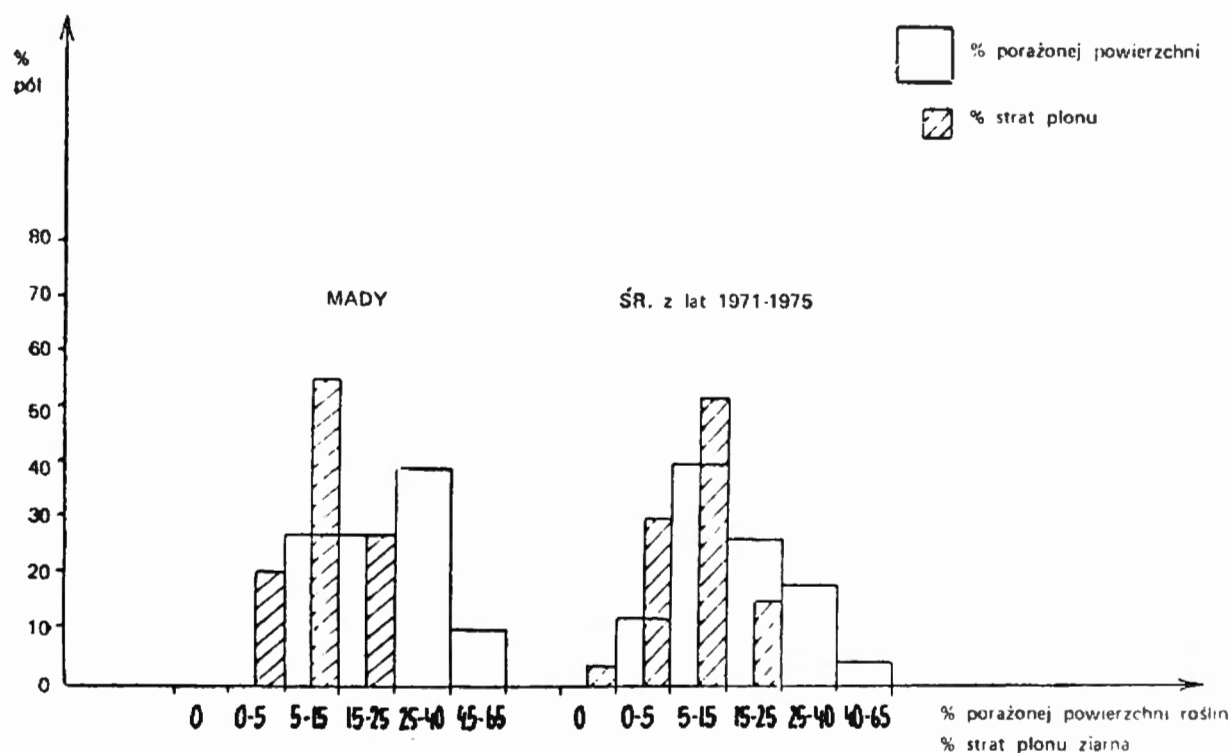
Fig. 7. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* on various soil types in 1971—1975





Ryc. 8. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* na różnych rodzajach gleb. 1971—1975 r.

Fig. 8. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* on various soil types in 1971—1975



Ryc. 9. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* na różnych rodzajach gleb. 1971—1975 r.

Fig. 9. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* on various soil types in 1971—1975

Tabela 7

## Zestawienie odmian pszenicy ozimej badanych w latach 1971—1975

## The winter wheat cultivars studied in 1971—1975

Lp.	Odmiana	1971	1972	1973	1974	1975	Σ	%
1	Grana	—	12	24	18	28	82	40,4
2	Mironowska 808	2	3	7	5	4	21	10,3
3	Eros	4	5	3	4	2	18	8,9
4	Kakukaz	—	—	—	6	5	11	5,4
5	Wysokolitewka Sztynnosłoma	4	2	2	—	2	10	4,9
6	Starke	4	1	1	—	1	7	3,4
7	Zelazna	2	3	2	—	—	7	3,4
8	Eka Nowa	5	2	—	—	—	7	3,4
9	Luna	—	—	1	4	1	6	3,0
10	Dańkowska Biała	—	3	3	—	—	6	3,0
11	Pilot	1	4	—	—	—	5	2,4
12	Malwa	—	—	1	2	1	4	2,0
13	Kutnowianka	2	1	—	1	—	4	2,0
14	Leszczyńska Biała	—	1	1	1	—	3	1,5
15	Poros	1	—	1	—	—	2	1,0
16	Dana	—	1	1	—	—	2	1,0
17	Małgorzatka Udycka	1	1	—	—	—	2	1,0
18	Olza	1	1	—	—	—	2	1,0
19	Aurora	—	—	—	1	—	1	0,5
20	Fakir	—	—	1	—	—	1	0,5
21	Szel ejewska	—	1	—	—	—	1	0,5
22	Rozto cka	—	1	—	—	—	1	0,5
	Razem	27	42	48	42	44	203	100,0

u odmiany Mironowska 808. Jak wynika z tego zestawienia, czynnik odmianowy miał wyraźny wpływ na nasilenie porażenia przez *Erysiphe graminis*. Jednak w żadnym roku badań nie potwierdzono statystycznie istotności różnic strat plonu pomiędzy poszczególnymi odmianami.

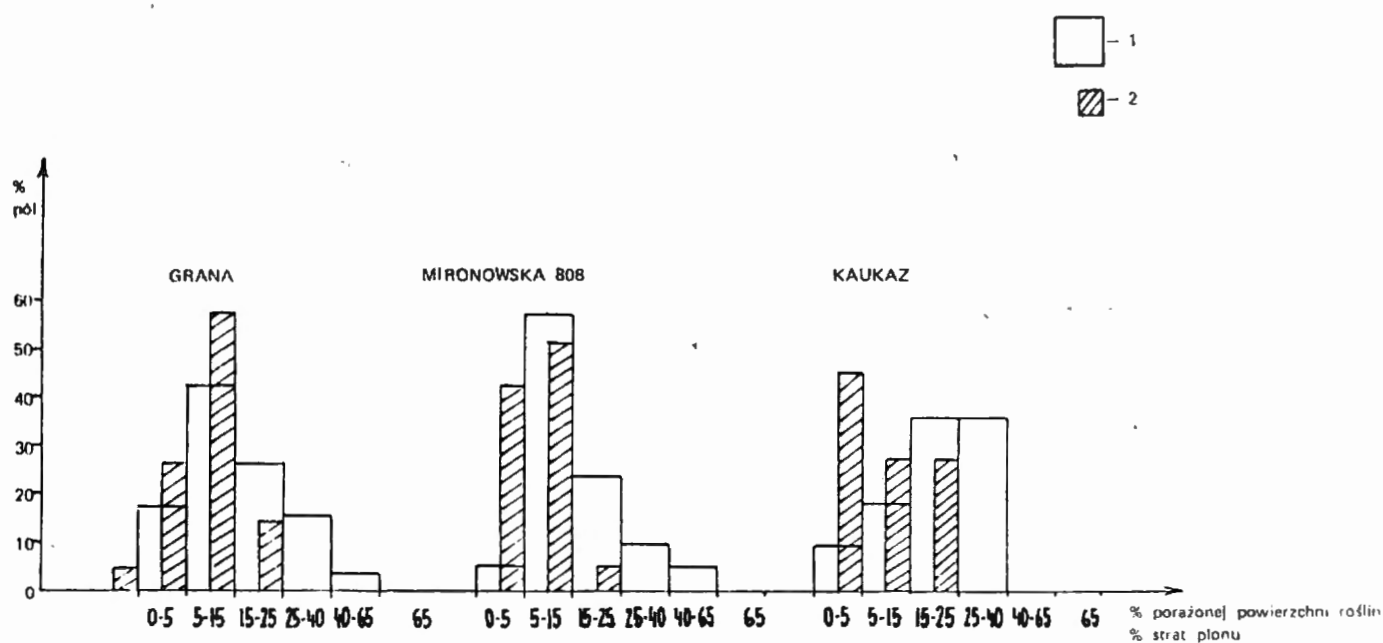
Przedstawiona na rycinach 10 i 11 frekwencja pól, na których uprawiano 5 najczęściej występujących w doświadczeniach odmian, wykazuje że najsilniejsze porażenie przez *E. graminis* występowało najczęściej w przypadku odmiany Eros (39% pól) i Kaukaz (36,3% pól), najrzadziej natomiast w przypadku odmiany Mironowska 808 (14,3% pól). Również wysokie straty plonu ziarna występowały najczęściej u odmiany Kaukaz (27,3% pól) i Eros (22,2% pól).

Tabela 8

Srednie porażenie i straty plonu pszenicy ozimej spowodowane przez *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* w zależności od odmiany 1971—1975 r.

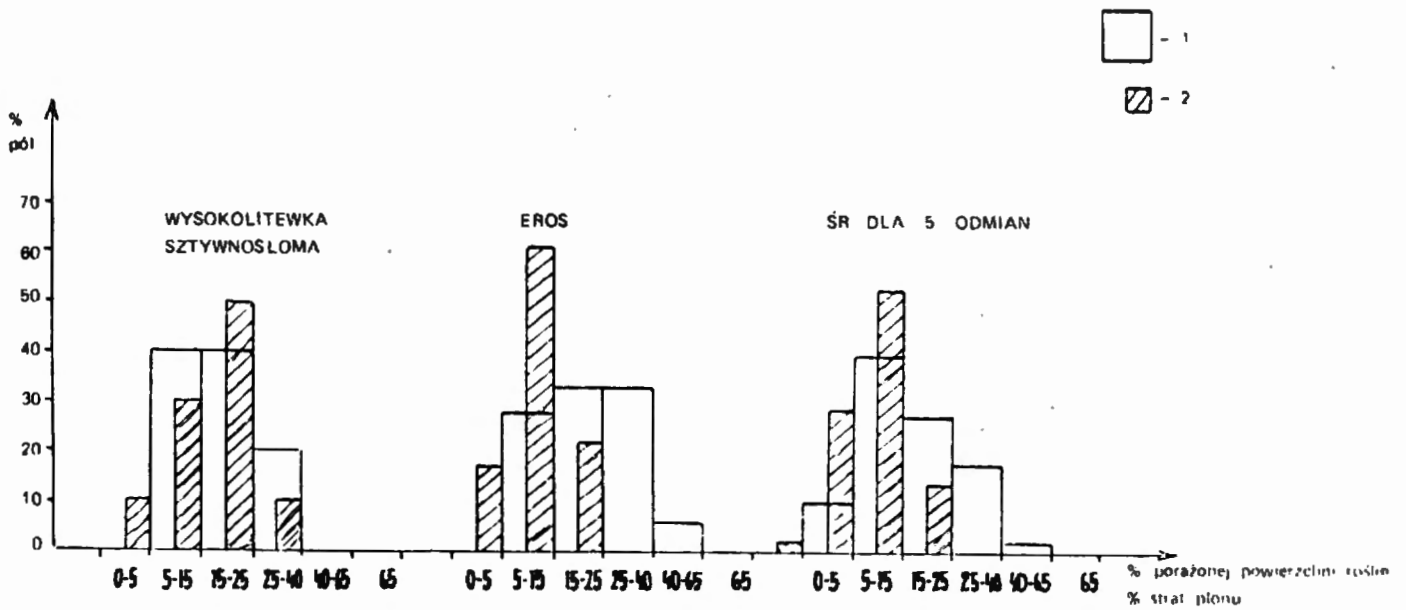
Average infection and losses of winter wheat yields caused by *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* depending on the cultivar in 1971—1975

Odmiana	Liczba doświadczeń	% porażonej powierzchni		Skuteczność zabiegu wg Abbotta	Plon w t/ha		Strata plonu	
		O	N		O	N	t/ha	%
Mironowska 808	21	5,11	15,29	68,30	3,77	3,50	0,27	6,50
Grana	82	3,19	16,09	78,44	3,91	3,58	0,33	8,52
Wysokolitewka								
Sztynnosłoma	10	5,40	19,00	72,40	3,04	2,80	0,24	6,81
Kaukaz	11	9,05	21,45	52,90	3,83	3,46	0,37	9,08
Eros	18	8,13	24,32	66,39	3,67	3,31	0,36	9,43



Ryc. 10. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* (1) i strat plonu ziarna (2) przy uprawie różnych odmian pszenicy ozimej. 1971—1975 r.

Fig. 10. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* (1) and grain losses (2), when various cultivars of winter wheat were cultivated. 1971—1975



Ryc. 11. Frekwencja pól porażonych przez *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* (1) i strat plonu ziarna (2) przy uprawie różnych odmian pszenicy ozimej. 1971—1975 r.

Fig. 11. The frequency of fields infected with *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* (1) and grain losses (2), when various cultivars of winter wheat were cultivated. 1971—1975

## B. Doświadczenia poletkowe

### 1. Wpływ wysokości porażenia roślin na straty plonu ziarna

Jesień 1981 r. nie była korzystna dla rozwoju mączniaka prawdziwego. Pierwsze objawy choroby zanotowano dopiero 29 IV 1982 r. (tab. 9). W okresie kilku tygodni od początku infekcji nasilenie choroby było niewielkie. Silniejszy rozwój *E. graminis* nastąpił w końcu maja. W fazie rozwoju roślin 10,5 wg Feekesa kombinacja kontrolna opryskiwana etirimolem nie była porażona, natomiast kombinacja porażona naturalnie wykazała średnio 16,50% porażenia powierzchni roślin. Kombinacje te różniły się istotnie pomiędzy sobą (tab. 10).

Straty plonu ziarna przy porażeniu naturalnym wyniosły 10,11% (0,38 t/ha). Statystycznie potwierdzono istotność różnic plonu ziarna i strat plonu pomiędzy kontrolą wolną od patogena a porażeniem naturalnym (tab. 10).

Wystąpienie patogena spowodowało również zróżnicowanie masy 1000 ziarn. W porównaniu z wolną od infekcji kontrolą, naturalne porażenie przez *E. graminis* spowodowało obniżenie MTZ o 12,16%. Różnice te były statystycznie istotne (tab. 10). Podobnie przedstawiał się procentowy udział poszczególnych frakcji ziarna w badanych kombinacjach doświadczalnych (tab. 11). Poślednie ziarno poniżej 2 mm średnicy występowało w wyższym procencie w kombinacjach porażonych patogenem. Przedstawiony w tabeli 10 wpływ porażenia przez *E. graminis* na procentową zawartość

Tabela 9

Development of *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* on the winter wheat cv. Grana expressed in % infected leaf area. Agricultural University at Chyllice, 1982

Rozwój *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* na pszenicy ozimej odmiany GRANA wyrażony jako procent porażonej powierzchni liści. SGGW-AR Chyllice 1982 r.

Termin obser.	Faza rozwoju wg skali Fæebesæ																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10,1	10,5	11,1	11,2	15					
Kombinacja	28 X 81	3 XI 81	8 IV 82	15 IV 82	22 IV 82	29 IV 82	6 V 82	13 V 82	19 V 82	26 V 82	2 VI 82	9 VI 82	16 VI 82	23 VI 82	1 VII 82	8 VII 82	15 VII 82	21 VII 82	6 VIII 82
Kontrola - bez porażenia	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Porażenie naturalne					0,05	0,63	1,54	2,05	7,13	8,60	11,80	16,50	10,30	4,10	1,35				

↓ - zabieg

▨ - ochrona chemiczna

**Wpływ terminu wystąpienia i nasilenia *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici na pszenicy ozimej odmiany GRANA na plon ziarna, masę 1000 ziarn i procentową zawartość białka w ziarnie — SGGW-AR Chylice 1982 r.**

**The influence of the date of occurrence and intensity of *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici on the winter wheat cv. Grana upon the grain yield, 1000-grain weight and % protein content in grain — Agricultural University at Chylice, 1982**

Kombinacja	Średni % porażenia powierzchni roślin	Średni plon ziarna w t/ha	Średni % strat plonu	Masa 1000 ziarn w g	% ubytek masy 1000 ziarn	Średni % zawartości białka
Kontrola — bez porażenia	0,00	3,71	0,00	45,31	0,00	12,51
Porażenie naturalne — bez zabiegów	16,50	3,34	10,11	39,80	12,16	12,98
Test Tukeya — NIR <sub>0,05</sub>	1,54	0,28	5,96	1,55	2,99	
Test Studenta — NIR <sub>0,05</sub>	0,88	0,16	4,75	0,89	2,38	

Tabela 11

**Wpływ terminu wystąpienia i nasilenia *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici na pszenicy ozimej odmiany GRANA na wielkość frakcji nasion (wyrażonej procentowym udziałem frakcji w próbce)**

**SGGW — AR Chylice. Lata 1982 i 1983**

**The influence of the date of occurrence and intensity of *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici on the winter wheat cv. Grana upon the size of seed fraction (expressed in % portion of the fraction in a sample). Agricultural University at Chylice in 1982 and 1983**


	Kombinacja	Wielkość frakcji nasion w mm				
		2,8	2,5	2,0	1,8	1,6
1982	Kontrola — bez porażenia	63,67	22,80	10,83	1,73	0,97
	Porażenie naturalne — bez zabiegów	57,26	24,68	14,85	2,20	1,01
1983	Kontrola — bez porażenia	78,06	9,23	9,42	2,32	0,97
	Porażenie naturalne — bez zabiegów	75,58	10,14	10,87	2,37	1,04

Tabela 12

Rozwój *Erysiphe graminis* D. C. f.sp. *tritici* na pszenicy ozimej odmiany Grana wyrażony jako procent porażonej powierzchni liści, SGW-AR Chylce 1983 r.

Development of *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* on the winter wheat cv. Grana expressed as % infected leaf area. Agricultural University at Chylce, 1983

Termin obser.	Faza rozwoju wg skali Feekesa															ZBIÓR		
	1-2	3	4	5	6	7	8	9	10-10,1	10,1	10,5	11	15					
Kombinacje	27 X 82	42 I 83	31 III 83	7 IV 83	44 IV 83	24 IV 83	28 IV 83	5 V 83	42 V 83	19 V 83	26 V 83	1 VI 83	9 VI 83	16 VI 83	23 VI 83	30 VI 83	7 VII 83	29 VII 83
Kontrola - bez porażenia	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Porażenie naturalne	0	1,54	2,22	1,98	3,42	3,10	2,28	2,07	1,16	8,75	24,76	41,42	38,80	42,15	49,31	23,41	0	
															9,09	17,30	24,42	

X  $\frac{49,31}{9,09}$  - % porażonej powierzchni liści  
 ↓ zabieg  
 - % porażonej powierzchni kłosa  
 ochrona chemiczna

białka w ziarnie wskazuje na nieco wyższe wartości w przypadku silniejszego porażenia roślin.

Korelacja poszczególnych elementów struktury plonu była istotna. Badania zależności pomiędzy nasileniem patogena, plonem ogólnym ziarna, masą 1000 ziarn i stratami plonu ziarna wykazały najwyższą korelację ujemną między porażeniem roślin i masą 1000 ziarn ( $r = -0,952$ ) a nieco niższą między porażeniem i plonem ogólnym ziarna ( $r = -0,902$ ). Korelacja procentu powierzchni porażonej przez *E. graminis* i strat plonu była również istotna ( $r = 0,915$ ).

W 1981 r. pierwsze objawy choroby zanotowano w styczniu, podczas przerw w zimowym spoczynku roślin spowodowanych wysokimi temperaturami. Nasilenie porażenia patogenem było jednak niewielkie (tab. 12). Dopiero od połowy maja notowano szybki jego rozwój. W okresie głównej bonitacji mączniaka prawdziwego (stadium 10,5 wg Feekesa) kontrola była wolna od patogena, natomiast w kombinacji naturalnie porażonej zanotowano 38,80% porażonej powierzchni roślin. Kombinacje te różniły się istotnie pomiędzy sobą (tab. 13).

Straty plonu ziarna wyniosły średnio 14,18% (0,76 t/ha). Pomiedzy plonem ziarna oraz stratami plonu w kombinacji kontrolnej i naturalnie porażonej wystąpiły istotne różnice. Mączniak prawdziwy wpłynął istot-

Tabela 13

**Wpływ terminu wystąpienia i nasilenia *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici na pszenicy ozimej odmiany Grana na plon ziarna, masę 1000 ziarn i procentową zawartość białka w ziarnie — SGGW-AR Chylice 1983 r.**

**The influence of the date of occurrence and intensity of *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. on the winter wheat cv. Grana upon the grain yield, 1000-grain weight and % protein content in grain. Agricultural University at Chylice, 1983**

Kombinacja	Średni % porażenia powierzchni roślin	Średni plon ziarna w t/ha	Średni % strat plonu	Masa 1000 ziarn w g	% ubytek masy 1000 ziarn	Średni % zawartości białka
Kontrola — bez porażenia	0,00	5,39	0,00	41,42	0,00	11,64
Porażenie naturalne — bez zabiegów	38,80	4,62	14,18	39,13	5,52	12,04
Test Tukeya — NIR <sub>0,05</sub>	2,02	0,15	2,74	0,57	1,22	
Test Studenta — NIR <sub>0,05</sub>	1,46	0,11	1,99	0,41	0,89	



nie także na masę 1000 ziarn (tab. 11). W porównaniu z kontrolą, porażenie naturalne spowodowało obniżenie MTZ o 5,52% (tab. 13). Potwierdza to również analiza wielkości frakcji nasion (tab. 11). W kombinacji kontrolnej stwierdzono większy udział frakcji nasion powyżej 2,5 mm. Podobnie jak w roku poprzednim, wpływ porażenia pszenicy mączniakiem prawdziwym na zawartość białka w ziarnie zaznaczył się pewnym wzrostem tej wartości przy wystąpieniu choroby (tab. 13).

Analiza współczynników korelacji wykazała istotność wszystkich przypadków. Podobnie jak w roku ubiegłym, z porażeniem była najsilniej skorelowana masa 1000 ziarn ( $r = -0,935$ ) i ubytek masy 1000 ziarn ( $r = 0,939$ ). Korelacja pomiędzy powierzchnią porażoną mączniakiem prawdziwym i stratami plonu ziarna była również wysoka ( $r = 0,912$ ).

## VI. DYSKUSJA I WNIOSKI

Mączniak prawdziwy występuje w Polsce corocznie na pszenicy ozimej. Pomiarzy prowadzone w latach 1971—1975 wykazały, że nasilenie choroby wyniosło na badanych polach w tym okresie średnio 17,84% porażonej powierzchni roślin przy zmienności 0,30—48,00%. Na najsilniejsze porażenie w 1972 r. wpłynął prawdopodobnie układ warunków meteorologicznych. Niższe porażenie roślin notowano w 1971 r. i w 1975 r. Podobny obraz nasilenia choroby w badanym okresie podaje Zakład Ekonomiki Prognoz i Rejestracji Instytutu Ochrony Roślin (Babilas, Studziński, 1972; Studziński, Lewartowski, 1972, Babilas, Studziński, 1973; Babilas, 1974; Piekarczyk i in. 1974; Babilas, 1975; Walczak, 1977).

Pomimo chemicznego zwalczania patogena nie udało się go całkowicie wyeliminować. Dwukrotny zabieg przy zastosowaniu etirimolu był mniej skuteczny niż trzykrotny, jednak i w drugim przypadku nie zwalczono całkowicie grzyba. Trudności z uzyskaniem zerowego porażenia niejednokrotnie sygnalizowano w literaturze. Na przykład Butt (1978) podaje, że uzyskanie w warunkach polowych roślin całkowicie wolnych od mączniaka prawdziwego jest w praktyce trudne, z uwagi na łatwość z jaką następuje infekcja i fakt, że grzyb *E. graminis* może rozprzestrzeniać się gwałtownie. Przy zastosowaniu preparatu Bayleton (składnik czynny triadimefon), pomimo dwukrotnego zabiegu na polu opryskiwanym zanotowano porażenie w wysokości 6% powierzchni roślin, podczas gdy na polu nie opryskiwanym wyniosła ono 30% (Kingsland, 1979). Podobne wyniki uzyskał Jagielski (1974) stosując różne formy fungicydów, z których żaden nie dał pełnej skuteczności. W doświadczeniach opisanych przez Kwiatkowskiego i Drath (1979) skuteczność etirimolu w 1970 r. wyniosła tylko 16,30% a w 1971 r. — 42,10%, natomiast Meeus (1973) podaje, że

z biegiem lat skuteczność etirimolu malała z 83,60% w 1970 r. do 38,60% w 1972 r. W późniejszych badaniach nad efektywnością fungicydów w ochronie jęczmienia stwierdzono, że zjawiska te mogą być związane ze zwiększeniem odporności grzyba *E. graminis* na niektóre fungicydy, w tym na etirimol i triadimefon (Wolfe i in., 1983). Pozytywny efekt dały natomiast zabiegi wykonywane w doświadczeniach poletkowych co 2 tygodnie, zabezpieczające opryskiwaną pszenicę przed rozwojem mączniaka prawdziwego. W ten sposób zdołano uzyskać rośliny całkowicie wolne od porażenia grzybem *E. graminis*.

W ciągu 5-letnich badań najwyższe średnie plony pszenicy ozimej zanotowano w 1974 r. — 3,65 t/ha na polach nie opryskiwanych i 3,99 t/ha na polach opryskiwanych, a najniższą w 1972 r. — 3,01 t/ha na polach nie opryskiwanych i 3,32 t/ha na polach opryskiwanych. Średnio dla 5 lat plon ziarna wyniósł 3,39 t/ha na polach nie opryskiwanych i 3,71 t/ha na polach opryskiwanych.

Straty plonu ziarna spowodowane wystąpieniem *E. graminis* w warunkach prowadzonych doświadczeń wyniosły dla badanego okresu średnio 8,09%, tj. 0,32 t/ha. Najwyższe straty plonu odnotowano w 1972 r. (8,56%) i w 1973 r. (8,59). Największa zmienność strat wystąpiła w 1972 r. (rozstęp 29,91).

Omawiając poziom porażenia pszenicy przez *E. graminis* w warunkach polowych oraz zagadnienie związanych z tym strat, trzeba również nasświetlić problem porażenia powierzchni asymilacyjnej roślin przez inne patogeny, a zwłaszcza przez *Puccinia recondita* Erikss. Rdza brunatna występowała w różnych rejonach Polski w zmiennym nasileniu. W najbardziej zagrożonych rejonach do których zaliczono województwa: rzeszowskie, przemyskie, kieleckie, radomskie, lubelskie, krakowskie i gdańskie notowano w latach 1971—1975 porażenie w granicach 25,9—69,1% zaatakowanych roślin, przy czym w większości przypadków rośliny były porażone w stopniu średnim. W innych, mniej zagrożonych rejonach kraju średnie porażenie w latach 1971—1975 wahało się w granicach od 0,9 do 15,3%, przy czym w większości przypadków rośliny były porażone w stopniu słabym (Babilas, Studziński, 1972, 1973; Studziński, Lewartowski, 1972; Babilas, 1974; Piekarczyk i in. 1974, Babilas, 1977; Walczak, 1977). Wyżej wymienione materiały dotyczące porażenia pszenicy rdzą brunatną były gromadzone i opracowane zgodnie z obowiązującą instrukcją Instytutu Ochrony Roślin (Praca zbiorowa, 1976).

Z powyższych danych wynika, że rejon południowo-wschodni i woj. gdańskie były bardziej zagrożone przez rdzę brunatną, natomiast rejony: północno-zachodni i północno-wschodni, Wielkie Doliny — zachód i śląski były mniej zagrożone. Występowanie rdzy brunatnej i innych patogenów wywierało prawdopodobnie modyfikujący wpływ na wyniki niniejszych

badania. Zakładając, że poziom porażenia tymi patogenami na polach opryskiwanych etirimolem i na nie opryskiwanych był zbliżony, można było uznać, że kombinacje te były obarczone podobnym błędem doświadczalnym i na tej podstawie dokonać analizy statystycznej.

W doświadczeniach poletkowych przeprowadzonych w 1982 r. przy naturalnym pojawie mączniaka prawdziwego 29 kwietnia porażenie roślin w stadium 10,5 według skali Feekesa wyniosło średnio 16,50% ich powierzchni, a straty plonu ziarna średnio 10,11%. Obliczenia statystyczne wykazały istotność różnic pomiędzy wolną od patogena kontrolą i porażeniem naturalnym.

W 1983 r. mączniak prawdziwy pojawił się wcześniej (12 stycznia) powodując średnie porażenie roślin w stadium 10,5 w wysokości 38,80% powierzchni. Straty plonu ziarna wyniosły 14,18%. Kombinacje doświadczalne różniły się istotnie pomiędzy sobą, zarówno pod względem wysokości porażenia, jak też wielkości plonu i jego strat.

Doświadczenia te potwierdziły wyniki 5-letnich badań polowych, w których wykazano korelacje pomiędzy porażeniem a spadkiem plonu ziarna.

Wyniki te są także zgodne z wynikami pracy Mraza (1965), w której autor podaje następujący spadek plonu pszenicy ozimej spowodowany wystąpieniem *E. graminis*: przy słabym pojawie o 4—7,4% i przy silnym pojawie o 10—19%. Wystąpiła także zgodność z wynikami pracy Duttwilera (1984), który podaje, że straty plonu zależne są od nasilenia patogena i wynoszą: przy niskim stopniu porażenia 0—5% plonu, przy średnim stopniu porażenia 5—10% plonu i przy wysokim stopniu porażenia 10—25% plonu.

W Polsce przeważnie określano straty plonu ziarna pszenicy w odniesieniu do kompleksu chorób. W publikacjach z tego zakresu podaje się, że wysokość strat waha się w granicach od kilku do kilkunastu procent (Ralski, 1972; Ralski i in., 1972; Stachyra, 1975; Dziegło i Rysz, 1978; Demby, 1980; Pokacka, 1982). W innych publikacjach wskazuje się na możliwość wystąpienia strat wynoszących kilkadziesiąt procent (Płudowski, 1979, 1981; Lisowicz, 1981; Pokacka, 1981). Brakuje jednak w krajowej literaturze szczegółowych danych o stratach wywoływanych porażeniem pszenicy przez *E. graminis*.

W latach 1971—1972 badano wpływ porażenia pszenicy mączniakiem prawdziwym na masę 1000 ziarn. Badania te dotyczyły upraw polowych. W ciągu obydwóch lat wpływ ten był nieco słabszy, niż wpływ porażenia mączniakiem prawdziwym na ogólny plon ziarna. Stwierdzono następujące różnice: w 1971 r. — 5,26% ubytku MTZ i w 1972 r. — 7,15%.

Wyniki te zostały potwierdzone w ścisłych doświadczeniach poletkowych z 1983 r., gdzie ubytek MTZ przy naturalnym porażeniu pszenicy wyniósł 5,53% w stosunku do wolnej od porażenia kontroli. Natomiast

w 1982 r. mączniak prawdziwy pojawił się na pszenicy później, a porażenie roślin silniej wpłynęło na MTZ niż na plon ogólny, powodując 12,16% ubytku w stosunku do kontroli. Różnice stwierdzone w obydwóch latach były istotne. Wynikają one prawdopodobnie z faktu, że wcześniejszy pojaw patogena w 1983 r. mógł osłabić rośliny w czasie zimowania i wpłynąć na liczbę kłosonośnych źdźbeł, podczas gdy późniejszy pojaw w 1982 r. mógł rzutować tylko na wypełnienie kłosa i ziarna. Szczegółowe określenie przewidywanych strat plonu ziarna pszenicy wymagałoby więc brania pod uwagę różnych elementów, w tym terminu pojawu patogena.

Badania korelacji pomiędzy procentem porażonej powierzchni roślin a stratami plonu ziarna pszenicy w doświadczeniach polowych z lat 1971—1975 wykazały istotny związek pomiędzy tymi zmiennymi. Średni dla 5 lat badań współczynnik korelacji wyniósł  $r = 0,49$ . W doświadczeniach polowych korelacja ta była również istotna. Mianowicie w 1982 r. stwierdzono współczynnik korelacji  $r = 0,915$  a w 1983 r.  $r = 0,912$ . Podobny współczynnik korelacji pomiędzy porażeniem jęczmienia przez *E. graminis* a plonem ziarna ( $r = -0,935$ ) otrzymał Griffiths (1981).

Na terenie kraju wyraźnie zaznaczają się rejony uprawy pszenicy ozimej, gdzie warunki dla rozwoju mączniaka prawdziwego są szczególnie korzystne. Panuje pogląd, że rozwojowi choroby sprzyja bujny wzrost roślin, duże ich zagęszczenie i związana z tym wyższa wilgotność w łanie. Toteż, zasobne w składniki pokarmowe i wodę gleby oraz korzystne warunki atmosferyczne w danym rejonie mogą zwiększyć wrażliwość odmianową i sprzyjać rozwojowi mączniaka prawdziwego. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że rejonem szczególnie zagrożonym są Żuławy, gdzie dla 5 lat badań porażenie wyniosło średnio 25,7% powierzchni roślin. Porażenie to spowodowało średnio 9,54% strat plonu ziarna. Jak podają Kwiatkowski i Drath (1979), Żuławy skupiają wszystkie elementy, które mogą stymulować rozwój patogena. Kotlinowe położenie ze stałą warstwą wilgotnego powietrza, najwyższa w kraju suma opadów z przewagą w okresie letnim, wysoka wilgotność względna powietrza w granicach 75—90%, oraz żyzne, zlewne gleby stwarzają korzystne warunki rozwoju zarówno dla pszenicy, jak i dla mączniaka. O wyższym porażeniu pszenicy przez *E. graminis* na Żuławach donosi także Kaczyński i in. (1973) i Stachyra (1975).

Obok Żuław również rejony: I — północno-zachodni, II — północno-wschodni, VI — południowo-wschodni i V — śląski wykazały wyższe porażenie przez *E. graminis*. Porażenie to, oraz straty plonu ziarna wynosiły odpowiednio:

Rejon I — 21,78% porażonej powierzchni roślin — 8,74% strat plonu;  
Rejon II — 17,74% porażonej powierzchni roślin — 7,48% strat plonu;

Rejon VI — 17,58% porażonej powierzchni roślin — 7,62% strat plonu;  
Rejon V — 16,96% porażonej powierzchni roślin — 7,93% strat plonu;  
Natomiast najniższe porażenie w rejonie IV — wschodnim Wielkich Dolin (14,17% powierzchni roślin) wywołało najniższe straty plonu ziarna (5,80%).

Pomimo występowania istotnych różnic w procentach porażonej powierzchni roślin pomiędzy poszczególnymi rejonami uprawy pszenicy, nie stwierdzono istotnych różnic w procentowych stratach plonu ziarna. Wynika to prawdopodobnie z dużego zróżnicowania glebowego w każdym rejonie oraz o różnej reakcji uprawianych odmian pszenicy ozimej na warunki środowiska. Ogólnie można jednak stwierdzić, że wyższym porażeniem w danym rejonie towarzyszyły przeważnie wyższe straty plonu.

W każdym rejonie uprawy pszenicy występowały różne rodzaje gleb często sprzyjające rozwojowi patogena. Z doświadczeń wynika, że najsilniej była porażona pszenica uprawiana na glebach stwarzających również najkorzystniejsze warunki dla rozwoju roślin. W łanie o plonowaniu 2—3 t/ha mikroklimat jest mniej sprzyjający rozwojowi mączniaka, niż przy plonowaniu na poziomie 6—7 t/ha, gdzie samo zagęszczenie roślin i ich intensywny wzrost stwarzają warunki nawet do rozwoju epidemii.

Pszenica najczęściej była uprawiana na glebach bielicowych, brunatnych i madach. Uprawy na glebach bielicowych były mniej porażone mączniakiem (średnio 14,94%). Porażenie to spowodowało średnio 6,87% strat plonu ziarna. Silniejsze porażenie roślin wystąpiło na glebach brunatnych. W poszczególnych latach obserwowano większe zróżnicowanie w porażeniu roślin niż w stratach plonu. Czynnikiem modyfikującym były prawdopodobnie warunki siedliskowe i meteorologiczne oraz uprawiane odmiany.

Następnym elementem decydującym o wysokości porażenia jest wrażliwość na *E. graminis* uprawianych odmian pszenicy. Jak podaje Krzymuski (1975), punktem wyjściowym rejonizacji jest zróżnicowana reakcja odmian na warunki klimatyczne. W każdym zaś rejonie występuje mniejsze, bądź większe, lecz zawsze istotne zróżnicowanie glebowe, a także różna produkcyjność gospodarstw związana z kulturą roli i poziomem agrotechniki. Reakcja odmian na te składowe elementy siedliska przyrodniczo-rolniczego nie jest jednakowa, a czynniki te często modyfikują wrażliwość danej odmiany na porażenie patogenami.

Z badanych 22 odmian pszenicy ozimej w okresie 1971—1975 r. w 40% przypadków występowała odmiana Grana oraz Mironowska 808, Wysokolitewka Sztynnosłoma, Kaukaz i Eros (razem 30% przypadków). Z wymienionych najsilniej była porażona odmiana Eros, w tym w około 40% przypadków było to porażenie powyżej 25% powierzchni roślin. Najsłabiej była porażona odmiana Mironowska 808. Grana w większości rejo-

nów wykazywała porażone średnio 16,09% powierzchni, przy czym zanotowano dużą zmienność tej wartości w zależności od warunków środowiska. O zróżnicowanej reakcji tej odmiany, a także o stosunkowo dobrym plonowaniu pomimo wyższego porażenia świadczą dane z literatury. Część autorów wymienia ją jako odmianę tolerancyjną (Kaczyński i in. 1973; Pokacka, Błońska-Pawlak, 1973 i 1975; COBORU, 1977 Dzegło, Rysz, 1978), a część jako wrażliwą (Ruszkowski, Kaczyński, 1974; Stachyra, 1975; Błaszczak i in., 1976). Wymienieni autorzy podają jako wrażliwe również odmiany — Eros, Dańkowska Biała, Eka Nowa, Kaukaz, Dana, Wysokolitewka Sztynnosłoma, a jako najbardziej odporną — odmianę Mironowska 808.

W doświadczeniach poletkowych podczas dwuletnich obserwacji odmiany Grana, uprawianej w podobnych warunkach agrometeorologicznych, zauważono różne nasilenie patogena i wynikające z tego różne straty plonu. W 1982 r. mączniak prawdziwy pojawił się dopiero w końcu kwietnia, wobec czego ekspozycja roślin na porażenie była krótsza i miała mniejszy wpływ na plon. Procent porażonej powierzchni roślin wynosił 16,50 a procent strat plonu 10,11. Natomiast w 1983 r. pojaw mączniaka nastąpił już w styczniu i w okresie głównej bonitacji przeszło dwukrotnie większa powierzchnia roślin była pokryta grzybnią. Spowodowało to wyższe straty plonu ziarna pszenicy wynoszące 14,18%.

Zmienność strat plonu powodowana przez takie czynniki, jak: odmiana, typ gleby, nawożenie, termin siewu, warunki atmosferyczne itp. powoduje, że absolutne wartości strat są w praktyce trudne do uzyskania. To też ogólnie akceptowany jest 10—15% margines błędu. Wszelkie określenia typu: lekki, średni, silny — dotyczące porażenia — są mało precyzyjne i nie obrazują ich rzeczywistego wpływu na plon (Le Clerg, 1971).

Nie można również zakładać, że pewien poziom nasilenia agrofaga i wynikię stąd uszkodzenia będą zawsze powodowały takie same straty plonu. Potwierdzeniem tego poglądu są wyniki przedstawione w niniejszej pracy. Środowisko i odmiana oraz wiele innych lokalnych czynników może modyfikować tą zależność. Jednym z najważniejszych aspektów ustalenia korelacji pomiędzy nasileniem agrofaga a stratą plonu jest dokładne odniesienie do fazy rozwoju rośliny, gdyż wiele uszkodzeń powstałych we wczesnym stadium wzrostu może ulec kompensacji.

Ogólnie przyjęta technika pomiarów polega zwykle na odniesieniu procentu strat do plonu bezwzględnego, uzyskanego przy nieobecności choroby. Należy przypuszczać, że bardziej adekwatną metodą oceny wpływu porażenia pszenicy przez *E. graminis* na plon ziarna byłby komulatywny indeks porażenia, tj. średni procent porażonej powierzchni roślin  $\times$  czas trwania porażenia (liczba dni) (Jenkins i Storey, 1975).

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1. Mączniak prawdziwy *Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *tritici* jest jednym z głównych patogenów pszenicy ozimej, powodującym w warunkach produkcyjnych Polski średnio około 8% strat plonu ziarna.
2. Istnieje istotna korelacja pomiędzy procentem powierzchni roślin porażonej *E. graminis* D.C. f.sp. *tritici* określanym w stadium 10,5 wg skali Feekesa a stratami plonu. Zasadniczą rolę w powstawaniu strat odgrywa także długość ekspozycji roślin na efektywną infekcję prowadzącą do rozwoju choroby.
3. Warunki środowiska protegujące rozwój patogena mają wpływ na wystąpienie wyższych strat plonu ziarna.
4. W Polsce najbardziej zagrożonym rejonem są Żuławy oraz rejon północno-zachodni i południowo-wschodni.
5. Gleby cięższe bardziej zasobne w składniki pokarmowe i wodę (gleby bagienne, mady rzeczne, gleby brunatne wytworzone z ciężkich glin zwałowych) sprzyjają silniejszemu porażeniu pszenicy przez *E. graminis* D.C. f.sp. *tritici* i wyższym stratom plonu ziarna.
6. Czynniki odmianowe ma wpływ na poziom porażenia pszenicy przez *E. graminis* D.C. f.sp. *tritici* i na straty plonu ziarna, lecz ujawnienie się odporności odmian w warunkach polowych może być silnie modyfikowane przez określone środowisko.

## LITERATURA

1. Ahrens C., Cramer H. H., Mogk M., Peschel H. — 1983 — Economic impact of crop losses. 10th. Intern. Congress of Plant Prot. Brighton vol. 1: 65—73.
2. Andrae B. — 1974 — Ekstensywnie organizować — intensywnie gospodarować. PWRiL Warszawa: 103—119.
3. Babilas W. — 1974 — Charakterystyka rozwoju, nasilenia występowania i szkodliwości ważniejszych chorób zbóż w 1973 roku w Polsce. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 58: 11—83.
4. Babilas W. — 1977 — Charakterystyka rozwoju, występowania i szkodliwości ważniejszych chorób zbóż w 1974 roku w Polsce w porównaniu do lat ubiegłych. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 60: 15—73.
5. Babilas W., Studziński A. — 1972. — Charakterystyka rozwoju, występowania i szkodliwości ważniejszych chorób i szkodników zbóż w 1971 r. w Polsce. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 51: 13—45.
6. Babilas W., Studziński A. — 1973 — Charakterystyka rozwoju, występowania i szkodliwości ważniejszych chorób i szkodników zbóż w 1972 r. w Polsce. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 55: 15—51.
7. Blumer S. — 1967 — Echte Mehltaupilze (*Erysiphaceae*). Ein Bestimmungsbuch für die in Europa vorkommenden Arten. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena: 436.

8. Błaszczak W., Gołąbniak B., Kwiatkowski A. — 1976 — Występowanie ras fizjologicznych grzyba *Erysiphe graminis* D.C.f.sp. *tritici* Marchal w Polsce w latach 1970—1972. Roczn. Nauk Roln. ser. E T. 6 z. 1: 91—100.
9. Brooks D. H. — 1972 — Observations on the effects of mildew *E. graminis* on growth of spring and winter barley. Ann. appl. Biol. 70: 149—156.
10. Butt D. J. — 1978 — Epidemiology of powdery mildews. The Powdery Mildews. Acad. Press. London: 51—77.
11. Carver T. L. W., Bushell W. R. — 1983 — The probable role of primary germ tubes in water uptake before infection by *Erysiphe graminis*. Phys. Plant Path. 23: 229—240.
12. Chiarappa L., Moore F. J., Strickland A. H. — 1971 — Manual on the evaluation and prevention of losses by pest, disease and weeds. Crop Loss Assessment Methods FAO. Alden Press. Oxford: 1/1—1/3.
13. Cieślak S., Kwiatkowski A. — 1976 — Próba syntetycznej oceny podatności wybranych odmian pszenicy ozimej na rdzę brunatną (*Puccinia triticina*), mączniaka właściwego (*Erysiphe graminis* D.C.f.sp. *tritici*) i septoriozę (*Septoria nodorum* Berk.). Mater. XVI Sesji Nauk. Inst. Ochr. Rośl.: 93—106.
14. Cramer H. H. — 1967 — Pflanzenschutz und Welternzte. Pfl. — Nachrichten „Bayer“, Leverkusen, Jg. 20, Nr. 1: 481.
15. Demby W. — 1970 — Ochrona roślin w Polsce w latach 1945—1965. Roczn. Nauk Roln. ser. D. t. 130: 111—147.
16. Demby W. — 1980 — Próba oceny ekonomicznej efektywności chemicznego zwalczania chorób zbóż. Ochr. Rośl. nr 9: 3—4.
17. Dobrzański B. — 1981 — Gleboznawstwo. PWRiL Warszawa: 614.
- 17a. Duttwiler F. — 1984 — Nowe osiągnięcia w zwalczaniu chorób zbóż. CIBA — GEIGY AG, Bazylea, Szwajcaria: 21.
18. Dzięgło A., Rysz M. — 1978 — Wpływ porażenia roślin przez grzyby na wartość uzyskanego ziarna pszenicy. Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl. nr 133: 43—47.
19. Gal T., Varga L. — 1977 — Wpływ infekcji chorobami grzybowymi na plon pszenicy oz. w okręgu Zala. Vövénytermelés vol. 26 nr 6: 471—480.
20. Goos A. — 1962 — Metody, środki chemiczne i technika ochrony roślin. PWN Warszawa: 332—336.
21. Griffiths E. — 1981 — Role of fungicides in maximizing grain yield of barley. EPPO Bull. 11 (3): 347—354.
22. James W. C. — 1971 — An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Can. Plant Dis. Surv. vol. 51 (2): 39—65.
23. Jenkyn J. F., Bainbridge A. B. — 1978 — Biology and pathology of cereal powdery mildews. The Powdery Mildews. Acad. Press. London: 284—312.
24. Jenkins J. E. E., Storey I. F. — 1975 — Influence of spray timing for the control of powdery mildew on the yield of spring barley. Plant Path. 24: 125—134.
25. Johnson J. W. — 1979 — Effects of powdery mildew on yield and quality of isogenic lines of „Chancellor” wheat. Crop Sc. nr 3: 349—352.
26. Kaczyński L. — 1979 — Pszenica ozima. Synteza wyników doświadczeń odmianowych z lat 1974—1977. COBORU Słupia Wielka z. 406: 57.
27. Kaczyński L., Machnik R., Mucha S., Szymczyk R. — 1973 — Odmiany zbóż. Informacja o wynikach doświadczeń odmianowych. Rok zbioru 1973. COBORU Słupia Wielka z. 132: 11—17.
28. Kampf I. — 1976 — Sind Fruchtfolgelingen im spezialisierten Ackerbau noch aktuell? DLG Mitteilungen H 2: 62—64.



29. Kasaeva K. A. — 1978 — Selekcja kultur na ustojčivost k boleznjam za rubieżom. Inf. Bjul. Dostiž. Nauki Sel. Choz. — Zemledele: 3—9.
30. Kingsland G. — 1979 — Bayleton 50 WP as a foliage fungicide for the control of powdery mildew of wheat in South Carolina. *Phytopath.* vol. 69 nr 9: 1034.
31. Kiricenکو F. G. — 1978 — Selekcja ozimój miagkoj pšenicy na ustojčivost k fitozabolewanjam. *Westnik Sel. Choz. Nauki* nr 9: 36—43.
32. Kochman J. — 1973 — *Fitopatologia PWRiL Warszawa*: 691.
33. Kochman J. — 1980 — Zakażenia roślin przez grzyby. *Ossolineum*: 122.
34. Kochman J., Węgorek W. — 1978 — *Ochrona roślin. wyd. IV PWRiL*: 928.
35. Kowalkowski A., Kowaliński S., Królikowski L., Kuźnicki F., Kwinichidze M., Musierowicz A., Prusinkiewicz Z. — 1959 — *Genetyczna klasyfikacja gleb Polski. PWN Warszawa*: 103.
36. Krzymuski J. — 1975 — Podstawy rejonizacji odmian. *Biul. Oceny Odm. T. IV. z. 2 (7)*: 1—130.
37. Kükedi E. — 1975 — Causes of the spread of wheat powdery mildew (*E. graminis*) in Hungary and the possibilities of controlling it. *Acta Agron. Hng. T. 28 nr 3—4*: 390—401.
38. Kwiatkowski A., Drath M. — 1979 — Zagrozenie upraw pszenicy i jęczmienia przez mączniaka prawdziwego zbóż oraz próby chemicznego zwalczania choroby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z. 230*: 43—56.
39. Large E. C. — 1966 — Measuring plant disease. *A Rev. Phytopath.* 4: 9—29.
40. Large E. C., Doling D. A. — 1962 — The measurement of cereal mildew and its effect on yield. *Plant Path.* 11: 47—57.
41. Large E. C., Doling D. A. — 1963 — Effect of mildew on yield of winter wheat. *Plant Path.* 12: 128—130.
42. Last F. T. — 1963 — Effect of temperature on cereal powdery mildew. *Plant Path.* 12: 132—133.
43. Le Clerg E. L. — 1964 — Crop losses to plant diseases in the United States. *Phytopath.* 54: 1309—1313.
44. Le Clerg E. L. — 1971 — Field experiments for assessment of crop losses. *Crop Loss Assesment Methods FAO*: 2. 1/1—11.
45. Lewartowski R. — 1976 — Charakterystyka przebiegu pogody w 1974 roku według Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej). *Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 60*: 5—14.
46. Lisowicz F. — 1981 — Efekty chemicznego zwalczania chorób pszenicy w warunkach Polski południowo-wschodniej. *Mat. Konf. nt. „Zintegrowana ochrona zbóż przed chorobami i chwastami”*. Gdańsk: 124—135.
47. Mazurek J. — 1982 — *Agrotechnika zbóż. Nowe Roln. nr 4*: 8—12.
48. Mazurkiewicz B. — 1975 — Model przyszłościowej odmiany pszenicy na podstawie literatury i badań własnych. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl. 1—2*: 105—116.
49. Meeus P., Haquenne W. — 1973 — Trois années de lutte contre les maladies des organes aériens du froment d'hiver en Belgique. *Parasitica* vol. 29 nr 2: 71—83.
50. Moore F. J. — 1967 — A review of current methods applicable to measuring crop losses caused by plant diseases. *FAO Symposium on crop losses. Rome 2—6 October 1967*: 275—281.
51. Mraz F. — 1965 — *Za vysoku Urodu. T. 13 nr 12*: 475—476.
52. Munteanu I., Nagy E., Trif V. — 1983 — Some ecological aspects of the utilisation of fungicide in the control of wheat diseases in Transilvania, Romania. *10th Intern. Congress of Plant Prot. Brighton* vol. 3: 961.

53. North J. J. — 1983 — Wheat production systems. 10th Intern. Congress of Plant Prot. Brighton. vol. 3: 889—894.
54. Parmentier G. — 1973 — Résistance varietable á *Erysiphe graminis*. Parasitica 29 (3): 114—118.
55. Parmentier G. — 1976 — Integrated control for cereal diseases. EPPO Bull. 6 (4): 275—280.
56. Parmentier G. — 1981 — Concept and practice of an economic threshold for *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*. EPPO Bull. 11 (2): 71—75.
57. Parmentier G., Rixhon L. — 1973 — L'oidium et la structure des populations de froment d'hiver. Parasitica 29 (3): 107—113.
58. Petkova M. — 1979 — Vazmožnosti za chemična borba s brasnjankata po pšenicata pri uslovijata na Severozapadna Balgarija. Rasten. Nauki nr 1: 129—134.
59. Piekarczyk K. — 1972 — Charakterystyka przebiegu pogody w 1971 roku (według danych Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego). Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 51: 5—11.
60. Piekarczyk K. — 1973 — Przebieg pogody w roku 1972 (na podstawie danych Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego). Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 55: 5—13.
61. Piekarczyk K. — 1974 — Charakterystyka pogody w roku 1973 według danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Zakładu Prognoz Agrometeorologicznych oraz Państwowej Inspekcji Plonów GUS. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 58: 5—10.
62. Piekarczyk K. — 1977 — Charakterystyka przebiegu pogody w 1975 roku i jej wpływ na rozwój roślin uprawnych (według doniesień Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej). Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 61: 5—8.
63. Piekarczyk K. — 1982 — Prognozy i sygnalizacja w ochronie roślin. PWRiL, wyd. II: 215.
64. Piekarczyk K., Babilas W., Kagan F. — 1974 — Ocena występowania ważniejszych chorób i szkodników roślin uprawnych w 1973 roku, oraz prognozy ich pojawu i szkodliwości w roku 1974. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 57: 415—434.
65. Płudowski H. — 1979 — Czynniki wzrostu i stabilności plonów pszenicy ozimej w gospodarstwach państwowych woj. zamojskiego. Nowe Roln. nr 5: 16—17.
66. Płudowski H. — 1981 — Czynniki oddziałujące na poziom i strukturę plonowania pszenicy ozimej w przedsiębiorstwach państwowych woj. zamojskiego w latach 1978—1980. (I) Nowe Roln. nr 13—14: 10—13.
67. Płudowski H. — 1981a — Ocena strat spowodowanych przez patogeny i wyleganie pszenicy ozimej w przedsiębiorstwach państwowych woj. zamojskiego w latach 1978—1980. (II). Nowe Roln. nr 17—18: 5—7.
68. Pokacka Z. — 1981 — Nowoczesne fungicydy stosowane do zwalczania chorób zbóż w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów ich działania. Mat. Konf. nt. „Zintegrowana ochrona zbóż przed chorobami i chwastami”. Gdańsk: 12—19.
69. Pokacka Z. — 1982 — Ochrona zbóż przed chorobami i szkodnikami w warunkach Polski. Nowe Roln. nr 4: 20—23.
70. Pokacka Z. — 1982a — Uboczne efekty fungicydów do zwalczania chorób występujących w uprawach zbóż. Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl. T. XXIV z. 1: 5—14.
71. Pokacka Z., Błońska-Pawlak A. — 1973 — Wpływ wysokiego nawożenia azotowego na odporność polową odmian pszenicy ozimej na mączniaka właściwego (*Erysiphe graminis* D.C.) i rdzę brunatną (*Puccinia triticina* Erikss). Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 56: 153—179.

72. Pokacka Z., Błońska-Pawlak A. — 1975 — Uwagi o polowej odporności odmian pszenicy ozimej na mączniaka właściwego *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* D.C. Prace Nauk. Inst. Ochr. Rośl. T. XVII (1): 123—131.
73. Praca zbiorowa — 1976 — Instrukcja dla służby ochrony roślin z zakresu prognoz, sygnalizacji i rejestracji. Wyd. V. cz. II. Inst. Ochr. Rośl. Poznań: 281.
74. Ralski E. — 1972 — Wpływ czynników patogenicznych na plonowanie roślin zbożowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. nr 125: 143—151.
75. Ralski E. — 1978 — Rola hodowli odpornościowej w ochronie roślin zbożowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. nr 198: 11—19.
76. Ralski E., Woźniak-Strzembicka A. — 1972 — Studia nad mączniakiem pszenicy (*E. graminis* D.C. f.sp. *tritici*). Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl. nr 3—4: 21—29.
77. Rappilly F. — 1970 — La détermination des dates de traitements fongicoles appliqués par voie aérienne sur céréales en végétation. Phytiat.-Phytopharm. 19: 185—203.
78. Rocznik Statystyczny — 1983 — Główny Urząd Statystyczny, Rok XLIII Warszawa: 256—278.
79. Roelfs A. P. — 1977 — Foliar fungal diseases of wheat in the People's Republic of China. Plant Dis. Reprt. 61: 836—841.
80. Ruszkowski M., Kaczyński L. — 1974 — Charakterystyka i zalecenia uprawowe zrejonizowanych odmian pszenicy ozimej. Wyd. II IUNG Puławy: 44.
81. Sackson W. E. — 1968 — Assessment of plant disease losses. Canad. Plant Dis. Surv. 48 nr 2: 56—57.
82. Sajmardanov J. M. — 1973 — Ustojčivost jarovoj i ozimoj pšenicy protiv mučnistoj rosy v usłovijach doždėvanija. Selek. Semen. nr 5: 55—56.
83. Smolák J., Blattny C. — 1954 — Fytopatologia. Štatne Podob. Naklad. Bratislava: 333.
84. Stachyra T. — 1975 — Ochrona roślin a ochrona przyrody. PWN Warszawa: 426.
85. Stachyra T. — 1975a — Wycena strat powodowanych przez agrofagi jako podstawa planowania, kierowania i bilansowania akcji ochrony roślin. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 59: 355—367.
86. Stone L., Knight B. — 1980 — Pest and disease control handbook. Brit. Crop Prot. Coun. London 3.11—3.13.
87. Strebeyko P. — 1976 — Biologia pszenicy. PWN Warszawa: 365.
88. Studziński A., Kagan F. — 1966 — Straty powodowane przez niektóre choroby zbóż w latach 1961—1965. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 34: 115—128.
89. Studziński A., Lewartowski R. — 1972 — Ocena nasilenia występowania i szkodliwości niektórych ważniejszych chorób i szkodników zbóż w latach 1971—1972. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 53: 203—265.
90. Teng P. S., Shane W. W. — 1983 — Crop losses due to plant pathogens. 10th Intern. Congress of Plant Prot. Brighton vol. 1: 81—89.
91. Tischler W. — 1971 — Agroekologia. PWRiL Warszawa: 485.
92. Vallega J., Chiarappa L. — 1964 — Plant disease losses as they occur worldwide. Phytol. 54: 1305—1308.
93. Walczak F. — 1977 — Charakterystyka szkodliwości ważniejszych agrofagów roślin zbożowych w 1975 roku w Polsce. Biul. Inst. Ochr. Rośl. z. 61: 9—83.
94. Weltzien H. C. — 1978 — Geographical distribution of powdery mildews. The Powdery Mildews. Acad. Press London: 39—49.
95. Wolfe M. S., Slater S. E., Minchin P. N. — 1983 — Fungicide insensiti-

- vity and host pathogenicity in barley mildew. 10th Int. Congr. Pl. Path. Brighton v. 2: 645.
96. Yarwood C. E. — 1957 — Powdery mildews. The Botanic. Rev. vol. XXIII nr 4: 235—301.
97. Zwatz B. — 1974 — Getreidemehltau — Bekämpfung. Prakt. Landtech. Jg. 27 nr 5: 168—169.

Анна Ячевска

## ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ПРИЧИНЯЕМЫХ МУЧНИСТОЙ РОСОЙ ЗЛАКОВ *ERYSIPHE GRAMINIS* D.C. f. sp. *TRITICI* НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОЛЯХ ПШЕНИЦЫ

### РЕЗЮМЕ

В 1971—1975 гг. на территории всей Польши было проведено 203 опыта на производственных плантациях озимой пшеницы. Исследовалось влияние поражения озимой пшеницы мучнистой росой на потери урожая зерна. Потери урожая в этот период составляли 8,09% т.е. 3,16 ц/га, при среднем поражении 17,84% поверхности растений. Статистически достоверна, корреляция двух переменных и нелинейную зависимость этих величин. Наибольшее поражение растений и самые большие потери обнаружены в приморских и юго-восточных районах Польши. Влияние видов почвы выступает главным образом на почвах тяжелых, влажных, богатых питательными веществами, глинястых, бурых, болотистых, на них поражение растений и потери урожая зерна бывают выше. Чувствительность к мучнистой росе выращиваемых сортов пшеницы зависела в значительной степени от условий среды.

Кроме полевых наблюдений дополнительно в 1982—1983 гг. проводились деляночные опыты в Опытной станции Хылице, Варшавской Сельскохозяйственной Академии. Результаты подтвердили высокий уровень корреляции между степенью поражения и потерями урожая зерна озимой пшеницы. В 1982 году 16,50% заинфицированной поверхности растений вызвало 10,11% т.е. 3,75 ц/га потерь урожая, а в 1983 году заражение 38,80% поверхности растений соответственно 14,18% т.е. 7,70 ц/га. Зерно зараженных растений ежегодно мельчало.

Изменения в потерях урожая вызываемые такими факторами как: сорт, тип почвы, удобрения, метеорологические условия и др. затрудняют определение абсолютной величины потерь для практики. Потому

при прогнозе величины потерь на основании полученных измерений следует учитывать модификационное влияние вышеуказанных факторов.

Anna Jaczewska

## AN ESTIMATE OF LOSSES CAUSED BY THE MILDEW *ERYSIPHE GRAMINIS* D.C.F.SP. *TRITICI* ON THE PRODUCTION PLANTATION OF WHEAT

### SUMMARY

During 1971—1975 203 experiments were carried out on the production plantations of winter wheat throughout Poland. The effect of winter wheat infection with mildew on the grain losses was studied. The yield losses during that time amounted to 8.09%, i.e. 3.16 q/ha at the average infection of 17.84% of the plant area. The correlation of the both variables and a nonlinear dependence of these values were statistically confirmed. The heaviest infection of plants and the highest losses of grain yield were found in the coast and south-eastern regions of Poland. Regarding the type of soils, the heaviest infection and the highest losses of the grain yield occurred on heavier soils, more rich in nutrients and water, such as river-muds or bog and brown soils formed from boulder-clay. The susceptibility of the cultivated varieties of winter wheat to *Erysiphe graminis* was strongly modified by the environmental conditions.

A supplement to the production field experiments were plot trials performed at the Experiment Department of the Chylice Agricultural University, Skierniewice Voivodeship, during 1982—1983. They showed a high degree of correlation between the severity of infection and the losses of the winter wheat grain yields. In 1982, 16.50% of the infected plant area caused 10.11%, i.e. 3.75 q/ha yield losses, whereas in 1983, at a 38.80% infection of the plant area the yield losses were 14.18%, i.e. 7.70 q/ha. Grain from infected plants was smaller each year.

Variation in yield losses caused by such factors, as variety, the type of soil, fertilizing, atmospheric conditions etc., cause that in practice it is difficult to obtain absolute values of losses. In view of that, when predicting the level of losses on the basis of the obtained data of measurements, a modifying influence of the mentioned factors should be taken into consideration.