

BADANIA BIOLOGICZNE NAD GRANULOWANYMI I OPYŁOWYMI
FORMAMI UŻYTKOWYMI FUNGICYDÓW NA PRZYKŁADZIE KARBENDAZYMU

Jadwiga Gorska-Poczopko, Zofia Zimińska
Instytut Przemysłu Organicznego w Warszawie

Fungicydy - poza zaprawami nasiennymi - produkowane są przede wszystkim jako proszki zwilżalne i stosowane do sporządzania cieczy służącej do opryskiwania roślin. Tylko niektóre fungicydy organiczne produkowane są w formie pylistej z przeznaczeniem do opylania roślin bądź gleby. Z fungicydów systemicznych przykładem jest preparat Tecto zawierający 3% tiabendazolu - fungicydu z grupy benzimidazoli. Możliwość wytwarzania granulatów o działaniu grzybobójczym pojawiła się dopiero po wejściu do produkcji fungicydów o działaniu układowym. Obecnie produkuje się już takie fungicydy jak metalaxyl (Ridomil) w formie granulatów 1, 2 i 5% [8]. W przypadku fungicydów działających układowo obie te formułacje mają specyficzne biologiczne uzasadnienie.

Granulaty sporządzane z substancji grzybobójczych pobieranych przez korzenie i transportowanych wraz z prądem transpiracyjnym nadają się szczególnie do leczenia chorób korzeni i układu przewodzącego roślin. Warunkiem jest tu wysoka wilgotność gleby i aplikowanie granulatów w możliwie bliskim sąsiedztwie strefy włośnikowej korzenia.

Fungicydy systemiczne mające zdolność przenikania translaminarnego, zastosowane do opylania, mają możliwość bezpośredniego przenikania do liści i rozchodzenia się w blaszce liściowej. Niezbędnym warunkiem jest tu wysoka wilgotność powietrza, umożliwiająca wnikiwanie fungicydu. W odróżnieniu od fungicydów ochronnych nie muszą one pokrywać całej powierzchni liścia, a zatem dawka ich może

być mniejsza, a ponadto cząstki fungicydu opadające na glebę mogą być dodatkowo pobrane przez korzenie.

Badania biologiczne, które są przedmiotem referatu wykonano w Pracowni Stosowania Fungicydów, a doboru składników i przygotowania form użytkowych dokonano w Zakładzie Form Użytkowych.

MATERIAŁ I METODY

Przebadano ogółem 16 prób granulatów, w tym 4 próby modelowe sporządzone na nasionach pszenicy powlekanych otoczką karbendazymu, 4 próby sporządzone na granulach saletry amonowej powlekanych otoczką karbendazymu oraz 8 prób sporządzonych z pasty, charakteryzujących się powolnym uwalnianiem karbendazymu. Badaniami objęto także 10 prób do opylenia o różnym składzie i sposobach sporządzania. Wszystkie próby różniły się zawartością karbendazymu (od 0,5 do 10%) rodzajem i zawartością środków powierzchniowo czynnych, nośników i wypełniaczy.

METODYKA BADAŃ

Metody stosowane przy badaniu granulatów karbendazymu

D z i a ł a n i e b e z p o ś r e d n i e. Granule wykładano pojedynczo na powierzchni zastygniętej pożywki glukozowo-ziemniaczanej z zarodnikami grzybów testowych - *Aspergillus niger* Link, *Fusarium culmorum* Sacc. i *Fusarium nivale* Snyder et Hans. W płytce Petriego o średnicy 10 cm wykładano zwykle po 5 granul. Po 5 dniach inkubacji mierzono strefę zahamowania wzrostu grzybni wokół każdej granuli i obliczano średnie strefy dla kombinacji doświadczalnych.

U w a l n i a n i e i p r z e m i e s z c z a n i e s i ę p i a s k u. Granulki wykładano na powierzchnię wilgotnego piasku w wazonikach z papieru parafinowanego. Po 4, a następnie 10 dniach pobierano małe ilości piasku (około 20 mg) z odległości A - bezpośrednio przy granulce, B - około 1 cm od granulki i C - 2 cm od granulki. Grudki piasku wykładano, podobnie jak w teście, na powierzchni pożywki zakażonej zarodnikami *Fusarium culmorum* i po około 5 dniach mierzono strefy zahamowania wzrostu grzybni wokół grudek piasku a następnie obliczono średnie.

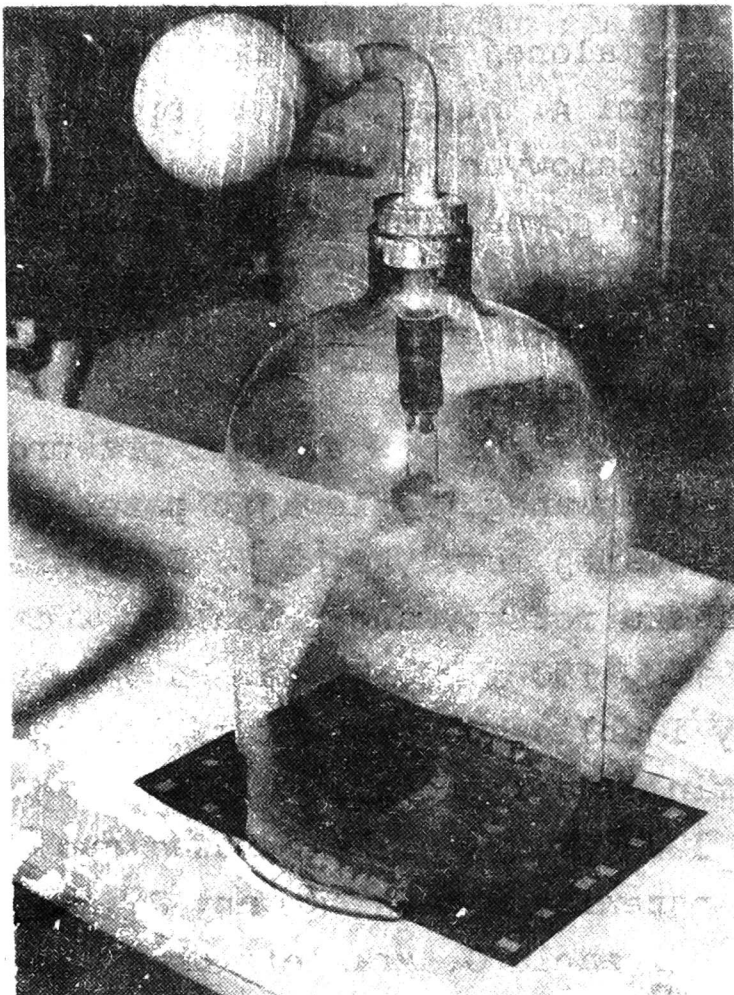
Przenikanie z granulatów do tkanki roślinnej. Na powierzchni zestalonej pożywki agarowej w szalkach Petriego, zakażonej zarodnikami *A. niger*, jak w poprzednich testach, ustawiano odcinki ogonków liściowych pomidora o długości około 1 cm i średnicy około 0,5 cm. Na górnej powierzchni każdego odcinka umieszczano granule badanych preparatów. Po 4-5 dniach inkubacji mierzono strefy zahamowania wzrostu grzybni u podstawy odcinka ogonka liściowego i obliczono średnią.

Doświadczenie szklarniowe. Test przeprowadzono w wazonikach z papieru parafinowanego wysiewając pszenicę i zakażając ją wg wcześniej opublikowanej metodyki [3]. Po wykiełkowaniu pszenicy na powierzchni piasku rozsypywano granulaty w dawce, odpowiadającej w przeliczeniu 100, 150 i 200 kg/ha. Po 3-4 tygodniach hodowli wyjmowano rośliny i obliczano procent roślin porażonych przez *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*.

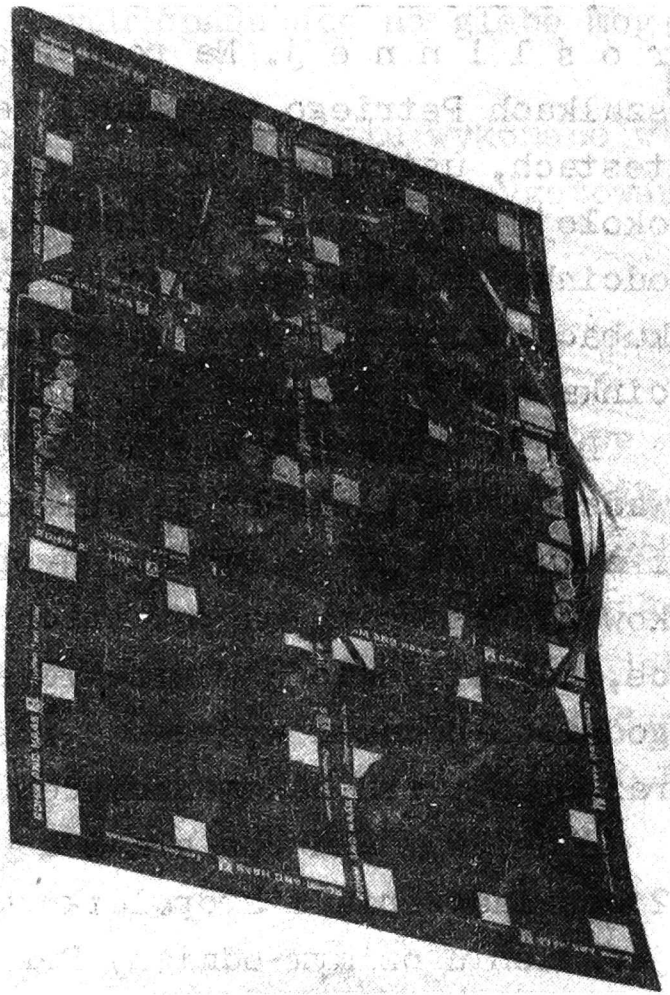
Doświadczenia polne. Przeprowadzono 2 doświadczenia mikropoletkowe na pszenicy ozimej odmiany Grana i jęczmieniu ozimym odmiany Dura w zwalczaniu *G. graminis* oraz dwuletnie doświadczenia poletkowe na pszenicy ozimej Grana w zwalczaniu *C. herpotrichoides* Fron. W doświadczeniach tych stosowano 2% granulaty karbendazymu (saletra amonowa powlekana otoczką karbendazymu). Rozsypywano go na poletkach w fazie krzewienia się roślin, to jest w momencie, kiedy stosuje się saletrę w zbliżonych dawkach (100 i 200 kg/ha). W doświadczeniach stosowano granulaty na poletkach obsianych nasionami nie zaprawionymi oraz nasionami zaprawionymi Zaprąwą Funaben T w zalecanych dawkach.

Metody stosowane przy badaniu formy opylkowej karbendazymu

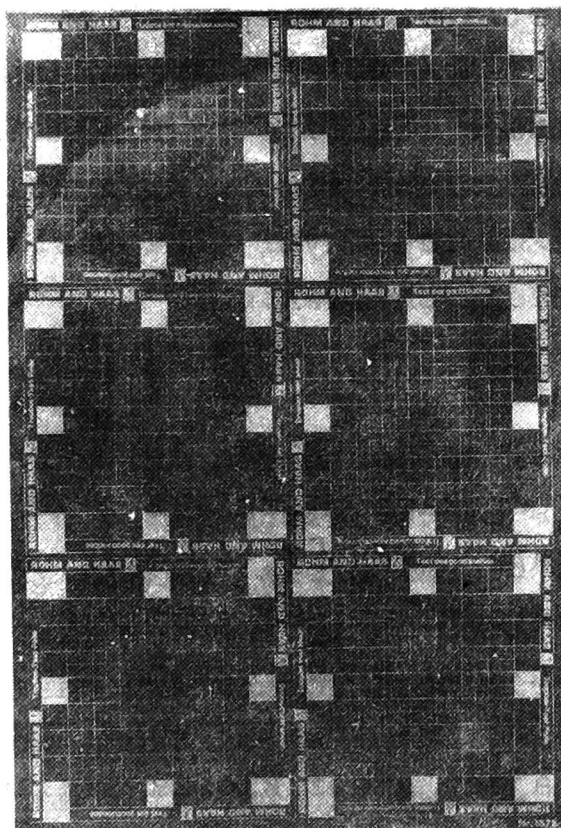
Badania laboratoryjno-szklarniowe form opylkowych karbendazymu przeprowadzono na zarodnikach mączniaka prawdziwego (*E. graminis* D.C.) metodą krążków agarowych [3, 4] oraz na odciętych liściach pszenicy zakażonych zarodnikami *E. graminis* i odciętych liściach róży zakażonych zarodnikami *Sphaerotheca pannosa*. Do opylania krążków agarowych oraz liści roślin stosowano tzw. dzwon van der Waalde (rys. 1) składający się z klosza szklanego, zaopatrzonego



Rys. 1. Dzwon van der Waalde do opylania



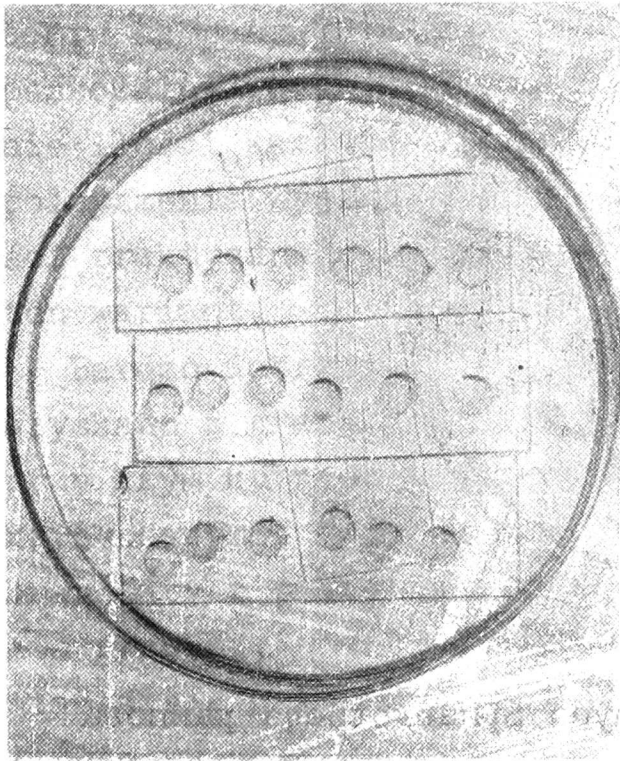
Rys. 2. Folia z ułożonymi obiektami do opylania



Rys. 3. Folia po opyleniu - ślady obiektów opylanych

u góry w rurkę szklaną, zakończoną na zewnątrz dzwonu gruszką gumową, wewnątrz metalowym lejkiem, ułatwiającym rozproszenie preparatu. Przeznaczone do opylania obiekty umieszczano na folii (rys. 2) i nakrywano dzwonem. Do rurki wkładano odważoną dawkę preparatu i po naciśnięciu gruszki opylano. Po opadnięciu pyłu (tj. po około 1 min) podnoszono dzwon i zdejmowano z folii opylone liście i szkiełka.

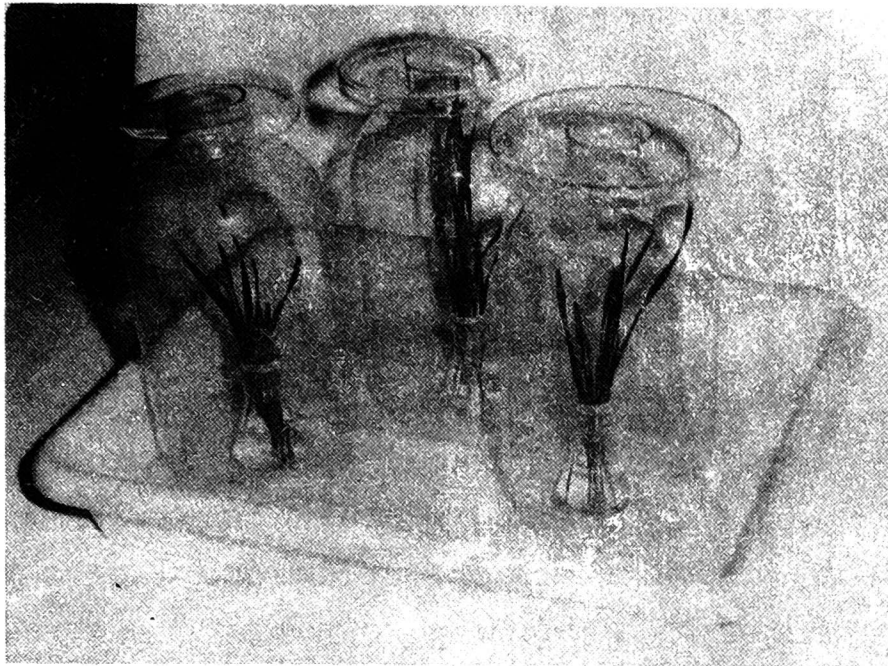
Dla skontrolowania równomierności opylania i dokładności pokrycia powierzchni preparatem używano szablonów ze specjalnej czarnej folii produkcji Rohm and Haas - Tropfen test folie (rys. 3). Opylone krążki agaru umieszczone na szkiełkach przedmiotowych zakażono zarodnikami *E. graminis* i ułożono w szalkach wysłanych wilgotną bibułą (rys. 4). Po 24 godz inkubacji obliczono liczbę zarodników kiełkujących i nie kiełkujących w porównaniu z kontrolą.



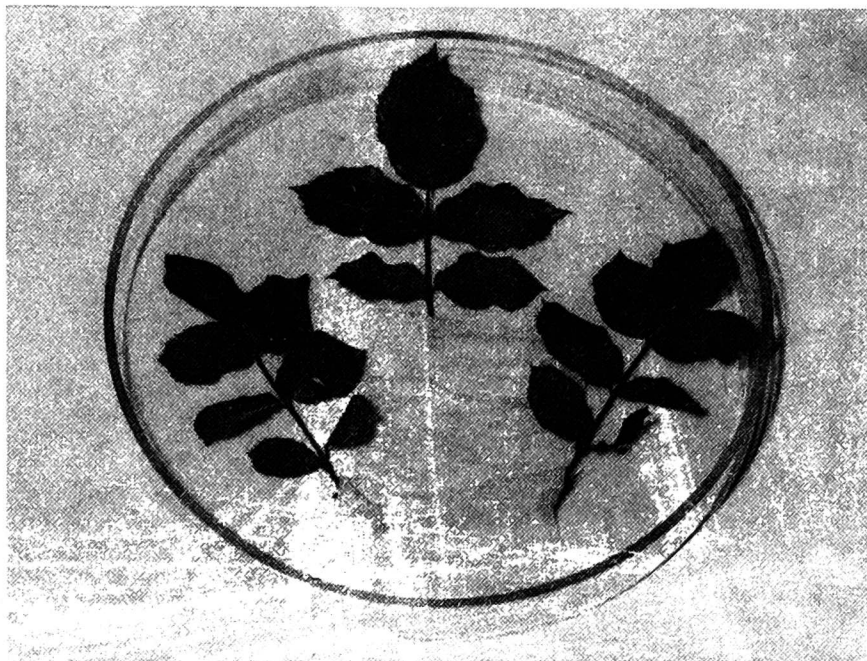
Rys. 4. Test krążków agarowych



Rys. 5. Zakażenie liści pszenicy zarodnikami *Erysiphe graminis* D.C.



Rys. 6. Inkubacja liści pszenicy zakażonych zarodnikami *Erysiphe graminis* D.C.



Rys. 7. Test na liściach róży, zakażonych *Sphaerotheca pannosa* Leveille

Opylone liście pszenicy umieszczone w kolbkach zakażono zarodnikami *E. graminis* D.C. (rys. 5). Kolby wstawiono do kuwety, na którą nalano warstwę wody, a następnie przykrywano kloszami szklanymi (rys. 6). Po około 7 dniach inkubacji oceniano stopień porażenia poszczególnych liści i obliczano procent porażenia w porównaniu z kontrolą. Liście róży zakażone były zarodnikami *Sphaerotheca pannosa* Leveille przed opylaniem. Po opyleniu umieszczono je w dużych szalkach Petriego wysłanych wilgotną bibułą, zabezpieczając ogonki liściowe wilgotną ligniną (rys. 7).

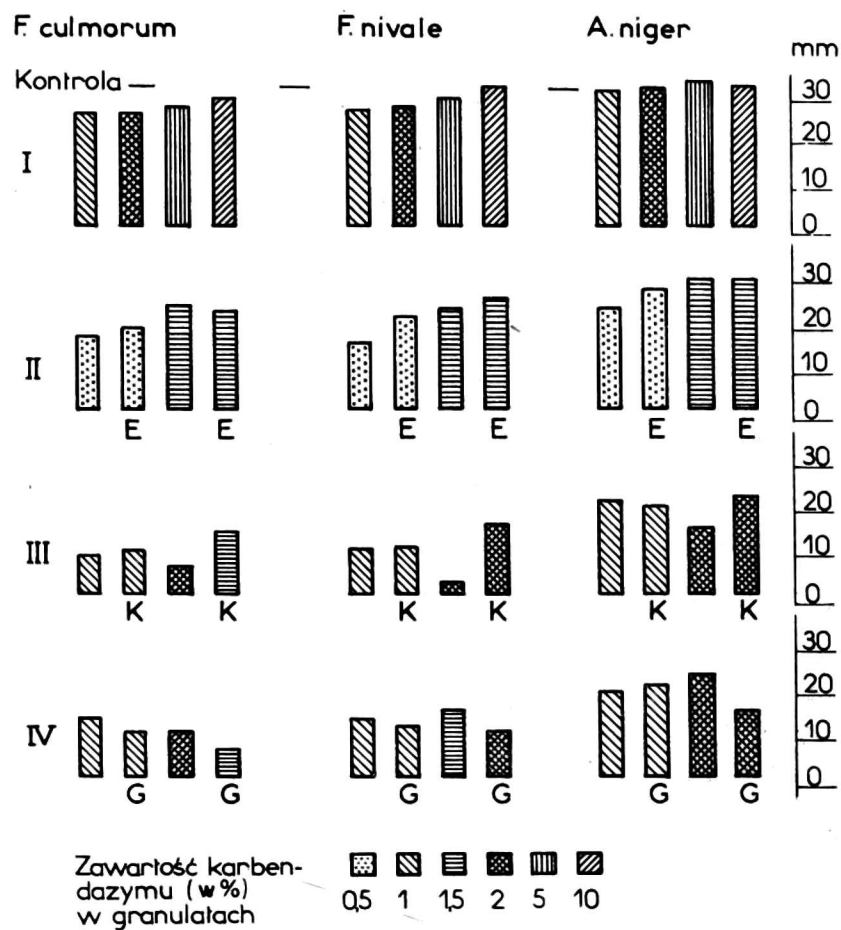
Po upływie około 14 dni inkubacji oceniono stopień porażenia porażenia poszczególnych odcinków liści i obliczono procent porażenia w porównaniu z kontrolą. W analogiczny sposób przeprowadzono również test na uciętych liściach nagietka zakażonych *Erysiphe cichoracearum* D.C.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

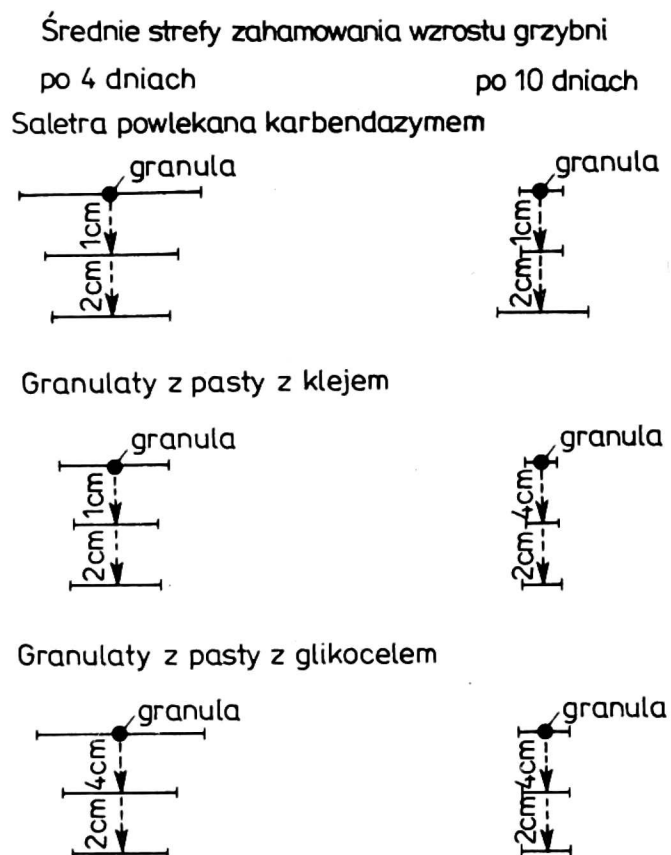
Wyniki badania granulatów karbendazymu

Największe strefy zahamowania wzrostu grzybni uzyskano po wyłożeniu na pożywkę nasion pszenicy powlekanych karbendazymem, przypuszczalnie ze względu na duże rozmiary tych niby granul. Zwiększenie ilości karbendazymu nawet do 10% nie przyniosło wyraźniejszego polepszenia wyników. Była to jedynie forma modelowa, bez możliwości praktycznego wykorzystania, i w dalszych badaniach pominięto ten wariant.

Bardzo dobre wyniki w stosunku do wszystkich grzybów testowych uzyskano z granulami saletry amonowej powlekanej karbendazymem, przy czym korzystniejsze było zastosowanie formy zawierającej 1,5% karbendazymu. Dodatek emulgatora bardzo nieznacznie zmienił wyniki. Granulaty z pasty dawały na ogół mniejsze strefy zahamowania wzrostu grzybni, nawet przy zastosowaniu 2% karbendazymu. Wyniki uwalniania się karbendazymu i przemieszczania w wilgotnym piasku ilustruje rysunek 9.



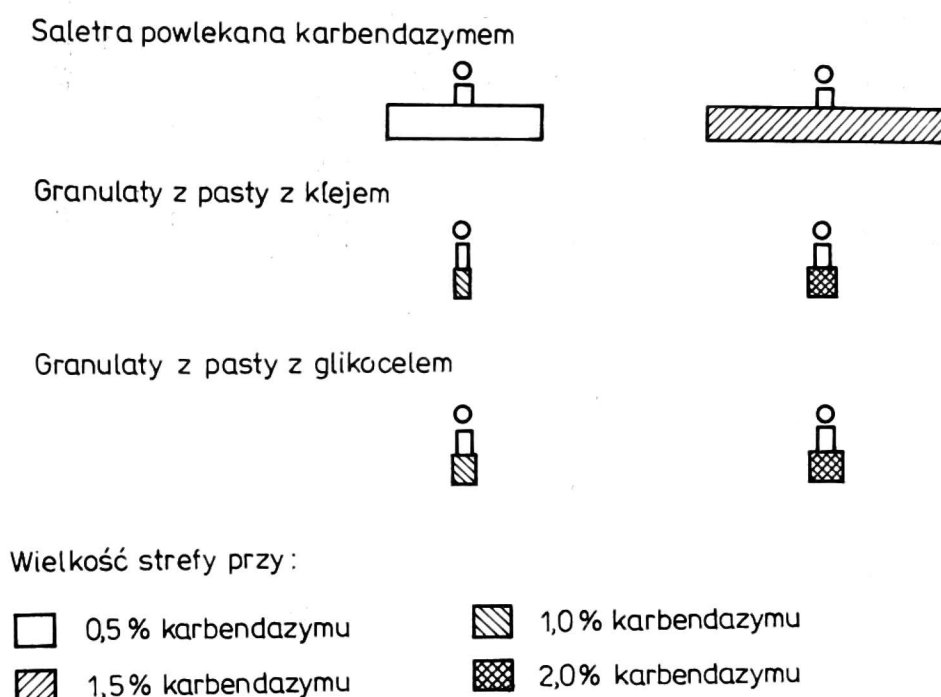
Rys. 8. Wyniki badania działania bezpośredniego granulatów wyrażone w strefach zahamowania wzrostu grzybni grzybów testowych (średnica w mm);
 I - granulatory z pszenicy powlekanej karbendazymem,
 II - granulatory z saletry, powlekanej karbendazymem, E - z dodatkiem emulgatora,
 III - granulatory z pasty z klejem stolarskim, K - zwiększony dodatek kleju
 IV - granulatory z pasty z glikocalem, G - zwiększony dodatek glikocelu



Rys. 9. Wyniki badania uwalnia i przemieszczania w wilgotnym piasku wyrażone w strefach odbarwienia grzybni (średnica w mm)

Jak widać, po 4 dniach ekspozycji w wilgotnym piasku najsilniejsze działanie karbendazymu stwierdzono w bezpośrednim sąsiedztwie granul. Po 10 dniach ekspozycji karbendazym przemieszczał się na odległość 2 cm pod granul, przy czym największe strefy zahamowania stwierdzono przy granulach saletry powlekanych karbendazymem.

Na rysunku 10 zestawiono wyniki badania przenikania karbendazymu z granul do tkanki roślinnej. Najenergiczniej przenikał karbendazym z granul na saletrze i efektywniejsze były granule o wyższej zawartości karbendazymu.

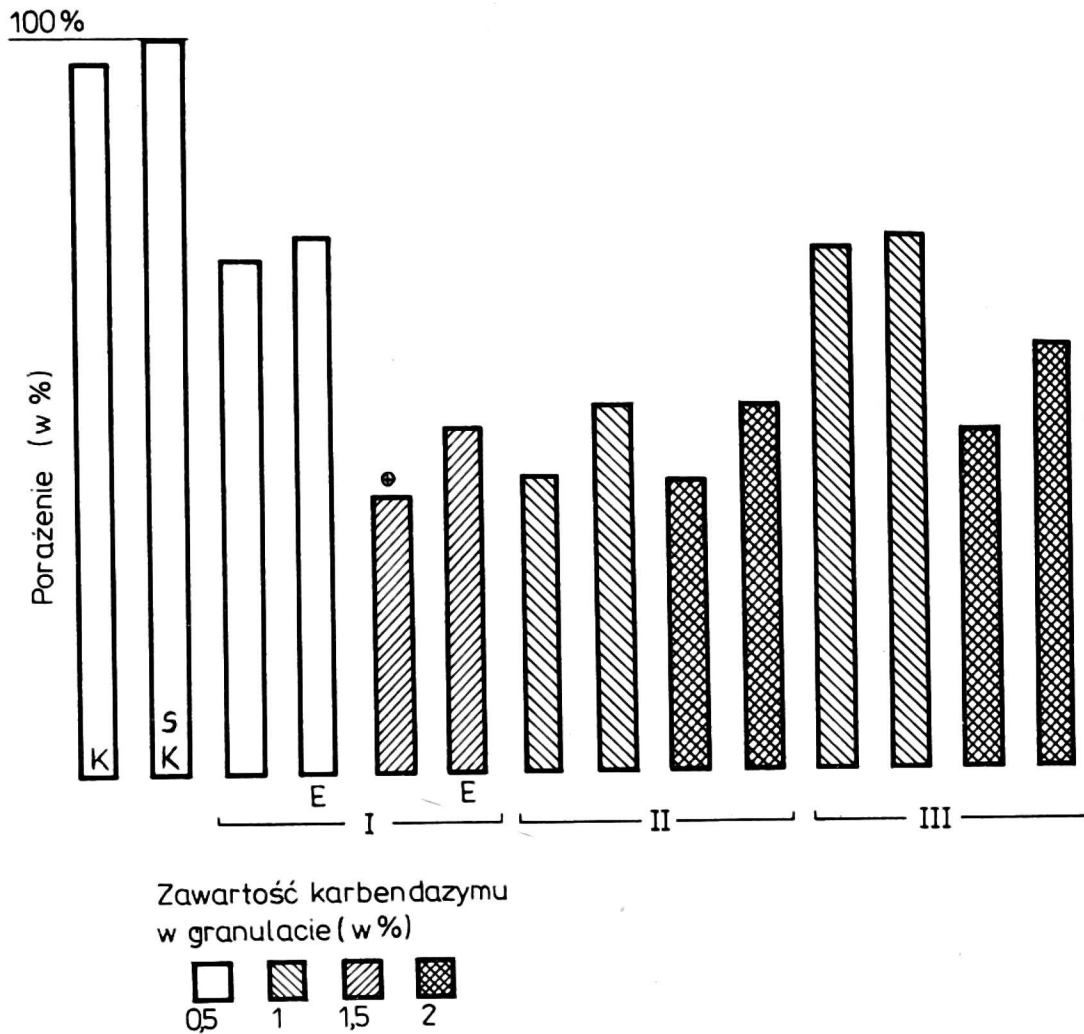


Rys. 10. Wyniki badania przenikania karbendazymu z granul do tkanki roślinnej

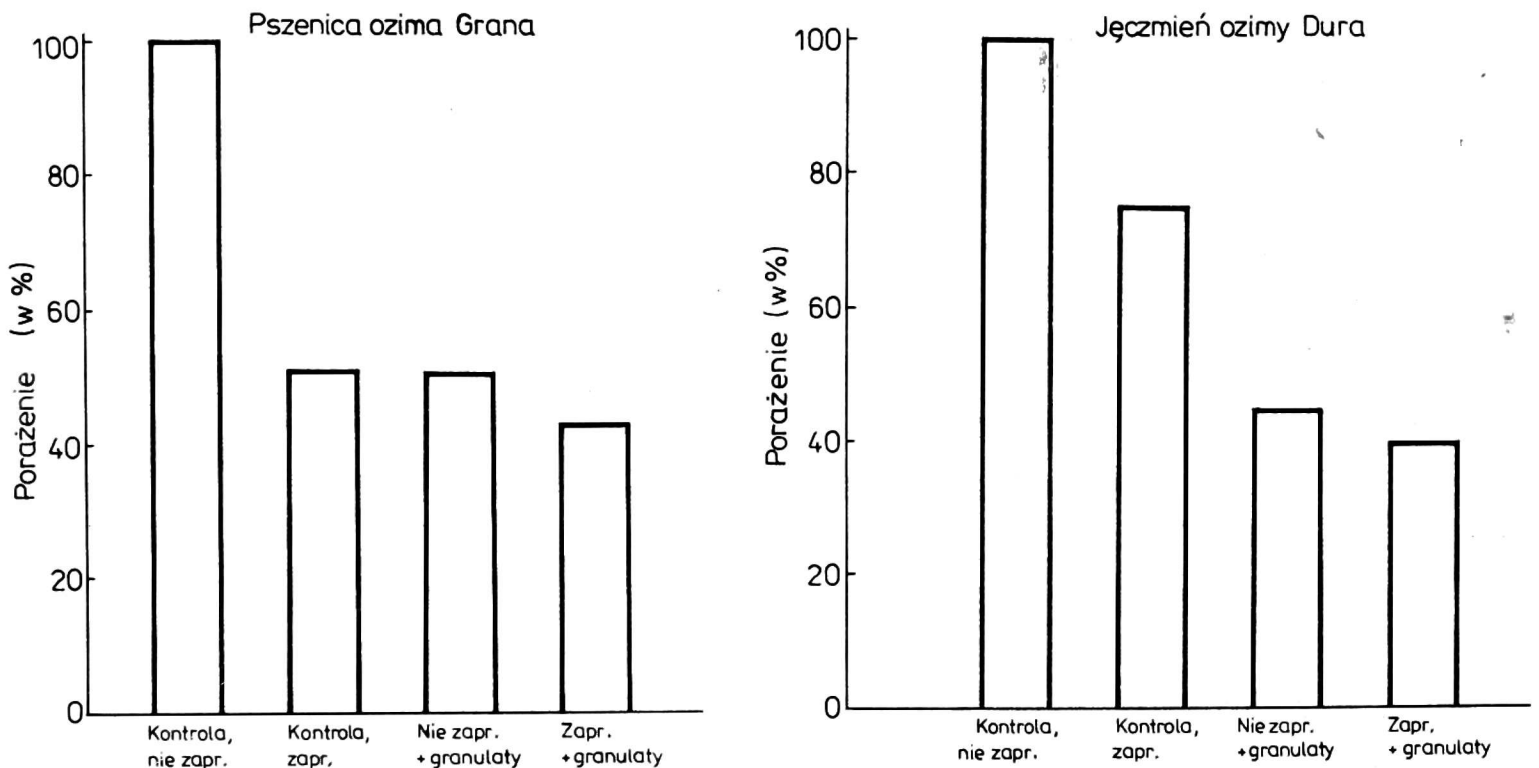
Wyniki doświadczenia szklarniowego, obrazujące skuteczność różnych postaci granulatów w zwalczaniu grzyba *G. graminis* na pszenicy przedstawiono na rysunku 11.

Dobłą skuteczność (niewielki procent porażenia roślin) uzyskano po zastosowaniu granulatów z klejem, gorszą miały granulaty z glikocalem. Najskuteczniejszy był 1,5% granulát karbendazymu na saletrze amonowej (rys. 8-10). Ponieważ i w poprzednich badaniach dawał on najlepsze wyniki, do badań poletkowych wytypowano granulát na saletrze amonowej powlekanej otoczką karbendazymu, podwyższając zawartość karbendazymu do 2%.

Zastosowanie tego granulátu spowodowało znaczne zmniejszenie liczby roślin porażonych *G. graminis* w doświadczeniach mikropoletkowych przeprowadzonych w IPO Warszawa na pszenicy i jęczmieniu z zastosowaniem sztucznego dokażania (rys. 12).

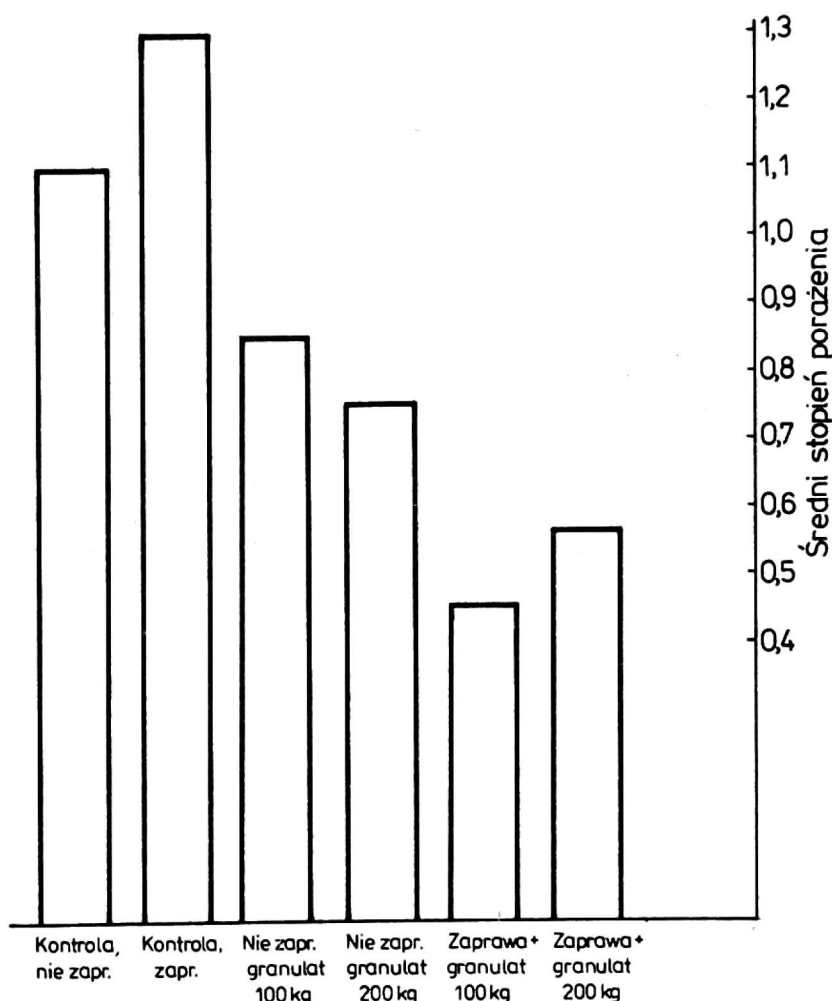


Rys. 11. Wyniki doświadczenia szklarniowego, obrazujące skuteczność różnych postaci granulatów w zwalczaniu grzyba *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* Walker na pszenicy;
 I - granulaty z saletry powlekanej karbendazymem,
 II - granulaty z pasty z klejem stolarskim,
 III - granulaty z pasty z glikocelem,
 K - kontrola, KS - kontrola z saletrą, E - dodatek emulgatora



Rys. 12. Wyniki doświadczenia mikroplotkowego z granulatami nad zwalczaniem *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* Walker

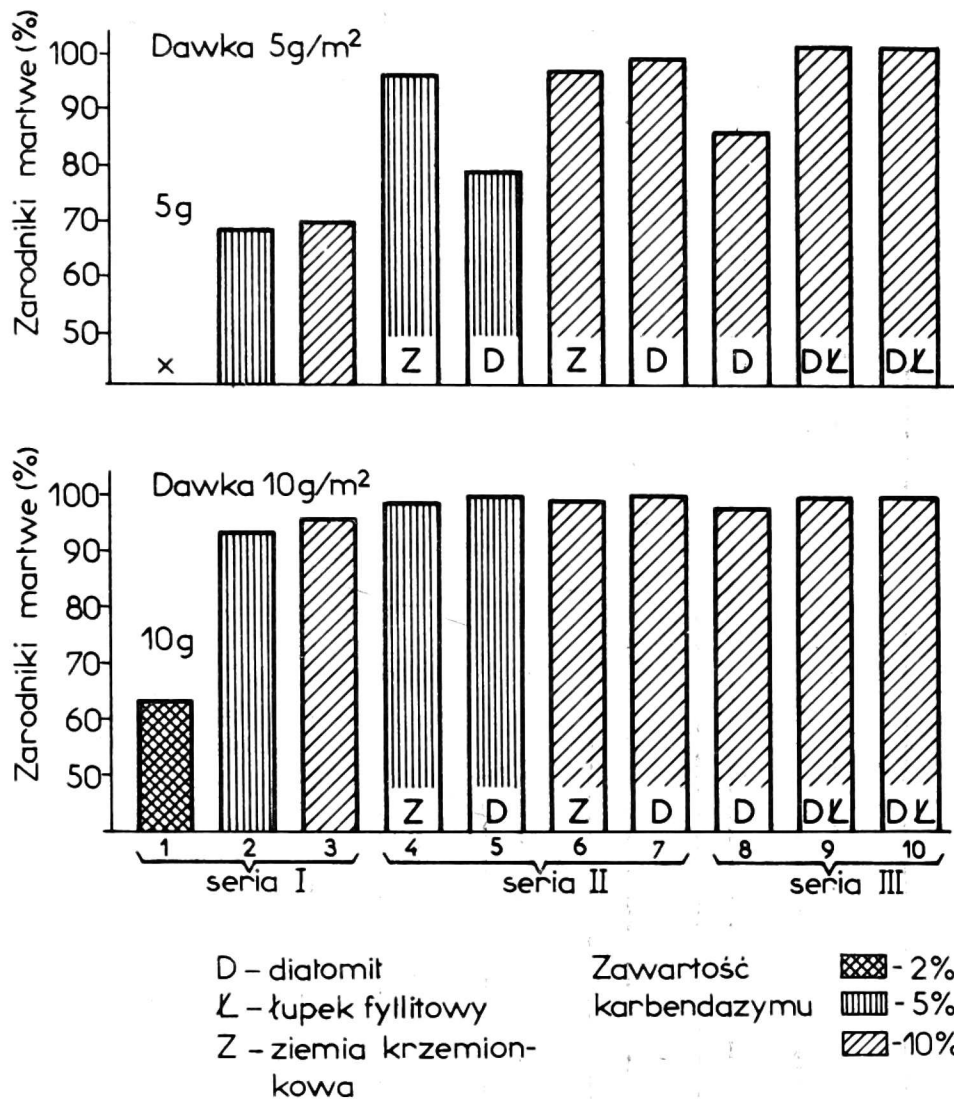
Lepsze działanie uzyskano po zastosowaniu granulatu na poletkach obsianych nasionami zaprawionymi. Podobnie znaczne zmniejszenie porażenia stwierdzono w doświadczeniu polowym nad zwalczaniem *Cercospora herpotrichoides* na pszenicy ozimej przeprowadzonym w IPO Oddział w Pszczynie (rys. 13). Również i tutaj najlepsze wyniki uzyskano po zastosowaniu granulatu na poletkach obsianych nasionami zaprawionymi.



Rys.13. Wyniki doświadczenia polowego z granulatem w zwalczaniu *Cercospora herpotrichoides* Fron. na pszenicy ozimej odm. Grana IPO Pszczyna (Klimach 1978).

Wyniki badania opylowych form karbendazymu

Preparaty karbendazymu w formie opylowej przygotowano w III seriach. Serię I - na samym kaolinie - stanowiły 3 próby o zawartości 2, 5 i 10% karbendazymu. Serię II sporządzono na kaolinie z dodatkiem kłutanu. Były w niej 2 próby o zawartości 5% karbendazymu i dwie o zawartości 10% karbendazymu. Jako wypełniacz stosowano diatomit, bądź ziemię krzemionkową. W serii III były 3 próby o zawartości 10% karbendazymu, w tym jedna sporządzona na diatomicie i kaolinie, druga na diatomicie i łupku fyllitowym, a trzecia j.w. z dodatkiem kłutanu.

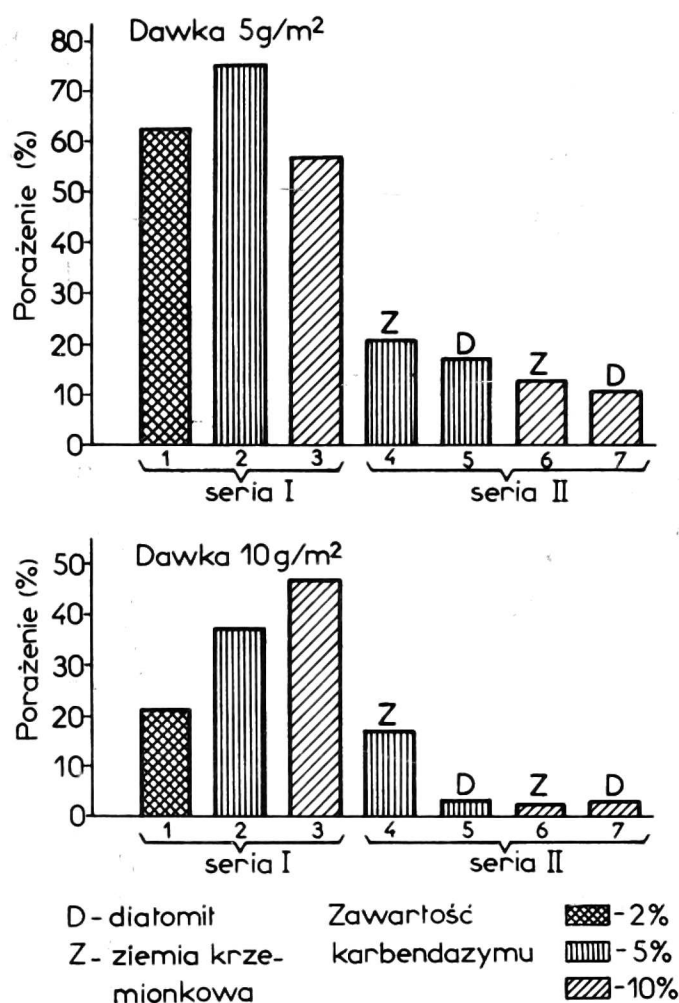


Rys.14. Wyniki badania skuteczności prób opylowej formy karbendazymu w testach krążków agarowych na zarodnikach *Erysiphe graminis* D.C.

Na rysunku 14 przedstawiono wyniki badania wszystkich serii w teście krążków agarowych na zarodnikach *Erysiphe graminis*. Preparaty z serii I wykazywały najslabsze działanie, zwłaszcza preparat dwuprocentowy. Najlepszą skuteczność w obu dawkach wykazywały 2 ostatnie preparaty z serii III.

Wyniki badań preparatów z serii I i II na uciętych liściach pszenicy przedstawiono na rysunku 15. Znacznie mniejsze porażenie

przez mączniaka zbóż wykazywały liście pszenicy opylone preparatami z serii II, zwłaszcza zawierającymi 10% karbendazymu.

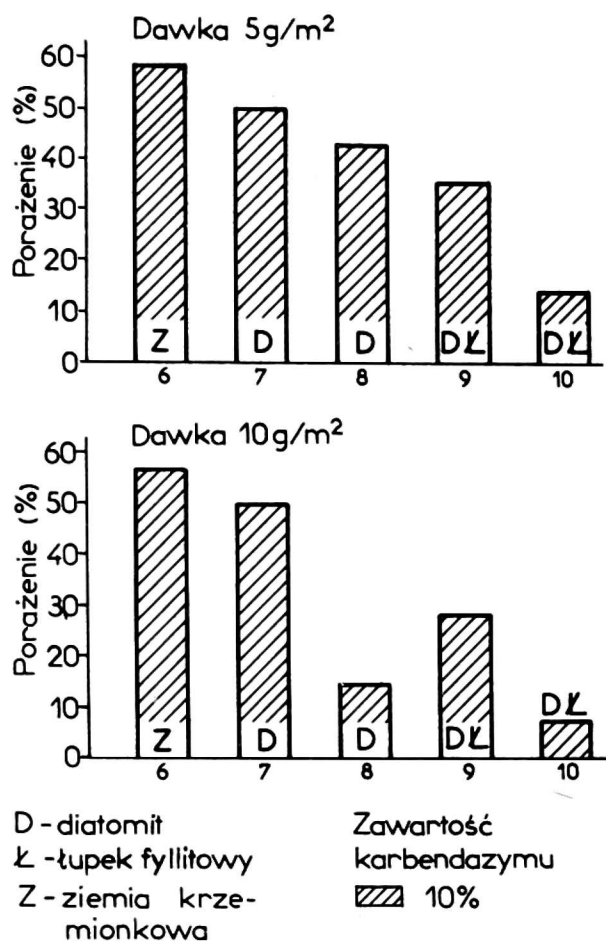


Rys.15. Wyniki badania skuteczności prób opylowej formy karbendazymu na uciętych liściach pszenicy zakażonych *Erysiphe graminis* D.C.

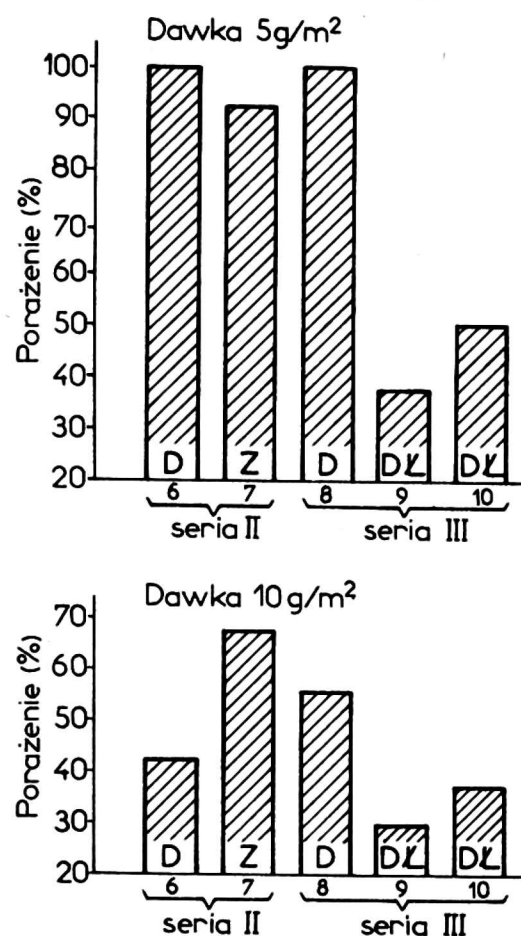
Na rysunku 16 podano wyniki badań preparatów z serii II i III w teście na uciętych liściach róży, zakażonej *Sphaerotheca pannosa* (działanie kuratywne). Znaczne zmniejszenie porażenia zaobserwowano po zastosowaniu preparatów z serii III, zwłaszcza próby 10, sporządzonej na diatomicie, żupku fyllitowym z dodatkiem klutanu.

Próby z serii III sporządzone na żupku fyllitowym i diatomicie (9 i 10) były również najskuteczniejsze w teście na uciętych liściach nagietka, zakażonych uprzednio *Erysiphe cichoracearum* (działanie kuratywne), którego wyniki przedstawiono na rysunku 10.

Opierając się na tych wynikach, do doświadczeń poletkowych wytypowano preparat pylisty, zawierający 10% karbendazymu sporządzony na diatomicie i żupku fyllitowym z dodatkiem klutanu.



Kys.16. Wyniki badania działania kuratywnego prób opylowej formy karbendazymu na uciętych liściach róży porażonych mączniakiem *Sphaerotheca pannosa* Leveille



Kys.17. Wyniki badania działania kuratywnego prób opylowej formy karbendazymu na uciętych liściach nagietka zakażonych mączniakiem

DYSKUSJA WYNIKÓW

Przedstawione wyniki badań biologicznych umożliwiły wytypowanie do dalszych badań najkorzystniejszych nowych form użytkowych karbendazymu, a mianowicie granulatu zawierającego 2% karbendazymu sporządzonego na granulach saletry amonowej oraz preparatu pylistego, zawierającego 10% karbendazymu, sporządzonego na diatomicie i łupku fyllitowym z dodatkiem klutanu.

Opierając się na sugestjach z literatury [1, 5] oba te preparaty przekazano do badań nad zwalczaniem śnieci karłowej pszenicy, wykonywanych w Akademii Rolniczej w Lublinie. Jakkolwiek według dotychczasowych badań ich skuteczność w zwalczaniu tej choroby była niedostateczna, to przyczyniły się one zupełnie niespodziewanie do istotnego i bardzo wysokiego wzrostu plonu pszenicy ozimej, ponadto

po zastosowaniu ich jesienią ułatwiły w istotny sposób jej przezi-
mowanie [7] .

Dotychczasowe obserwacje nie pozwalają jeszcze na wyciągnięcie
wniosków, czy przyczyną tego zjawiska było zwalczanie chorób ko-
rzeni i podstawy źdźbła, czy bezpośredni stymulujący wpływ karben-
dazymu na rośliny pszenicy. Jednak ich korzystny wpływ na roślinę
wydaje się być niewątpliwy.

Wobec trudności z rejestracją nowych preparatów (prócz zapraw)
zawierających benzimidazole w ochronie zbóż, dalsze prace zostały
zawieszane. Nie przeszkadza to natomiast w wypróbowaniu, szczegól-
nie formy opylkowej, która jest łatwiejsza do wykonania, np. w
ochronie roślin ozdobnych w szklarniach. Ponadto zdobyte doświad-
czenia zarówno w sporządzaniu, jak i w badaniu form granulowanych
i pylistych fungicydów systemicznych mogą być wykorzystane przy
innych substancjach aktywnych tego rodzaju.

WNIOSKI

1. Prowadzone badania biologiczne pozwoliły na wytypowanie do
dalszych prac dwu nowych form użytkowych karbendazymu - formy gra-
nulowanej sporządzonej na saetrze amonowej, zawierającej 2% kar-
bendazymu oraz pylistej sporządzonej na diatomicie i łupku fylly-
towym, zawierającej 10% karbendazymu. Obie te formy dawały korzy-
stne wyniki w ochronie pszenicy.

2. Forma opylkowa winna być dalej badana w ochronie roślin oz-
dobnych w szklarniach.

3. Wypracowane metody formulacji i badań biologicznych mogą
znaleźć zastosowanie przy sporządzaniu i badaniu preparatów, opar-
tych na innych fungicydach systemicznych.

LITERATURA

1. Dickens L. E., Oshima N.: Chemotherapeutans, evaluated for con-
trol of dwarf bunt of wheat. Pl. Dis. Repr., 1971, 55, 613-614.
2. Gorska-Poczopko J.: Studies on chemical control of *Ophiobolus*
graminis Sacc. Cz. I. Acta Phytopath. Ac. Sci. Hung., 1971,
(1-4), 393-398.

3. Gorska-Poczopko J.: An agar-disc method for testing the germination of conidia of Erysiphales. Acta Myc., 1971, 7, 1, 157-158.
4. Gorska-Poczopko J., Chomicka Z., Zimińska Z.: Badania nad opyłową formą karbendazymu. „Organika”, Pr. Nauk. IPO, 1978, 182-189.
5. Hoffman J.A.: Control of common and dwarf bunt of wheat with systemic fungicides. Pl. Dis. Repr., 1971, 55, 1132-1135.
6. Klimach A.: Sprawozdanie z oceny skuteczności biologicznej preparatu Funaben granulatu. Materiały niepublikowane, w sprawozdaniu IPO 5036, 1978.
7. Łacicowa B.: Ochronne działanie niektórych fungicydów przed porażeniem pszenicy ozimej przez śnieć karłowatą Kühn. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1984, 301, 119-127.
8. Schwinn F.: Biological properties of metalaxyl. Referat na Sympozjum Systemfungizide, Reinhardsbrunn, 1980.

Я. Горска-Почопко, З. Зиминьска

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ И ПЫЛИСТЫХ
ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ ФУНГИЦИДОВ НА ПРИМЕРЕ КАРБЕНДАЗИМА

Р е з ю м е

Выработано две новые препаративные формы карбендазима. Гранулированная форма содержащая 2% карбендазима была основана на аммиачной селитре. Пылистая форма содержащая 10% карбендазима основана на диатомите и фуллитной почве. Обе формы обеспечали хорошую защиту пшеницы против *Gaeumannomyces graminis* A.et O. и *Cercospora herpotrichoides* Fron. Они тоже пригодны в защите цветных растений.

J. Gorska-Poczopko, Z. Zimińska

BIOLOGICAL STUDIES ON GRANULAR AND DUST FORMULATIONS
OF CARBENDAZIME FUNGICIDES

S u m m a r y

Two new formulations of carbendazime fungicide were worked out. Granular formulations containing 2% of carbendazime based on ammonium nitrate and dust formulation containing 10% of carbendazime based on diatomite and phyllite soil. Both formulations provide good wheat protection against *Gaeumannomyces graminis* A. et O. and *Cercospora herpotrichoides* Fron. They have also perspectives in protection of ornamental plants.