POSTĘPY NAUK ROLNICZYCH
nr 1/83

JACEK PIECHOTA
Instytut Zoologii PAN w Warszawie

IDEOTYP ROŚLINY PSZENICY A ODPORNOŚĆ NA MSZYCE

Podstawowym celem hodowli zbóż jest uzyskanie odmian o maksymalnej produktywności. Produkcja biomasy u roślin zależy przede wszystkim od trzech elementów: wielkości powierzchni asymilacyjnej, wydajności fotosyntetycznej na jednostkę powierzchni oraz czasu trwania fotosyntezy.

Według Watsona [35] powierzchnia asymilacyjna jest najważniejszym czynnikiem fotosyntezy mającym wpływ na wielkość plonu biologicznego. Ważne jest więc aby odmiany możliwie szybko się krzewiły osiągając wcześnie duży indeks liściowy. Rozmiary liści, ich powierzchnia asymilacyjna, a także zdolność krzewenia się są w udżym stopniu kontrolowane genetycznie.

Oprócz powierzchni asymilacyjnej na plon biomasy ma wpływ również wydajność fotosyntetyczna. Wielu autorów jest zdania, że niezależnie od gatunku czy warunków środowiska jest ona podobna u wszystkich roślin.

Trzecim ważnym czynnikiem jest czas trwania fotosyntezy. W tym przypadku dużą rolę odgrywa długość okresu wegetacji (można go przedłużyć przez wczesny siew) i czas trwania zdolności do fotosyntezy.

Czynniki wpływające na produktywność roślin można też przedstawić bardziej szczegółowo:

1. Gleba, a zwłaszcza jej wilgotność, dostęp do substancji pokarmowych i CO_2 wydzielanego w oddechowych procesach glebowych.

2. Właściwości liści roślin w łanie np. liczba aparatów szparkowych i sposób ich funkcjonowania, reakcja komórek miękiszowych na naświetlanie, zdolność odbijania i przepuszczania światła, wpływ temperatury i oddychania ciemniowego na fotooddychanie, opory fizyczne oraz przebieg reakcji karboksylacji.

3. Struktura łanu, rozmieszczenie liści na łodydze i kąt nachylenia liści w stosunku do płaszczyzny poziomej.

4. Zewnętrzne czynniki atmosferyczne: temperatura, szybkość przepływu powietrza, stężenie CO_2, względna wilgotność powietrza, kąt padania promieni słonecznych oraz rodzaj promieniowania bezpośredniego lub rozproszonego.

5. Długość okresu trwania fotosyntezy, zmiany natężenia fotosyntezy w zależności od wielkości liści i wydajności asymilacji CO_2, szybkość powiększania się powierzchni liści absorbujących światło, wysokość rośliny (w zespołach zawierających różne gatunki), fotosynteza innych organów (oprócz liści) i wydajność transportu asymilatów do organów o znaczeniu gospodarczym [39].

Prowadzone na całym świecie badania fizjologiczne wyżej przedstawionych czynników prowadzą do odpowiedzi na pytanie: jakimi cechami morfologicznymi powinny się odznaczać maksymalnie plenne odmiany zbóż? Na podstawie tych badań stworzono, na przykładzie pszenicy, ideotyp rośliny zbożowej. Jest to roślina „idealna" tzn. posiadająca takie zestawienie cech morfologicznych, które zapewnia możliwie wysoką plenność, pod warunkiem zapewnienia optymalnego nawożenia i nawodnienia. Żadna ze znanych odmian pszenicy nie posiada jednocześnie wszystkich cech wymienionego modelu.

Problem mszyc zbożowych oraz odporności roślin na te szkodniki

W ciągu ostatnich 10 lat zaobserwowano gwałtowny wzrost liczebności mszyc na zbożach w krajach Europy Zachodniej i USA. Wzrost nasilenia występowania zaobserwowano też w niektóre lata w wielu regionach Polski. Mszyce zbożowe stały się więc problemem stosunkowo niedawno i zalecenia ochrony zbóż przed mszycami są stosunkowo słabo opracowane.

Znamy wielu gatunków mszyc występujących na zbożach i trawach. W naszym kraju do najważniejszych należą: mszyca zbożowa *Sitobion avenae* F. i mszyca czeremchowo-zbożowa *Rhopalosiphum padi* L. Pierwsza jest uważana za bardziej szkodliwą (żeruje na kłosach) niż druga, będąca w Polsce bardziej liczną.

Mszyce zbożowe mogą oddziaływać na rośliny zbożowe pośrednio lub bezpośrednio. Szkodliwość pośrednia polega na przenoszeniu wirusa żółtej karłowatości jęczmienia, który poraża również pszenicę. Wirus ten może powodować spadek intensywności fotosyntezy nawet o 50% [10].

Szkodliwość bezpośrednia polega na mechanicznym uszkadzaniu tkanek i chemicznym oddziaływaniu na rośliny. Mechaniczne uszkodzenia tkanek mogą powodować ograniczenie powierzchni fotosyntetycznej liści lub zmiany chemiczne polegające między innymi na utlenianiu fenoli do chinonów i powodowanie zbrunatnień tkanek.

Oddziaływanie chemiczne mszyc związane jest z wprowadzeniem

śliny. Mszyce wytwarzają dwa rodzaje śliny: lepką oraz wodnistą. Ślina wodnista zawiera szereg enzymów działających toksycznie na tkanki [16, 17]. Lepka ślina może blokować sita i wiązki naczyniowe co powoduje blokowanie przepływu produktów fotosyntezy, spadek transpiracji i pobierania wody, a w rezultacie więdnięcie roślin. Rosa miodowa wydzielana przez mszyce zatyka aparaty szparkowe i utrudnia oddychanie oraz zmniejsza dostępną powierzchnię asymilacyjnie czynną. Na rosie miodowej mogą się rozwijać grzyby sadzaki i może ona przywabiać inne szkodliwe owady [1].

Mszyce eksploatują rośliny przez wysysanie soku. Powodują w rezultacie obniżenie plonu przez zmniejszenie intensywności fotosyntezy, wzrost nasilenia oddychania związany z procesami obronnymi rośliny oraz zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej. W latach masowego pojawu mogą pokrywać ponad 60% powierzchni asymilacyjnej roślin. *S. avenae* wpływa na skrócenie czasu trwania fotosyntezy przez przyśpieszenie starzenia się liści nawet odległych od miejsca żerowania oraz osłabienie zaopatrzenia kłosa w asymilaty poprzez „przechwytywane" części asymilatów [38].

Stwierdzono, że mszyce mogą powodować spadek zawartości suchej masy, poziomu cukrów, chlorofilu, azotu, białek. Szkodliwość mszyc jest mniejsza na odmianach o ograniczonej zawartości składników pokarmowych czy niepełnej wartości odżywczej [18].

Przy małej liczebności przed okresem formowania ziarna *S. avenae* nie wpływa na obniżenie plonu [7]. Przy większej liczebności przyczynia się do spadku masy 1000 nasion [9] i czasami zmniejszenia liczby nasion w kłosie [5]. *S. avenae* nie zawsze jest szkodliwy dla zbóż. Niewielkie porażenie może czasami działać stymulująco na plon [23]. Szczegółowego omówienia szkodliwości mszyc dokonali Vickerman i Wratten [33].

Ze względu na dużą szkodliwość mszyc konieczna jest ochrona upraw przed tymi szkodnikami. Najlepszą metodą, którą można propagować w ochronie zbóż jest wprowadzenie odmian odpornych lub posiadających umiarkowany stopień odporności, co może ograniczyć straty spowodowane żerowaniem tych owadów [14]. Zaletą odmian odpornych jest: stosunkowo niski koszt hodowli odpornościowej, brak toksycznych pozostałości w roślinach, brak oddziaływania na owady pożyteczne, nie zakłócanie równowagi pomiędzy szkodliwymi owadami i ich wrogami naturalnymi, działanie na owady dopiero po zaatakowaniu przez nie rośliny.

Przed przystąpieniem do hodowli odpornościowej należy zastanowić się jak cechy morfologiczne ideotypu wysokoplennej rośliny pszenicy mogą wpływać na porażenie tych roślin przez mszyce.

Cechy ideotypu wysokoplennej rośliny pszenicy z punktu widzenia odporności na mszyce

Ideotyp rośliny zbożowej opracowany na przykładzie pszenicy obejmuje następujące cechy [20]:

— duży, sztywny, ościsty kłos
— kilka małych, sztywnych, stojących liści
— krótkie, sztywne, grube, pojedyncze źdźbło
— duży procentowy udział korzeni zarodkowych w systemie korzeniowym
— inne cechy (możliwie wczesne kwitnienie, maksymalna zdolność liści do fotosyntezy po kwitnieniu itp.)

Duży, sztywny, ościsty kłos. Kłos jest ogranem fotosyntetyzującym [2]. Stwierdzono, że około 17% suchej masy ziarniaka pochodzi z fotosyntezy tego organu [39].

Określenie „duży kłos" oznacza możliwie wysoką liczbę płodnych kwiatków na jednostkę suchej masy wierzchołka rośliny lub taką liczbę kłosków (na jednostkę ogólnej suchej masy), która zapewnia pełne wykorzystanie produktów fotosyntezy.

W kłosie na plon ogólny wpływa zarówno liczba i potencjalne wymiary ziaren (co jest związane ze zdolnością do gromadzenia asymilatów) jak i rozmiary i efektywność systemu fotosyntetycznego po kwitnieniu. Zwiększenie liczby kłosków na jednostkę powierzchni i liczby ziaren w kłoskach może wpływać na powiększenie plonu. Jednak kłos nie może być zbyt duży. Istnieje bowiem korelacja ujemna pomiędzy wymiarami kłosa i liczbą kłosków. Zwiększenie wymiarów kłosa prowadzi do zmniejszenia liczby kłosków.

Kłosy powinny być sztywne, gdyż ich pionowe ustawienie zapewnia oświetlenie ze wszystkich stron w warunkach polowych, co korzystnie wpływa na plon.

Nie wiadomo dotychczas w jaki sposób wielkość i sztywność kłosa mogą wpływać na liczebność mszyc.

Zbite (zwarte) kłosy mogą ograniczać zasiedlenie ich przez mszyce ze względu na brak dogodnego ukrycia i utrudnienie mszycom dostępu do wiązek przewodzących. Cechy kłosa najsilniej wpływają na *S. avenae*, gdyż mszyce tego gatunku żerują najchętniej na tej części rośliny [32].

Obecność ości (zwłaszcza prostych) u zbóż zwiększa powierzchnię asymilacyjną. Grundbacher [8] doszedł do wniosku, że ości jako organy asymilacyjne mogą zwiększyć zawartość ogólnej suchej masy. W warunkach suszy ich udział w produkcji suchej masy może być większy

dzięki kseromorficznej budowie ości. Udział ości w gromadzeniu asymilatów jest wysoki i wynosi około 10%.

Obecność ości może wpływać dodatnio na liczebność mszyc, głównie *S. avenae*, zwłaszcza w latach masowego pojawu, gdyż zwiększa powierzchnię dostępną dla szkodnika, a tym samym sprzyja jego rozwojowi. W czasie badań porównawczych prowadzonych na odmianach pszenicy jarej, ozimej i jęczmienia stwierdzono, że kłosy bezostne są mniej chętnie zasiedlane [26]. Ości są bowiem częścią kłosa, w której jest dobry dostęp do wiązek przewodzących (floem położony blisko powierzchni), co ułatwia mszycom żerowanie [28].

Kilka małych, sztywnych, stojących liści. Najkorzystniejsza jest obecność kilku małych liści. Kasanaga i Monsi [12] oraz Wilson [37] wykazali, że populacje roślinne składające się z roślin o liściach rozproszonych na roślinie (mała powierzchnia liści na każdym poziomie i duża liczba warstw liści) mają przewagę nad innymi populacjami przy uprawie w warunkach intensywnego oświetlenia. Im równomierniej rozmieszczone są liście na każdym piętrze i między piętrami tym intensywniejszy wzrost roślin. Wzrost roślin zależy od natężenia światła i osiąga maksimum, gdy wzrostowi współczynnika powierzchni liści towarzyszy zwiększenie oświetlenia najniżej położonych liści do punktu nasycenia. Na intensywność wzrostu wpływa ilość światła jaka przypada na jednostkę powierzchni liści. Wielkość ta zależy od orientacji przestrzennej i kształtu liści oraz ich anatomicznych i fizjologicznych właściwości warunkujących aktywność fotosyntetyczną. Niewielka liczba małych liści powoduje więc maksymalne wykorzystanie dostępnej energii świetlnej, gdyż zapobiega wzajemnemu zacienianiu.

Przy minimalnej odległości pomiędzy roślinami prawie pionowe ustawienie liści pozwala na obustronne ich oświetlenie. Gardener [6] porównywał wysoko- i niskoplenne odmiany jęczmienia. Odmiany wysokoplenne odznaczały się wąskimi, sterczącymi w górę liśćmi. Tanner i in. [29] stwierdzili, że spośród 50 odmian wysokoplennych tylko dwie nie miały charakterystycznych sterczących liści.

Rośliny o liściach ustawionych pionowo można rozmieszczać gęsto bez tak znacznego ujemnego wpływu na plon jak przy zwiększeniu zagęszczenia roślin o liściach wiotkich. Uprawiając odmiany o sztywnych liściach możemy więc uzyskać więcej kłosów z jednostki powierzchni.

Wąskie i krótkie liście pszenicy są przeważnie sterczące, dłuższe zaś przeważnie zwisające [31].

Obecność kilku małych liści może ograniczać zasiedlenie roślin

przez mszyce w latach masowego pojawu, gdyż zmniejsza to powierzchnię dostępną dla owadów, a tym samym zwiększa ich zagęszczenie. Mszyce niekorzystnie reagują na duże zagęszczenie osobników własnego gatunku [21] i wytwarzają formy uskrzydlone. Zjawisko to zwiększa znacznie szybkość kolonizacji nowych roślin i upraw. Jednocześnie obecność kilku małych liści stwarza ryzyko szybkiego zniszczenia roślin poprzez całkowite ich wyeksploatowanie.

Sztywno stojące liście mogą wpływać ograniczająco na liczebność mszyc zwłaszcza w łanie, gdzie takie ustawienie liści umożliwia ich oświetlenie z obu stron. Zwiększa to natężenie fotosyntezy [39], ale niekorzystnie wpływa na te osobniki *S. avenae*, które aktualnie żerują na liściach, gdyż gatunek ten preferuje miejsca ocienione [4]. Duża ilość światła przeszkadza w rozwoju również *R. padi*, gdyż mszyce tego gatunku rozwijają się najlepiej w warunkach zwiększonej wilgotności. Zwiększony dopływ światła do liści i wyższa temperatura powietrza wpływają na zmniejszenie wilgotności.

Krótkie, sztywne, grube, pojedyncze źdźbło. Krótkie, grube, sztywne źdźbło zmniejsza prawdopodobieństwo wylegania, co jest szczególnie istotne u roślin wysokoplennych, które posiadają stosunkowo ciężki kłos.

Krótkie i grube źdźbło może wpływać na ograniczenie liczebności mszyc [13]. Zwiększona ilość tkanek wzmacniających w grubym i sztywnym źdźble może zmniejszać akceptację roślin przez *R. padi* poprzez utrudnianie dostępu do floemu, gdyż gatunek ten najchętniej żeruje na łodydze.

Krótkie źdźbło wpływa na rozmieszczenie liści. Zbyt krótkie źdźbło jest niekorzystne, gdyż zwiększa się wzajemne zacienianie liści. Powinno ono być dostatecznie długie, aby umożliwić swobodne rozmieszczenie liści i dostatecznie krótkie, aby zapobiec wyleganiu [12].

Odmiany o długiej słomie wydają z reguły większy plon biologiczny. Wraz ze zwiększeniem długości słomy indeks zbioru maleje. Długość źdźbła wpływa na produktywność pszenicy poprzez zwiększenie powierzchni asymilacyjnej. W czasie fotosyntezy źdźbła powstaje znaczna ilość cukrowców przenoszonych następnie do ziarniaka.

Brak jest dostępnych informacji jak długość źdźbła wpływa na wielkość porażenia roślin przez mszyce.

Jednoźdźbłowe rośliny plonują lepiej od krzewiących się. Produktywność kłosa na źdźble głównym jest zawsze najwyższa. U roślin jednoźdźbłowych brak jest współzawodnictwa o produkty fotosyntezy pomiędzy kłosami i niedogonami. Niedogony powodują straty wody, co odbija się niekorzystnie na zdolności plonowania. Nie ma jednak

dowodów, że populacja składająca się tylko ze źdźbeł głównych może plonować lepiej od populacji roślin rozkrzewionych. Rośliny jednoźdźbłowe rozwijają wcześniej źdźbło co wydłuża okres wegetacji kłosów i może wpływać dodatnio na liczbę kłosków. W hodowli zbóż można zaobserwować tendencję do hodowli pszenic odznaczających się słabym krzewieniem [15].

Pojedyncze źdźbło jest cechą raczej niekorzystną dla mszyc, gdyż zmniejsza powierzchnię rośliny dostępną dla żerowania szkodnika. Mszyce żerują równie chętnie na pędach głównych jak i bocznych [26]. Jednak rozkrzewiona roślina w warunkach dużego porażenia może kompensować straty powodowane przez mszyce. W warunkach małego porażenia rozkrzewiona roślina nie wydaje się być bardziej odpowiednia niż roślina jednoźdźbłowa.

Duży procentowy udział korzeni zarodkowych w systemie korzeniowym. System korzeniowy powinien być silnie rozwinięty, gdyż korzenie obejmujące dużą objętość gleby i tworzące większą powierzchnię, czynią roślinę bardziej odporną na niekorzystne warunki klimatyczne. Dobrze rozwinięty system korzeniowy warunkuje odporność roślin na suszę i wyleganie co w warunkach rolnictwa intensywnego ma mniejsze znaczenie, gdyż nawozy i woda znajdują się wtedy przy powierzchni gleby. W populacji roślin jednoźdźbłowych ważniejszy jest system korzeniowy wykształcony z korzeni zarodkowych niż wykształcony z korzeni przybyszowych [20].

Nie zbadano dotychczas wpływu typu systemu korzeniowego na liczebność szkodników.

Inne cechy. Cechą pożądaną u roślin wysokoplennych jest możliwie wczesne kwitnienie, gdyż jego termin wpływa na liczbę kwiatów i długość okresu wypełniania ziarna oraz zdolność liści do fotosyntezy po kwitnieniu [36].

Nie wiadomo jak cecha ta wpływa na zasiedlenie roślin przez mszyce.

Oprócz cech wymienionych przez Palę [20] na produktywność roślin wpływa kilka innych cech morfologicznych roślin.

Na plon ziarna wpływa również długość dokłosia. Długie dokłosie stwarza większą powierzchnię asymilacyjną, lecz jednocześnie wydłuża drogę asymilatów z liści do kłosa. Wzrost dokłosia po wykłoszeniu powoduje przejmowanie części asymilatów, które powinny być skierowane do kłosa. Dokłosie nie powinno być zatem zbyt długie bowiem niekorzystnie wpływa na indeks zbioru.

Ważną cechą jest stosunek masy ziarniaków do masy kłosa. Masa ziarniaków powinna być wysoka natomiast udział pozostałych części kłosa niski (osadka kłosowa i plewy).

Duży wpływ na plon ma zdolność plew i plewek do asymilacji i zaopatrywania ziarniaków w asymilaty. Udział asymilatów przechodzących z plewek do ziarniaków powinien być wysoki, a ubytek asymilatów w procesie oddychania stosunkowo niski.

Carr i Wardlaw [3] zwrócili uwagę na znaczenie liścia flagowego w zaopatrzeniu kłosa w asymilaty. Liść flagowy powinien być stojący i nieco szerszy niż liście położone niżej. Duży liść flagowy położony blisko kłosa korzystnie wpływa na plon ziarna. W zasadzie odmiany ujemnie reagujące na zagęszczenie mają większy liść flagowy natomiast tolerancyjne na zagęszczenie — nieco mniejszy.

Voldeug i Simpson [34] wykazali korelację dodatnią pomiędzy powierzchnią liścia flagowego i plonem. Thorne [30] określił udział liścia flagowego w produkcji nasion na 80%.

Nie wiadomo jak wyżej wymienione cechy wpływają na porażenie roślin przez mszyce.

U pszenicy i jęczmienia również pochwy liściowe mają duży udział w wytwarzaniu produktów fotosyntezy zwłaszcza w okresie dojrzewania ziarniaków.

Pochwy liściowe przylegające silnie do łodygi mogą ograniczać zasiedlenie roślin przez mszyce *R. padi*, bowiem osobniki tego gatunku żerują chętnie w odstających pochwach liściowych [33]. Dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, że wiązki przewodzące pochwy liściowej nie są wzmacniane przez pasma sklerenchymatyczne co ułatwia mszycom wkłuwanie się w wiązki sitowe.

Cechy anatomiczne i morfologiczne liści również mogą wpływać ograniczająco na liczebność mszyc [25, 27]. Istnieje statystycznie wysoka i istotna korelacja ujemna ($r = -0{,}887$) pomiędzy zagęszczeniem włosków na dolnej powierzchni liści pszenicy jarej a liczbą żerujących *R. padi*. Stwierdzono też, że liczebność mszyc na liściach jest skorelowana ujemnie ($r = -0{,}932$) z zagęszczeniem aparatów szparkowych na dolnej powierzchni liści. Podobne korelacje stwierdzono pomiędzy liczebnością mszyc na liściach pszenicy a zagęszczeniem włosków na dolnej powierzchni liści ($r = -0{,}817$) i górnej powierzchni liści ($r = -0{,}765$) [21]. Prawdopodobnie włoski i aparaty szparkowe działają poprzez zmniejszenie akceptacji związanej z żerowaniem i wydawaniem potomstwa.

Obszernego przeglądu wpływu cech morfologicznych na odporność roślin dokonali Norris i Kogan [19].

Duża liczba roślin rosnących na stosunkowo małej powierzchni (duże zagęszczenie) może wpływać na zwiększenie liczebności mszyc. Przyrost liczebności mszyc jest szybszy przy rozstawie roślin 5×5 cm niż przy rozstawie 20×20 cm [24]. Podobne zjawisko obserwuje się na po-

lach chłopskich sianych ręcznie (nierównomiernie). Dlatego wydaje się, że niewielkie rozgęszczenie upraw (lub zmiana ustawienia liści) może wpłynąć na zmniejszenie porażenia przez mszyce.

Wczesny siew pszenicy może wpłynąć na zwiększenie odporności upraw na mszyce, gdyż wcześnie wysiana roślina w momencie nalotu mszyc jest w nieodpowiedniej dla nich fazie rozwoju [24]. Dotyczy to zarówno pszenicy jarej jak i ozimej.

Odpowiednio dobrany poziom nawożenia NPK ma wpływ na powstawanie odporności wzbudzonej (przejściowej) zwłaszcza przy sprzyjających warunkach meteorologicznych. Najmniejsze porażenie pszenicy przez mszyce obserwowano przy prawidłowo stosowanym, optymalnym, NPK [24]. Vickerman i Wratten [33] dokonali zestawienia literatury na temat wpływu nawożenia na mszyce zbożowe.

Podsumowanie

Z przedstawionych rozważań wynika że roślina pszenicy odporna na mszyce powinna posiadać następujące cechy [21] (tab.):

Kłos: bezostny, zwarty

Liście: kilka małych, sztywnych, stojących liści, pochwy liściowe silnie przylegające do łodygi, duże zagęszczenie aparatów szparkowych na dolnej powierzchni liści, duże zagęszczenie włosków na liściach, duże zagęszczenie aparatów szparkowych w okolicach pochw liściowych

Źdźbło: pojedyncze, sztywne, grube

Inne: średnia gęstość rozstawienia roślin, wczesny termin siewu, prawidłowe NPK.

Najważniejszymi cechami rośliny zbożowej odpornej na mszyce są: zwarty kłos, sztywne, grube źdźbło, pochwy liściowe silnie przylegające do łodygi, duże zagęszczenie włosków na powierzchni liści, prawidłowe nawożenie (tab.).

Przedstawiony model rośliny wysokoplennej i jednocześnie odpornej na mszyce musi być stopniowo uzupełniany przez wyniki dalszych badań. Jednak nawet w takiej formie może być przydatny dla hodowców zbóż i entomologów, gdyż z jednej strony sugeruje hodowcom jakie cechy (często obojętne z punktu widzenia plenności) należy wprowadzać do odmian z drugiej wskazuje entomologom, że w dalszych badaniach powiązań mszyc zbożowych z roślinami należy zwrócić uwagę przede wszystkim na cechy anatomiczne i morfologiczne roślin. W niniejszej pracy pominięto zagadnienie wpływu składu chemicznego roślin na liczebność mszyc. Wiadomo, że skład chemiczny roślin odgrywa istotną rolę w regulacji liczebności populacji wielu gatunków szkodni-

Tabela

Porównanie cech ideotypu wysokoplennej rośliny pszenicy z cechami rośliny odpornej na mszyce

Cecha rośliny	Roślina wysokoplenna	Roślina odporna
Kłos:		
— duży	+	?
— sztywny	+	?
— ościsty	+	—
— zwarty	?	X
Źdźbło:		
— pojedyncze	+	+—
— krótkie	+	?
— sztywne	+	X
— grube	+	X
Dokłosie:		
— niezbyt długie	+	?
Liście:		
— małe	+	+—
— niewielka liczba	+	+—
— sztywno stojące	+	+—
— pochwy liściowe silnie przylegające do łodygi	?	X
— duże zagęszczenie włosków na dolnej i górnej powierzchni liści	?	X
— duże zagęszczenie aparatów szparkowych na dolnej powierzchni liści i w okolicy pochw liściowych	?	+
Liść flagowy:		
— stojący	+	+—
— nieco szerszy niż inne liście	+	?
— położony blisko kłosa	+	?
Korzenie:		
— duży procent korzeni zarodkowych	+	?
Inne:		
— prawidłowe NPK	+	X
— niezbyt duże zagęszczenie roślin w łanie	+	+—
— wczesny termin siewu	+	+—

Objaśnienia:
— cecha niepożądana
+— cecha pożądana choć niekonieczna
+ cecha pożądana
X cecha szczególnie pożądana u roślin odpornych
? brak informacji

ków. Oddziaływanie na porażenie roślin przez mszyce za pomocą zmian składu chemicznego w procesie hodowlanym nie jest jednak najlepszym sposobem ze względu na to, że:

— skład chemiczny rośliny i szkodnika jest prawie identyczny [11], podobnie jak zapotrzebowanie mszyc i kłosa na asymilaty, a zatem zmiany składu chemicznego stwarzałyby ryzyko pogorszenia ilościowego bądź jakościowego plonu
— cecha składu chemicznego działa w późniejszych etapach zasiedlania roślin przez mszyce niż cechy morfologiczne roślin, które to cechy w mniejszym stopniu wpływają na plon
— skład chemiczny roślin podlega bardzo silnym zmianom pod wpływem środowiska zewnętrznego i samych mszyc
— badanie składu chemicznego jest kosztowne i pracochłonne, a uzyskane wyniki nie zawsze jednoznaczne, gdyż nigdy nie można badać np. pojedynczgo aminokwasu lecz zawsze wszystkie we wzajemnych powiązaniach
— mszyce dzięki obecności symbiontów mogą przystosowywać się do zmian w składzie pokarmu
— słabo poznana jest rola specyficznych związków chemicznych, które również mogą wpływać na stopień porażenia roślin przez mszyce

Wydaje się więc właściwsze zwrócenie uwagi przede wszystkim na cechy anatomiczno-morfologiczne roślin. Cechy te są łatwiejsze do testowania i mogą zostać stosunkowo szybko wprowadzone do roślin w procesie hodowlanym.

LITERATURA

1. Boczek J.: Post. Nauk Roln., 2: 47—58, 1977.
2. Boonstra A.E.H.R.: Z. Züchtl (Berl.), AZ 1: 115—123, 1937.
3. Carr D.J., Wardlaw I.F.: Austr. J. Biol. Sci., 18: 711—720, 1965.
4. Dean G.J.: Ann. Appl. Biol., 77: 74—78, 1974.
5. Freier B., Wetzel T.: Beitr. Entomol., 26: 187—196, 1976.
6. Gardener C.J.: Ph. D. Thesis, University Guelph, Ontario, 1976.
7. George K.S.: Ann. Appl. Biol., 77: 67—74, 1974.
8. Gründbacher F.J.: Botan. Rev., 29: 366—381, 1963.
9. Harper A.M.: J. Econ. Ent., 66: 1326—1327, 1973.
10. Jensen S.G.: Phytopathology, 58: 204—208, 1968.
11. Kaldy M.S., Harper A.M.: Can. Ent., 111: 787—790, 1979.
12. Kasanaga H., Monsi M.: Japan J. Bot., 14: 304—324, 1954.
13. Leszczyński B.: Praca doktorska, WSR — P w Siedlcach, 1981.
14. Luginbill P.: Agr. Res. Serv., Prod. Res. Rep., 111: 1—14, 1969.
15. Mac Key J.: Proc. 5th Yugoslav. Symp. on Research in Wheat, Worisud, 1966.
16. Miles P.W.: J. Ins. Physiol., 11: 1261—1268, 1965.

17. Miles P.W.: Ann. Rev. Phytopathol., 6: 137—164, 1968.
18. Mittler T.E.: Ent. Exp. Appl., 10: 39—51, 1967.
19. Norris D.M., Kogan M.W.: W: Breeding plants resistant to insects (Maxwell F.G., Jennings P.R. eds.), John Wiley, London, 1980.
20. Pala J.: Niektóre problemy współczesnej genetyki i hodowli roślin, Warszawa, PWRiL, 1974.
21. Piechota J.: Praca doktorska, SGGW-AR, 1981.
22. Piechota M., Piechota J.: Ochr. Rośl., 5: 7—8, 1980.
23. Piechota M., Piechota J.: Ochr. Rośl., 8: 9—10, 1980.
24. Piechota M., Piechota J.: Referat na Symposium Sekcji Entomologii Rolnej PTE, Warszawa, 26V, 1980.
25. Piechota M., Piechota J.: Referat na XXXVII Zjeździe PTE, Kraków, 22—24 IX, 1980.
26. Piechota M., Piechota J.: Dane niepublikowane.
27. Starks K.J., Merckle J.S.: J. Econ. Ent., 70: 305—306, 1977.
28. Strebeyko P.: Biologia pszenicy, Warszawa, PWN, 1976.
29. Tanner J.W., i in.: Can. J. Pl. Sci., 46: 69—72, 1966.
30. Thorne G.N.: Ann. Bot. N.S., 29: 317—321, 1965.
31. Tsunoda S.: Japan J. Breed., 9: 161—168, 1959.
32. Vereijken P.H.: Agr. Res. Rep., 888: 1—58, 1979.
33. Vickerman G.P., Wratten S.D.: Bull. Ent. Res., 69: 1—32, 1979.
34. Voldeug H.D., Simpson G.M.: Can. J. Pl. Sci., 47: 359—368, 1967.
35. Watson D.J.: The growth of leaves (Mithorpe F.L. ed.), London, Acad. Press, 1956.
36. Welbank P.J., French S.A.W., Witts K.J.: Ann. Bot. (N.S.), 30: 291—299, 1966.
37. Wilson J.W.: Proc. 8th Int. Grassland Congr., Reading, 275—279, 1960.
38. Wratten S.D., Redhead P.L.: Ann. Appl. Biol., 84: 437—440, 1976.
39. Zelith I.: Fotosynteza, fotooddychanie, a produktywność roślin, Warszawa, PWRiL, 1972.