

ISBN 83-89576-40-6

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND PLANT CULTIVATION



Ryszard Weber

ZMIENNOŚĆ PLONOWANIA ODMIAN
PSZENICY OZIMEJ W ZALEŻNOŚCI
OD PRZEDPLONU
I SPOSOBU UPRAWY ROLI

MONOGRAFIE
I ROZPRAWY
NAUKOWE

12

PULAWY

2004

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND PLANT CULTIVATION

Dyrektor: prof. dr hab. *Seweryn Kukula*

Redaktor serii: doc. dr hab. *Adam Harasim*

Recenzent: prof. dr hab. *Zygmunt Kaczmarek*

Opracowanie redakcyjne: dr *Irena Marcinkowska*

Nakład 200 egz., B-5, zam. 88/F/04
Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG w Puławach
tel. (081) 8863421 w. 301 i 307; fax (081) 8864547
e-mail: iung@iung.pulawy.pl; <http://www.iung.pulawy.pl>

Ryszard Weber

ZMIENNOŚĆ PLONOWANIA ODMIAN PSZENICY OZIMEJ
W ZALEŻNOŚCI OD PRZEDPLONU
I SPOSOBU UPRAWY ROLI

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	7
2. PRZEGLĄD LITERATURY	8
2.1. Plonowanie roślin w zależności od uproszczeń w uprawie roli	8
2.2. Siew bezpośredni w warunkach dużej ilości resztek poźniwnych	9
2.3. Uprawa uproszczona i konwencjonalna w aspekcie ochrony środowiska	10
2.4. Sposoby uprawy roli a występowanie chorób grzybowych	11
2.5. Reakcja odmian pszenicy ozimej na uproszczenia w uprawie roli	13
2.6. Interakcja genotypowo-środowiskowa	14
3. CEL PRACY	15
4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ	16
4.1. Materiał badań	16
4.2. Metodyka i warunki badań	16
4.2.1. Metody oceny chorób kłosa, liści i podstawy źdźbła	19
4.2.2. Metody statystyczne	20
4.2.3. Warunki glebowe i meteorologiczne	20
5. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA	23
5.1. Gęstość, zwięzłość i wilgotność gleby	23
5.2. Właściwości biologiczne gleby	28
5.3. Zachwaszczenie zasiewów pszenicy ozimej	29
5.4. Choroby podstawy źdźbła	33
5.5. Choroby liści i kłosów	41
5.6. Zmienność elementów struktury plonu pszenicy ozimej	55
5.7. Stabilność plonowania odmian pszenicy ozimej	60
5.8. Analiza struktury interakcji genotypowo-środowiskowej	68
5.9. Podsumowanie	72
6. WNIOSKI	75
7. LITERATURA	77
8. STRESZCZENIE	86

1. WSTĘP

Najczęściej stosowany w Polsce płużny system uprawy roli oparty jest na pracy pługa odkładnicowego, który został wprowadzony do praktyki pod koniec XIX wieku. Przygotowanie pola do zasiewu rośliny następczej wymaga jednak wykonania szeregu dodatkowych czynności uprawowych określanych mianem uprawek. Konwencjonalny – płużny – system uprawy roli może w wielu przypadkach przyczyniać się do niekorzystnych zmian środowiska glebowego. Gleba jest tworem przyrody, która razem z powietrzem, wodą i energią słoneczną jest podstawą wszelkiego życia na ziemi. Z tego względu ochrona gleby poprzez utrzymywanie równowagi pomiędzy biologicznymi, fizycznymi i chemicznymi procesami zachodzącymi w środowisku glebowym jest konieczna dla jej właściwego użytkowania. Poszczególne zespoły uprawek wydłużają okres, w którym gleba bez okrywy roślinnej podlega bezpośredniemu działaniu opadów atmosferycznych i erozji. W wyniku spływów powierzchniowych substancje aktywne ze środków ochrony roślin i składniki z nawozów przenikają do wód powierzchniowych, powodując w niektórych przypadkach znaczne zanieczyszczenie środowiska (156). Natomiast uprawa zachowawcza chroni strukturę gleby oraz zmniejsza jej biodegradację.

Duże koszty tradycyjnej uprawy roli związane z pracochłonnością oraz istotnie wyższym zużyciem paliwa, w porównaniu z uproszczonymi metodami spowodowały, że w coraz większym stopniu uwzględnia się wszelkie alternatywne sposoby uprawy bezpłużnej (39, 55, 97, 170). Analiza energochłonności produkcji roślinnej wykazała, że uprawa roli stanowi 20-50% całkowitych nakładów energetycznych (72, 100). Przewiduje się, że uprawa płużna za około 20 lat będzie prowadzona na 60% użytków rolnych, a uprawy konserwujące będą stosowane na około 35% powierzchni. W przyszłości siew bezpośredni będzie stosowany na około 5% gruntów użytkowanych rolniczo. Ten sposób uprawy roli wymaga jednak okresu przejściowego (3-4 lata) i dużej wiedzy fachowej, dlatego też powszechne stosowanie tej metody zarówno obecnie, jak i w przyszłości może być utrudnione (113, 176). Wyższa opłacalność produkcji zbóż w stosunku do pozostałych roślin uprawnych spowodowała, że udział pszenicy, żyta, jęczmienia i kukurydzy w strukturze zasiewów stale wzrasta. Obecnie zbożami obsiewa się średnio w kraju ponad 70% gruntów ornych. W tej sytuacji wybór odpowiedniego stanowiska w zmianowaniu, szczególnie dla pszenicy, nastręcza coraz to większe trudności. Uprawa pszenicy ozimej po złym przedplonie może być przyczyną znacznej obniżki plonów, zależnej także od warunków siedliskowych i poziomu agrotechniki. Przyczyną tego stanu może być pogorszenie warunków fitosanitarnych, nasilenie zachwaszczenia oraz zachwianie układu biotycznego gleby.

Stosowanie wariantów bezpłużnych uprawy roli w warunkach płodozmianów zbożowych stwarza dodatkowe problemy związane z dużą ilością pozostających na powierzchni pola resztek poźniwnych. Po zbiorze przedplonów grzyby patogennicne zasiedlające resztki poźniwne stają się potencjalnym zagrożeniem dla pszenicy jako rośliny następczej. Pszenica ozima jest zbożem najczęściej uprawianym na Dolnym Śląsku. Gatunek ten odznacza się jednak znacznym zróżnicowaniem

odmianowym co do wymogów rejonizacji i wykazuje najbardziej zmienną reakcję na czynniki związane z technologią produkcji. Zadaniem rejonizacji jest nie tylko dobór odpowiednich odmian, lecz również dostosowanie zabiegów agrotechnicznych do warunków siedliskowych i ekonomiczno-organizacyjnych gospodarstw. W związku z tym kompleksowa analiza i ocena plonowania pszenicy ozimej z uwzględnieniem warunków środowiskowych oraz doboru odmian odznaczających się lepszym przystosowaniem do niekorzystnych przedplonów i uproszczeń w uprawie roli może przyczynić się do wyboru optymalnego wariantu jej produkcji.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

2.1. PLONOWANIE ROŚLIN W ZALEŻNOŚCI OD UPROSZCZEŃ W UPRAWIE ROLI

Wyniki badań krajowych i zagranicznych wskazują na zróżnicowanie plonowania roślin w warunkach uprawy zerowej lub uproszczonej, w porównaniu z metodami tradycyjnymi. Uproszczone technologie produkcji mogą powodować istotny wzrost zachwaszczenia pól oraz obniżkę plonu (54, 78), chociaż wskazuje się też na porównywalne plonowanie zbóż przy ich stosowaniu nawet na glebach lekkich (4, 6, 7, 61, 62). Niektórzy autorzy (101, 188, 189) donoszą o znacznym zmniejszeniu plonów przy stosowaniu siewu bezpośredniego, zaś inni dobre plonowanie roślin uzależniają głównie od warunków hydrotermicznych w okresie wegetacji (58, 75). Stwierdzono również, że plony w warunkach uprawy zerowej nie różnią się istotnie od uzyskanych przy stosowaniu tradycyjnego sposobu uprawy roli (37, 147). Badania Roszaka i Radckiego (147, 148) wykazały, że na glebach będących w dobrej kulturze, przy starannym doborze herbicydów i przy zwiększonym nawożeniu mineralnym można stosować przez kilka lat na tym samym polu siew bezpośredni roślin. Uprawa bezpłuzna stosowana w sprzyjających warunkach pozwala uzyskiwać plony roślin nie niższe niż przy klasycznych zabiegach uprawowych i zarazem przyczynia się do znacznego zmniejszenia nakładów pracy uprawy roli (5, 6, 50, 78, 92, 161, 182). Wieloletnie badania z obszaru Niemiec, przeprowadzone na różnych typach gleb, potwierdziły brak istotnych różnic w plonach roślin uzyskanych w warunkach siewu bezpośredniego i przy innych bezpłuznych sposobach uprawy w porównaniu z konwencjonalną uprawą roli (4, 78, 146, 182). Rasmussen (143) analizując wyniki badań przeprowadzonych w Danii, Finlandii, Norwegii i Szwecji wykazał, że największe plony przy uprawie bezpłuznej uzyskiwano na glebach ciężkich, gliniastych, trudnych w uprawie konwencjonalnej.

Niedobór wody na glebach lekkich w okresie wegetacji jest jednym z głównych powodów mniejszych plonów roślin uprawnych (116). Szczególnie niedostateczne opady w fazach strzelania w źdźbło i kłoszenia pszenicy powodują znaczne obniżenie jej plonowania (73, 77). Beloni i Belotta (17) wykazali, że najlepsze wykorzystanie wody przez rośliny jest możliwe w warunkach siewu bezpośredniego.

go. Na podstawie wieloletnich badań stwierdzono, że uproszczone warianty uprawy roli powodują zwiększenie objętości makro- i mikroporów glebowych, co istotnie ogranicza spływy powierzchniowe wody (160). Większa zdolność magazynowania wody w bezpłucznych sposobach uprawy roli w okresie wiosny i jesieni może wpłynąć na wysokość plonów w latach o obniżonej ilości opadów (143).

2.2. SIEW BEZPOŚREDNI W WARUNKACH DUŻEJ ILOŚCI RESZTEK POŻNIWNYCH

Przewaga zbóż w strukturze zasiewów wskazuje, że szczególną uwagę należy poświęcić technice siewu bezpośredniego w warunkach dużych ilości resztek poźniwnych. Badania wykazały, że system bezorkowy z pozostawionymi resztkami poźniwnymi może powodować obniżkę plonów (23). W warunkach niedoborów opadów zastosowanie mulczu ze słomy może przyczynić się jednak do podwyższenia plonowania roślin z powodu wyższej wilgotności gleby w warstwie siewnej (13, 142). Wprowadzenie resztek poźniwnych w wierzchnią warstwę gleby (uprawa uproszczona) przyczynia się do zwiększenia zawartości składników organicznych i poprawy struktury gleby oraz zmniejsza niebezpieczeństwo erozji i powoduje czasowe związanie azotu przez mikroorganizmy. W pracach dotyczących różnych sposobów bezpłucznej uprawy roli w wielu przypadkach autorzy nie podają typu stosowanego siewnika do siewu bezpośredniego. Znaczne zróżnicowanie tych siewników pod względem rodzaju aparatów wysiewających oraz sekcji doprawiających rolę bezpośrednio przed siewem, może powodować nieporównywalność wyników. Siewniki do siewu bezpośredniego nasion zaopatrzone w redlice zębate powodują gromadzenie resztek poźniwnych na powierzchni pola, co sprawia zapychanie się przyrządów wysiewających (64). Szczególne utrudnienia powstają przy mokrej, słabo rozdrobnionej słomie. Zastosowanie redlicy talerzowej powoduje istotnie lepsze przykrycie słomy niż użycie redlicy zębatej (113). Pozostałości poźniwne często jednak nie zostają rozdrobnione poprzez krój lub redlicę talerzową, lecz są wciskane w glebę. Duże ilości resztek poźniwnych utrudniają utrzymanie prawidłowej głębokości siewu, która również w dużym stopniu zależy od prędkości roboczej siewnika i rodzaju redlic. Wysiew nasion w słomę pociętą na sieczkę sprawia mniejsze trudności, lecz przy dużej jej ilości należy zastosować większą siłę naciśku na redlicę wysiewającą (105). Badania wykazały, że redlice talerzowe zmniejszają głębokość siewu przy obfitej warstwie sieczki pozostawionej na polu (105, 114), natomiast rozdrobnienie słomy i równomierne jej rozmieszczenie wpływa korzystnie na wyrównanie wschodów (44, 154). Znaczne wahania głębokości siewu mogą być spowodowane kołami podporowymi, które w wyniku dużej ilości resztek poźniwnych unoszą zespół roboczy siewnika (88). W przypadku stosowania siewników z redlicami talerzowymi, B o h r n s e n (24) zaleca niskie cięcie kombajnem, rozdrobnienie słomy i płytkie wymieszanie jej z glebą.

Pokrycie powierzchni pola warstwą drobno rozdrobnionej słomy umożliwia w 80% zmniejszenie strat wody z górnej warstwy gleby, a zastosowany mulcz może zwiększyć zapas wody w warstwie uprawnej do poziomu $30-90 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$ (136).

Spalanie słomy jako środek poprawiający warunki siewu należy zdecydowanie odrzucić. Czynność ta praktykowana w Wielkiej Brytanii sprzyjała jedynie przejściowo uzyskiwaniu większych plonów (36, 37). Po kilku latach na polach nastąpiło znaczne zmniejszenie zawartości substancji organicznej oraz zwiększenie zagęszczenia warstwy ornej, co w konsekwencji wpłynęło na pogorszenie plonowania roślin (18).

2.3. UPRAWA UPROSZCZONA I KONWENCJONALNA W ASPEKCIE OCHRONY ŚRODOWISKA

Pod pojęciem uprawy konserwującej (bezpługnej), zwiększającej ochronę gleby, należy rozumieć takie postępowanie, przy którym pole uprawne pokryte jest przez długi okres resztkami poźniwnymi lub obumarłymi częściami roślin. Pokrycie gleby powinno być utrzymywane w okresie poźniwnym, jesieni i zimy, a także wskazane jest w okresie wczesnych faz rozwoju roślin (68). Uprawa zachowawcza obejmuje każdą metodę, która zmniejsza intensywność oddziaływania różnych narzędzi na glebę, ograniczając się w skrajnych przypadkach (siew bezpośredni) do spulchnienia bruzdki siewnej. Ujemne skutki siewu bezpośredniego prowadzące do obniżki plonów na niektórych glebach w Polsce rekompensuje stosowanie mulczu z gorczycy lub rzepaku ozimego (56). Uprawa uproszczona stosowana przez dłuższy okres zmniejsza w znacznym stopniu erozję, stabilizuje agregaty glebowe i podwyższa zawartość azotu ogólnego, przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz substancji organicznej w glebie, co zwiększa jej żyzność (4, 58, 72, 100, 146, 163, 169). Korzyści wynikające ze stosowania systemu bezpługnego polegają na stabilizacji struktury gleby na skutek tworzenia się kompleksów ilasto-próchnicznych oraz biogennych porów, w większości o pionowym przebiegu (10, 106, 185). Ten sposób postępowania powoduje również znaczne zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery oraz wpływa na zmiany zwężłości i gęstości wierzchnich warstw gleby (71, 101, 163). Intensywna uprawa roli związana z częstym stosowaniem ciężkiego sprzętu rolniczego powoduje zwiększenie gęstości i zwężłości gleby w warstwie ornej i podornej. Podczas przejazdów agregatów rolniczych po polu powstają naprężenia w miejscu styku kół z podłożem, które są przekazywane w głąb warstwy ornej. Następuje wzrost zagęszczenia gleby, niszczenie struktury gruzelkowej oraz zmiana w rozkładzie wielkości porów glebowych (29). Tradycyjne metody uprawy roli zmniejszają w znacznym stopniu zawartość substancji organicznej oraz ograniczają aktywność biologiczną górnych warstw gleby. Wieloletnie badania Centrum Rolniczego Użytkowania Obszarów Wiejskich w Münchenburgu wykazały, że zachowawcza uprawa roli na glebach lekkich nie powodowała obniżenia plonów, a wpływała na zwiększenie zawartości C organicznego, fosforu i potasu w warstwie gleby 0-10 cm (68). Wyższa była również, w porównaniu ze stwierdzoną w uprawie pługnej, aktywność biologiczna gleby. Parametry fizyczne gleby (zwężłość i gęstość) nie różniły się istotnie od ich wartości w wariantcie uprawy konwencjonalnej (68). Wyniki te potwierdzają badania Instytutu Uprawy

Roślin Uniwersytetu Humboldta w Berlinie (61). Wyeleminowanie uprawy płużnej w warunkach Polski powodowało zwiększenie zawartości C organicznego, N ogólnego oraz przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w wierzchnich warstwach gleby (20, 58). Natomiast dwudziestoletnia intensywna uprawa roli prowadziła do zmniejszenia ilości C organicznego w glebie o 50% (95). Obniżka zawartości substancji organicznej wywiera negatywny wpływ na strukturę, pojemność wodną i aktywność biologiczną gleby, a także na wymianę składników pokarmowych. Zwiększa się równocześnie podatność na erozję, zwięzłość, gęstość i zasolenie gleby (65). Wykazano ponadto, że stosowanie przemienne konwencjonalnej uprawy i siewu bezpośredniego może spowodować w krótkim czasie podwyższenie zawartości substancji organicznej w glebie (76).

Uprawa konwencjonalna, szczególnie na terenach pagórkowatych, jest główną przyczyną przemieszczania się i degradacji poziomu orno-próchniczego gleb. Podczas ostatnich 40 lat prawie 1/3 powierzchni użytkowanej rolniczo na świecie została zniszczona przez erozję. W ciągu każdego roku około 10 mln ha nadal ulega działaniu erozji wodnej i wietrznej (139). Na glebach lekkich uprawianych metodą konwencjonalną w wyniku zwiększonych opadów następuje zamulenie gleby. Zamulenie wierzchnich warstw gleby wpływa na zwiększenie spływów powierzchniowych, które z powodu zmniejszonej infiltracji obniżają poziom wód gruntowych (145). Stosowanie większych dawek nawozów i środków ochrony roślin ogranicza spadek plonów uwarunkowanych erozją wodną i wietrzną. Ten sposób postępowania podwyższa jednak koszty produkcji o około 25% w porównaniu z ponoszonymi w warunkach bezpłużnej uprawy roli (139). Rezygnacja z tradycyjnej uprawy roli i zastosowanie w skrajnych przypadkach uprawy zerowej zwiększa gęstość gleby (188, 189). Uprawa bezpłużna sprzyja poprawie stabilności agregatów glebowych, a pionowy system porów zwiększa wymianę gazową z otoczeniem oraz zwiększa infiltrację wody do głębszych warstw gleby. Natomiast większa zwięzłość gleby umożliwia stosowanie cięższych maszyn rolniczych przy zmniejszonym niebezpieczeństwie zagęszczenia gleby (168). Szczególnie szkodliwe są metody uprawy roli polegające na spalaniu resztek poźniwnych i pozostawianiu gleby bez okrywy roślinnej. Ten sposób postępowania, jak również intensywna uprawa roli w warunkach zmniejszonej wilgotności gleby sprzyjają erozji wietrznej (130). S o m m e r (165) donosi, że uprawa płużna na obszarze Braunschweigu, przy niewielkich nachyleniach powierzchni pól i przy zwiększonych opadach deszczu (w maju 1986 r.) spowodowała katastrofalne ubytki wierzchnich warstw gleby w wyniku spływów powierzchniowych wody. Natomiast wprowadzanie uproszczonych sposobów uprawy roli w istotny sposób ogranicza skutki erozji (70, 169).

2.4. SPOSÓB UPRAWY ROLI A WYSTĘPOWANIE CHOROÓB GRZYBOWYCH

Udział zbóż w strukturze zasiewów w Polsce zwiększył się, osiągając niebezpieczną granicę około 70%, ze znaczną przewagą pszenicy ozimej, pszenżyta, jęczmienia i kukurydzy. Intensyfikacja uprawy pszenicy, w tym stosowanie dużych

dawek azotu, oraz zmiany w agrotechnice i zmianowaniu sprzyjają większemu nasileniu chorób powodowanych przez grzyby. Zwiększenie udziału zbóż w zmianowaniu powoduje znaczne nasilenie występowania grzybów z rodzaju *Fusarium* oraz *Pseudocercospora herpotrichoides* (128). Zboża na ogół są złymi przedplonami dla pszenicy ozimej, chociaż istnieją już możliwości uprawy odmian tolerancyjnych na niekorzystne warunki fitosanitarne gleby (25). H a r a s i m (83) wykazał, że osiąganie wysokich plonów umożliwia dwuletnia przerwa w uprawie pszenicy na tym samym polu. W wielu pracach podkreśla się korzystny wpływ roślin motylkowatych i rzepaku na ograniczenie występowania chorób podstawy źdźbła (104, 115, 135, 151). Natomiast badania wpływu sposobu uprawy roli na występowanie chorób podsuszkowych pszenicy ozimej nie dały jednoznacznych wyników. S c h m i d t i S t a h l (157) donoszą o występowaniu w mniejszym nasileniu chorób podstawy źdźbła w warunkach bezpłужnej uprawy roli lub siewu bezpośredniego. R ó ż a l s k i i in. (151) stwierdzili jedynie znaczny wpływ uprawy „zerowej” na zmniejszenie porażenia przez *Gaeumannomyces graminis*, a w innych badaniach nie wykazano istotnych różnic w nasileniu chorób w zależności od stosowanych zabiegów agrotechnicznych (11, 19, 28). Zróżnicowane porażenie pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła może wynikać z efektu konserwującego uprawy płужnej, która resztki poźniwne wprowadza w głąb gleby (179, 180). Stała temperatura oraz wilgotność w dolnych warstwach gleby utrzymuje formy przetrwalnikowe grzybów w dobrej kondycji. Następna orka wynosi patogeny na powierzchnię, gdzie w przypadku zasiewu zbóż, uzyskują one optymalne warunki do rozwoju. Uprawa bezpłужna pozostawia resztki poźniwne na powierzchni pola lub w górnych warstwach gleby. Pozostałości te wraz z grzybami chorobotwórczymi w wyniku zmiennej temperatury i wilgotności oraz przyspieszonych procesów gnilnych ulegają szybkiemu rozkładowi (85).

W wielu pracach podkreśla się, że występuje oddziaływanie warunków atmosferycznych na rozwój chorób podsuszkowych w zasiewach zbóż. W zmianowaniach z dużą koncentracją zbóż nasilenie chorób podstawy źdźbła jest znaczące. Rozkładające się resztki poźniwne jako źródło pokarmu dla grzybów wpływają również na skład gatunkowy saprofitów glebowych, które mogą wydzielać do gleby substancje fitotoksyczne lub stymulujące wzrost pszenicy. Do najczęściej występujących grzybów chorobotwórczych zalicza się: *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Rhizoctonia cerealis*, *Gaeumannomyces graminis* i *Drechslera sorokiniana* (14, 172, 177). W zasiewach zbóż, obok stale zwiększającego się nasilenia występowania *Gaeumannomyces graminis*, coraz większe znaczenie mają grzyby z rodzaju *Fusarium*. Grzyby te występują we wszystkich strefach klimatycznych, powodując zgorzel przed- i powschodową roślin, zgniliznę podstawy źdźbła oraz fuzariozy kłosów (137). Rozwijają się one na zróżnicowanym materiale roślinnym, wytwarzając często mikotoksyny, które skażają średnio 20-30% płodów rolnych (138). Grzyby z rodzaju *Fusarium* odznaczają się również znacznym przystosowaniem do zmiennych

warunków środowiskowych. Szczególnie *F. culmorum* może rozwijać się i zarodnikować w warunkach małego potencjału wodnego w glebie (117, 118, 173).

2.5. REAKCJA ODMIAN PSZENICY OZIMEJ NA UPROSZCZENIA W UPRAWIE ROLI

Odmiany pszenicy różnie reagują na uproszczenia w uprawie roli, co ujawnia się w wielkości plonów. W warunkach stresowych, jakie występują przy stosowaniu bezpłужnej uprawy roli, odmiany pszenicy mogą być porażane w bardziej zróżnicowanym stopniu przez grzyby chorobotwórcze niż w optymalnych warunkach agrotechniki. Potencjał plonotwórczy odmian pszenicy ozimej jest znacznie większy niż obecnie uzyskiwane plony. Dobre plonowanie tego gatunku zależy w głównej mierze od doboru odmiany, optymalnych zabiegów agrotechnicznych oraz warunków klimatycznych i glebowych. W ostatnich latach na terenie Polski i Europy nastąpił znaczny wzrost areału uprawy pszenicy. W stanowiskach typowych dla żyta coraz częściej uprawia się pszenicę, która przy optymalnej agrotechnice może osiągać wysokie i opłacalne plony (61, 123). Wzrastające koszty produkcji powodują, że obecnie poszukuje się odmian odznaczających się małym spadkiem plonów przy minimalizacji nakładów na uprawę roli, nawożenie i chemiczną ochronę zasiewów (174, 175).

Udział zbóż w strukturze zasiewów w kraju przekracza już granicę 70%. Uprawa zbóż, a szczególnie pszenicy, na tym samym polu przez okres 2-3 lat wpływa jednak na obniżenie plonowania na skutek znacznego nasilenia agrofagów, zwłaszcza chorób grzybowych (19, 81, 184). Pszenica ozima jest gatunkiem o wysokich wymaganiach przedplonowych oraz małej konkurencyjności w stosunku do chwastów, dlatego zwiększenie jej udziału w zasiewach może odbywać się tylko poprzez kreację i podaż nowych, bardziej tolerancyjnych na warunki fitosanitarne odmian (129). Niższe koszty uprawy roli w przypadku stosowania wariantów uproszczonych oraz zwiększona erozja wodna i wietrzna gleby występująca w warunkach konwencjonalnej uprawy roli spowodowały, że w coraz większym zakresie stosuje się metody bezpłужne i siew bezpośredni. Uprawa uproszczona lub siew bezpośredni w porównaniu z konwencjonalną agrotechniką wywołują istotne zmiany właściwości fizycznych i biologicznych gleby (15, 53, 143, 148). W górnych warstwach profilu glebowego zwiększa się uwilgotnienie, liczba dżdżownic oraz zawartość substancji organicznej, azotu i potasu. Następują również istotne zmiany gęstości i zwięzłości gleby. Tak znaczne zmiany środowiska glebowego wpływają na zróżnicowane plonowanie odmian. Duża różnorodność odmian pszenicy na świecie, w porównaniu do innych zbóż, wynika z szerokiej podstawy genetycznej tego gatunku. Pszenica jako naturalny heksaploid posiada 42 chromosomy, które w wyniku hodowli krzyżówkowej mogą utworzyć niespotykaną dla innych gatunków liczbę rekombinantów. Tak znaczna ilość form wyjściowych powoduje duże zróżnicowanie istniejących odmian, które wykazują zmienną reakcję na środowisko glebowo-klimatyczne. W ostatnich latach przeprowadzono badania, w których

testowano wybrane odmiany pszenicy pod względem ich przydatności do uproszczonych sposobów uprawy roli (6, 47, 80, 181, 183).

Wartość adaptacyjną genotypów przy różnej intensywności uprawy może najlepiej określić interakcja genotypowo-środowiskowa, która zarówno w literaturze krajowej, jak i zagranicznej określana jest symbolem $G \times E$ (33, 126, 150, 167). Względna wartość genotypów może się zmieniać w różnych środowiskach na skutek niejednakowej reakcji fenotypowej roślin. Różnice w plonowaniu i wartościach innych cech ilościowych pomiędzy porównywanymi genotypami zależą więc od środowiska, w którym to porównywanie jest przeprowadzane.

2.6. INTERAKCJA GENOTYPOWO-ŚRODOWISKOWA

Stabilność odmiany oceniana jest zazwyczaj poprzez pewne miary zmienności plonowania w określonych środowiskach. Ogólnie można przyjąć 3 typy reakcji genotypów na zmiany środowiska:

- 1) brak interakcji – oceniane obiekty nie wykazują istotnych zmian w plonowaniu w różnych warunkach środowiskowych;
- 2) interakcję liniową (ilościową) – uszeregowanie odmian pod względem plonowania nie różni się w badanych środowiskach (np. różnych sposobach uprawy) pomimo znacznych różnic w plonach poszczególnych genotypów;
- 3) interakcję krzyżową (jakościową) – obiekt A plonuje wyżej od obiektu B w pewnym środowisku, natomiast w innym obiekt B przewyższa znacznie pod względem plonowania obiekt A.

W ostatnich latach pojawiło się wiele prac przeglądowych dotyczących stabilności plonowania oraz oddziaływań genotypowo-środowiskowych (1, 45, 89, 111, 112). W niektórych opracowaniach związanych z analizą stabilności, pomiary przedstawia się w postaci odpowiednich estymatorów. Możliwości wykorzystania komponentów wariancyjnych do oszacowania udziału każdego z badanych genotypów w interakcji ze środowiskami zaproponowali C a l i ñ s k i (30), W r i c k e (193, 194, 195) i S h u k l a (162). Natomiast W ę g r z y n (186) zaproponował badanie interakcji ($G \times E$) poprzez ujęcie potencjału plonowania i stabilności w postaci jednego wskaźnika – średniego plonu poprawionego dla danego obiektu. Zgodnie z założeniami L i n a i n. (111) system jest stabilny, jeżeli jego wariancja wewnątrz środowiska jest mała. Model ten rozróżnia miarę stabilności drugiego typu: genotyp jest uważany za stabilny, jeśli jego reakcja na warunki środowiska jest mniejsza lub równa średniej genotypów. Natomiast model S h u k l a (162) powyższych różnic nie uwzględnia. Trzeci typ stabilności rozważany przez L i n a (112) oparty jest na współczynniku regresji i średnim kwadracie odchylenia od regresji. Analizę stabilności ocenia się poprzez regresję plonów poszczególnych odmian w powiązaniu z indeksem środowiskowym, obliczonym jako średnia wszystkich obserwacji w danym środowisku. Metoda ta została zapoczątkowana przez Y a t e s a i C o c h r a n a w 1938 roku (196). Udoskonalenie tej metody można znaleźć w pracach M a n d e l a (119), F i n l a y a i W i l k i n s o n a (66), E b e r h a r d a

i R u s s e l a (59) oraz F r e e m a n a (69). Natomiast model przyjęty przez W r i - g h t a (192) pozwala ocenić zależność interakcji ($G \times E$) od wartości genotypowej obiektu. H a n s o n (82) w swej pracy analizuje poszczególne odmiany w przestrzeni „L” wymiarowej utworzonej poprzez badane środowiska. W myśl założeń Hansona genotyp stabilny umiejscowiony jest pośrodku analizowanej przestrzeni. Modele multiplikatywne metody regresji były przedstawiane również w innych pracach (1, 16, 33). Wprowadzenie wag dla plonów pozwoliło uwzględnić w analizie regresji istotność bloków oraz wykorzystanie bloków niekompletnych (124, 125). Podejście wielozmienne wykorzystujące rozkład składników interakcji za pomocą zmiennych kanonicznych lub składowych głównych zaproponowali F r e e m a n (69) i K e m p t o n (93). Model wielozmiennej analizy wariancji (MANOVA) przy uwzględnieniu składników interakcji ($G \times E$) został przedstawiony w pracach C a l l i n s k i e g o i i n. (31, 32). W celu oceny podobieństwa reakcji genotypów na zmienne warunki środowiska często wykorzystuje się analizę skupień, która umożliwia wydzielenie jednorodnych grup obiektów poprzez statystykę N e w m a n - K e u l a (40, 90, 111, 126).

Termin stabilność w znaczeniu biologicznym wskazuje na utrzymywanie się danej cechy na stałym poziomie niezależnie od warunków środowiska. Tak zdefiniowana stabilność biologiczna byłaby jednak niepożądana w przypadku analizy plonów odmian. Dlatego oceniając plonowanie różnych genotypów w zależności od warunków agrotechnicznych należy rozpatrywać stabilność w aspekcie rolniczym. Ten rodzaj stabilności daje oczekiwany przyrost plonu ocenianej odmiany w miarę poprawy środowiska poprzez określone zabiegi agrotechniczne. Dynamiczną koncepcję stabilności, uwzględniającą zróżnicowane technologie uprawy, przedstawili w swej pracy H ü h n i L e o n (87).

3. CEL PRACY

Przedstawiony przegląd literatury wskazuje na duże zróżnicowanie plonowania pszenicy ozimej w zależności od wielu czynników, w tym od sposobu uprawy roli. Znaczące różnice w plonach pszenicy w warunkach uprawy bezpłużnej były również wywołane innym doбором odmian i przedplonów stosowanych w badaniach. Wprawdzie stabilność plonowania roślin uprawnych w zależności od zabiegów agrotechnicznych była przedmiotem wielu badań na świecie, to jednak niedostatek tego typu badań dla warunków Polski wskazuje na potrzebę oceny plonowania odmian (zwłaszcza pszenicy ozimej) w zróżnicowanych warunkach środowiskowych.

Makrorejonizacja odmian określana jako dopasowanie cech i wymagań określonych genotypów do środowiska przyrodniczo-rolniczego pozwala uniknąć strat plonów dochodzących nawet do kilkudziesięciu procent. Mikrorejonizacja eliminuje dalsze straty rzędu kilku procent. Z tego względu bardzo ważne jest poszerzenie informacji dotyczącej odmian o ich wartość gospodarczą, z uwzględnieniem reak-

cji na warunki siedliskowe i elementy agrotechniki, które mogą przyczynić się do lepszego plonowania w warunkach określonego gospodarstwa i regionu kraju. Duża liczba odmian pszenicy ozimej w Polsce stwarza znaczne prawdopodobieństwo znalezienia form względnie odpornych na niekorzystne zmiany środowiska glebowego.

Celem podjętej pracy była ocena:

- zmian niektórych właściwości środowiska glebowego w zależności od warunków pogodowych i sposobu uprawy roli,
- stopnia zachwaszczenia zasiewów pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i wariantu uprawy roli,
- wpływu sposobu uprawy roli na porażenie odmian pszenicy przez choroby podstawy źdźbła w stanowiskach po pszenicy jarej i owsie,
- stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli.

4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

4.1. MATERIAŁ BADAŃ

Ocenę zmienności plonowania pszenicy ozimej w zależności od przedplonów i sposobów uprawy roli przeprowadzono uwzględniając w badaniach siedem odmian, które różniły się znacznie cechami rolniczo-użytkowymi (tab. 1). Według nowej metody oceny wartości technologicznej ziarna odmian, przyjętej przez COBORU w 1997 r., zaszeregowanie do grupy B oznacza pszenicę chlebową, a do C – paszową.

4.2. METODYKA I WARUNKI BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 2000–2002 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Jelczu–Laskowicach na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. W doświadczeniu polowym uwzględniono przedplony, sposoby uprawy roli i odmiany pszenicy ozimej. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie split–split–plot z trzema czynnikami, w 4 powtórzeniach.

Czynnik I – dwa przedplony: owies i pszenica jara – następujące po kukurydzy.

Czynnik II – trzy sposoby uprawy roli (tab. 2).

Czynnik III – siedem odmian pszenicy ozimej (tab. 1).

Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 110 m². Słomę po przedplonach zbożowych przed przyoraniem pocięto na sieczkę długości około 10 cm i rozrzucono równomiernie na powierzchni pola. W doświadczeniach zastosowano jednakowe nawożenie mineralne oraz chemiczną walkę z chwastami. W sierpniu, po zbiorach

Tabela 1

Charakterystyka rolniczo-użytkowa badanych odmian pszenicy ozimej (wg danych COBORU)
Agriculturally usable traits of the winter wheat cultivars tested (according to COBOR data)

Odmiana Cultivar	Mrozoodporność Freeze resistance (skala 9 ^a ; scale 9 th)	Odporność na choroby grzybowe Resistance to fungous diseases	Dojrzałość woskowa** Wax maturity	Grupa wartości technologicznej Technological value group***	Wymagania glebowe Soil requirements
nazwa name	symbol* symbol*				
Elena	El	6	odporna na choroby podstawy źdźbła, duża odporność na rdzę brunatną resistant to culm base diseases, highly resistant to brown rust	198	C
Kobra	Ko	4	średnio odporna na choroby podstawy źdźbła i rdzę brunatną, a na mączniaka dość mała medium resistant to culm base diseases and brown rust fairly susceptible to powdery mildew	195	B
Maltanka	Ma	7,5	średnio wrażliwa choroby podstawy źdźbła, septoriozę liści i rdzę brunatną medium susceptible to culm base diseases, septoria tritici blotch and brown rust	195	C
Aleta	Al	5	odporna na choroby podstawy źdźbła, duża odporność na mączniaka prawdziwego resistant to culm base diseases, highly resistant to powdery mildew	197	C
Mikon	Mi	8	znaczna odporność na mączniaka i rdzę brunatną, podatna na choroby podst. źdźbła fairly resistant to powdery mildew and brown rust, susceptible to culm base diseases	194	B
Izolda	Iz	4,5	znaczna odporność na choroby podstawy źdźbła, wrażliwa na rdzę brunatną fairly resistant to culm base diseases, susceptible to brown rust	197	C
Sakwa	Sa	4	znaczna odporność na choroby podstawy źdźbła fairly resistant to culm base diseases	199	B

* symbole przyjęte w pracy; symbols used in the paper

** liczba dni, licząc od 1.01.; number of days from Jan. 1

*** wartość technologiczna ziarna: B – średnia, C – zła; grain technological value: B – medium, C – bad

Tabela 2

Sposób uprawy roli
Tillage system

Uprawa roli Tillage system	Zabiegi uprawowe Cultivation measures
A. Konwencjonalna (płużna) Plough tillage	uprawa poźniwna – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy post-harvest cultivation – gruber at 15 cm + string roller ----- uprawa podstawowa – orka pługiem na głębokość 25 cm + brona basic land preparation – ploughing to the depth of 25 cm + harrow ----- uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy) pre-plant tillage – tillage aggregate (cultivator + string roller) ----- herbicydy w zależności od potrzeb; herbicides as needed
B. Uproszczona (bezpłużna) Simplified tillage	uprawa poźniwna – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy post-harvest cultivation – gruber at 15 cm + string roller ----- uprawa przedsiewna – brona wimikowa + wał strunowy pre-plant tillage – rotary harrow + string roller ----- herbicydy w zależności od potrzeb; herbicides as needed
C. Zerowa (siew bezpośredni) Direct sowing	siew bezpośredni – siewnik Great Plains z podwójnymi talerzowymi redlicami wysiewającymi i krojem tarczowym przed redlicami direct sowing – Great Plains drill with a double disc drilling unit and a cultivating disc ----- herbicydy w zależności od potrzeb; herbicides as needed

przedplonów, wysiano w formie polifoski 30 kg N, 100 kg P₂O₅, 150 kg K₂O · ha⁻¹. Następnie w okresie jesieni zastosowano środki chemiczne: Roundup + siarczan amonu – 3,5 l · ha⁻¹ + 5 kg · ha⁻¹ oraz Maraton – 4,0 l · ha⁻¹ i Tango – 1,0 l · ha⁻¹. Wiosną w okresie ruszenia wegetacji przeprowadzono nawożenie azotem – 60 kg N · ha⁻¹ w formie saletry amonowej. W maju zastosowano Cycocel 2 l · ha⁻¹ i mieszanek Mustang + Basfoliar 0,5 l · ha⁻¹ + 10 l · ha⁻¹ oraz drugą dawkę główną azotu – 30 kg N · ha⁻¹ w postaci saletry amonowej.

Wartość przedplonową owsa i pszenicy jarej testowano w latach 2000–2002 poprzez ocenę plonowania odmian pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanych sposobów uprawy roli. Zachwaszczenie pszenicy ozimej na porównywanych obiektach oceniano wiosną (2-5 kwietnia), metodą agrofitosocjologiczną (pokrycie przez chwasty powierzchni poletka w %), przed zastosowaniem środków chemicznych. Właściwości fizyczne gleby badano w okresie strzelania pszenicy ozimej w źdźbło (faza 31-33 wg skali Zadoksa), przeprowadzając oznaczenia oddzielnie dla każdego obiektu. Pomiarów uwilgotnienia gleby dokonano za pomocą sondy neutronowej typu CPN Hydroscope dwa razy w każdym miesiącu w okresie wegetacji pszenicy, w czterech powtórzeniach. Wilgotność mierzono na 6 głębokościach profilu glebowego: 0-25; 25-35; 35-45; 45-60; 60-80 i 80-100 cm. Gęstość gleby oceniano w taki sposób, aby nie naruszyć jej struktury, pobierając próbki glebowe do cylinderek o pojemności 100 cm³ na trzech głębokościach: 0-5; 5-10 i 15-20 cm. Pomiaru zwięzłości gleby wykonano penetrometrem (sondą uderzeniową), posiadającym ciężarek o masie 2,17 kg oraz czujnik stożkowy o średnicy 24 mm z kątem wierzchołkowym 30°, na trzech głębokościach profilu glebowego: 10, 20 i 30 cm. W latach 2000–2002, w okresie początku kwitnienia pszenicy (faza 60-61 wg skali Zadoksa) pobierano próbki glebowe z trzech głębokości: 0-5, 5-10 i 10-20 cm.

W pobranym materiale glebowym oznaczono zdolność respiracyjną gleby na podstawie rejestracji zużytego tlenu za pomocą aparatu Warburga.

W celu oceny wpływu sposobów uprawy roli na strukturę plonu odmian pszenicy ozimej w okresie dojrzałości pełnej analizowano następujące cechy: liczbę kłosów na 1 m², wysokość roślin, długość kłosa, masę i liczbę ziaren z kłosa oraz masę tysiąca ziaren.

4.2.1. Metody oceny chorób kłosa, liści i podstawy źdźbła

W fazie dojrzałości mleczno-woskowej (78-81 wg skali Zadoksa) przeprowadzono ocenę porażenia roślin pszenicy ozimej przez grzyby wywołujące kompleks chorób podstawy źdźbła (*Fusarium ssp.*, *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Rhizoctonia cerealis*, *Gaeumannomyces graminis* i *Drechslera sorokiniana*). Indeks porażenia oraz udział roślin z objawami chorób podstawy źdźbła oceniano analizując 100 roślin pobranych losowo po przekątnej z poletka. Ocenę stopnia porażenia podstawy źdźbła przeprowadzono w skali 5° biorąc pod uwagę źdźbło główne rośliny. Źdźbła pobrane z każdego obiektu podzielono na zdrowe, słabo porażone i silnie porażone. Na słabo zainfekowanych roślinach (1°, 2° i 3°), występowały pojedyncze mniej lub bardziej rozległe smugi lub plamy, nie obejmujące całego źdźbła. Na źdźbłach silnie porażonych (4° i 5°) występowała znaczna liczba plam i smug, które obejmowały całą powierzchnię podstawy źdźbła lub powodowały całkowite jego zniszczenie.

Indeks porażenia obliczono według następującego wzoru:

$$Ip = [\sum_{i=1}^5 (X_i \cdot i)]/n$$

gdzie: Ip – indeks porażenia,

X_i – liczba porażonych roślin w stopniu i = 1; 2; 3; 4; 5,

n – całkowita liczba ocenionych roślin.

Do analizy mikologicznej ze 100 roślin z każdego poletka pobrano losowo po 10 źdźbeł z objawami porażenia. Z tych źdźbeł wycięto podstawy, które odkażano w 0,5% roztworze podchlorynu sodu przez 1 minutę. Następnie po odcięciu skrajnych odcinków podstawy wycięto 6 inokulów, które umieszczano na pożywce PDA na szalkach Petriego. Czynności przeprowadzono w warunkach względnej aseptyki, według powszechnie przyjętych standardów. Uzyskane kolonie grzybów oznaczono do gatunku, korzystając ze specjalistycznych prac (26, 48, 63, 144).

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez grzyby wywołujące choroby liści i kłosa oceniono w skali 9°. Rośliny z brakiem objawów chorobowych uzyskiwały najwyższą ocenę (9°).

4.2.2. Metody statystyczne

Brak istotnych różnic pomiędzy cechami fizycznymi gleby (zwięzłość, gęstość i wilgotność) w stanowisku po pszenicy jarej i owsie spowodował, że analizę statystyczną przeprowadzono łącznie dla dwóch przedplonów, traktując je jako dodatkowe powtórzenia. W celu oszacowania zmienności plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od roku badań, przedplonów i sposobów uprawy roli przeprowadzono analizę wariancji w układzie split-split-plot. Porównano wyniki analizy wariancji modelu stałego z mieszanym (lata traktowano jako czynnik losowy). Znaczne zróżnicowanie warunków pogodowych oraz środowiska glebowego pod wpływem sposobów uprawy roli, jak również zakładanie doświadczenia w każdym roku na innym polu spowodowało, że zastosowano również analizę wariancji dla modelu losowego.

W celu kompleksowej oceny zróżnicowanej reakcji (pod względem plonowania) odmian na warunki atmosferyczne, przedplony i sposoby uprawy roli w latach 2000–2002 zastosowano również analizę skupień. Ocenę podobieństwa odmian pszenicy ozimej w reakcji na przedplony i sposoby uprawy roli przeprowadzono na podstawie dendrogramu uzyskanego z analizy skupień metodą najdalszego sąsiedztwa. Metoda ta pozwala na wydzielenie jednorodnych rozłącznych grup obiektów poprzez przecięcie gałęzi takiego pełnego dendrogramu na poziomie wartości krytycznej F_{α} . Skupienia „zawieszone” na przeciętych gałęziach stanowią grupy jednorodne (34, 121).

W ocenie zmienności plonowania odmian pszenicy wykorzystano także metodę analizy dyskryminacyjnej, opisaną w pracach Morrisona (127), Krzyśki (102), Mądrego (121) oraz Calińskiego i Chudzik (35). Analizy te pozwalają na kompleksową ocenę obiektów z uwzględnieniem istotnych różnic między genotypami w przestrzeni utworzonej przez badane zmienne zależne – trzy sposoby uprawy roli po dwóch przedplonach (owies i pszenica jara). Należy dodać, że proste testy statystyczne przeprowadzane metodą Studenta, Duncana lub Tukeya obarczone są w wielu wypadkach większym błędem lub tworzą grupy jednorodne zachodzące na siebie.

W ocenie stabilności plonowania badanych odmian wykorzystano podejście regresyjne opisane i rozwijane w opracowaniach Finlaya i Wilkina (66), Eberharda i Russella (59) oraz Freemana (69). Zastosowano sposób interpretacji wyników na podstawie modelu wielozmiennej analizy wariancji (MANOVA), który został zaproponowany przez Calińskiego i in. (31, 32). Powyższy model multiplikatywny był również stosowany w innych pracach (1, 41).

4.2.3. Warunki glebowe i meteorologiczne

Doświadczenia przeprowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na glinie lekkiej, zaliczonej do klasy III b.

Zasobność gleby w składniki mineralne i węgiel organiczny oceniano na podstawie analiz chemicznych prób pobranych z warstwy 0-15 cm w okresie wczesnej jesieni przed zastosowaniem nawożenia mineralnego. Próby glebowe pobierano po zbiorze przedplonów. Przyswajalne formy fosforu i potasu oznaczono według metody Egnera-Riehma, natomiast magnez w 0,025n chlorku wapnia, a pH gleby w 1n chlorku potasu. Zawartość węgla organicznego badano metodą Tiurina. Z powodu małego zróżnicowania właściwości chemicznych gleby pobranej w obu stanowiskach (po owsie i pszenicy jarej) wyniki analiz jako średnie przedstawiono w tabeli 3. Wykazano różnice w zawartości węgla organicznego i makroelementów, natomiast odczyn gleby odznaczał się niskimi, lecz bardziej wyrównanymi wartościami niezależnie od roku badań i sposobu uprawy roli. Można stwierdzić, że jednoroczny okres stosowania bezpłужnych wariantów uprawy roli nie spowodował wyraźnego zróżnicowania zawartości fosforu i magnezu w wierzchniej warstwie gleby. Pomimo krótkiego okresu stosowania siewu bezpośredniego wystąpiło jednak nieco większe nagromadzenie się C organicznego, a mniejsze potasu niż w obiektach z uprawą płужną i uproszczoną (tab. 3).

Znaczne zróżnicowanie cechowało warunki atmosferyczne w latach 1999–2002 (tab. 4). Okres badawczy charakteryzował się dużą zmiennością opadów i średniej temperatury powietrza. W roku 1999 wystąpiły znaczne niedobory opadów w okresie kwietnia i maja, które wywarły niekorzystny wpływ na plonowanie owsa i pszenicy jarej (przedplonów pszenicy ozimej). Wystąpiło słabsze rozkrzewienie zbóż i obniżka plonów, co przyczyniło się do mniejszej ilości resztek poźniwnych po zbiorze przedplonów. Łagodna zima w drugim roku badań sprzyjała dobremu przezimowaniu odmian pszenicy ozimej. Jedynie w styczniu zanotowano ujemną śred-

Tabela 3

Zawartość składników pokarmowych oraz odczyn gleby w zależności od sposobu uprawy roli
Content of nutrients and soil reaction in arable layer as affected by tillage

Rok i sposób uprawy roli Year and tillage system	pH w KCl C-org. (%)		Zawartość w mg/100 g gleby Content in mg/100 g soil		
			P	K	Mg
1999 rok					
A*	5,7	0,8	8,0	18,0	7,5
B*	5,6	0,9	7,9	18,5	7,6
C*	5,4	1,1	8,1	9,5	4,4
2000 rok					
A	5,5	0,9	8,1	18,6	7,6
B	5,2	1,0	7,8	18,6	7,9
C	5,4	1,2	8,2	10,1	4,3
2001 rok					
A	5,7	0,9	10,5	19,5	7,2
B	5,8	0,9	12,8	20,2	7,6
C	5,7	1,7	9,8	19,0	8,2

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 4

Sumy opadów (mm) i średnia dobową temperatura powietrza (°C) w okresie wegetacji
Amounts of precipitation (mm) and mean diurnal air temperature (°C) during
the growing period

Wyszczególnienie Specification	Miesiące Months						Okres Period
	III	IV	V	VI	VII	VIII	III-VIII
Opady – średnie z wielolecia Long-term mean precipitation	30,3	36,1	63,7	70,8	77,4	69,9	348,2
Odchylenia od średnich (mm) Deviation from means (mm)							
1999	+27,4	-20,3	-18,1	+8,3	+10,6	+17,2	+25,1
2000	+46,4	-18,9	+12,8	-32,7	-60,0	+13,7	-38,7
2001	+30,0	+4,8	+5,1	+0,4	+63,4	+10,1	+113,8
2002	-18,4	+22,1	+15,7	-17,1	-22,6	-13,4	-33,7
Temperatura – średnia z wielolecia Long-term mean temperature	3,1	8,0	13,3	16,6	17,8	17,3	+12,7
Odchylenia od średniej (°C) Deviation from means (°C)							
1999	+1,9	+1,6	+0,7	0,0	+2,1	+0,4	+1,1
2000	+1,6	+3,8	+2,3	+0,3	-0,1	+2,3	+1,7
2001	+0,1	+0,3	+1,5	+1,5	+1,4	+1,3	+1,0
2002	+1,9	-0,3	+3,9	+1,5	+2,6	+2,8	+2,1

nią dobową temperaturę powietrza (-1°C). Sumy opadów w miesiącach zimowych nie różniły się znacznie od średnich z wielolecia. Rok 2000 odznaczał się mniejszymi opadami deszczu w kwietniu, czerwcu i zwłaszcza w lipcu, które nie sprzyjały występowaniu chorób grzybowych liści i przyczyniły się do znacznie mniejszego porażenia przez grzyby zasiedlające podstawę źdźbła. Duże niedobory opadów w fazach krzewienia i dojrzałości mleczno-woskowej pszenicy oraz wysoka temperatura powietrza w całym okresie wegetacji pszenicy spowodowały zmniejszoną obsadę kłosów na m² i słabe wykształcenie ziarna. Zima sezonu 2000/2001 odznaczała się opadami podobnymi do średnich z wielolecia. Średnie temperatury powietrza w miesiącach zimowych były dodatnie. W trzecim roku badań zarówno opady deszczu w okresie wegetacji pszenicy, jak i temperatura powietrza w okresach krzewienia, strzelania w źdźbło, kwitnienia i dojrzałości mleczno-woskowej były większe od średnich z wielolecia. Obfite opady deszczu i wysoka temperatura sprzyjały znacznemu występowaniu chorób grzybowych. W zimie sezonu 2001/2002 sumy opadów były zbliżone do średnich wieloletnich. Jedynie w grudniu zanotowano znaczne spadki temperatury powietrza (średnia miesięczna -2,2°C). Rok 2002 charakteryzował się niedoborami opadów w marcu, czerwcu i lipcu, co wpłynęło na niższe plonowanie odmian pszenicy w porównaniu z wynikami uzyskanymi w roku poprzednim.

5. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

5.1. GĘSTOŚĆ, ZWIĘŻŁOŚĆ I WILGOTNOŚĆ GLEBY

W latach 2000–2002 mniejszą gęstość gleby w warstwie 0-5 cm stwierdzono w warunkach siewu bezpośredniego i uprawy uproszczonej niż w uprawie konwencjonalnej (tab. 5). Zaniechanie uprawy roli spowodowało również mniejszą gęstość gleby na głębokościach 10 i 20 cm w roku 2002. Można przypuszczać, że gęstość gleby była w znacznym stopniu uwarunkowana zmiennym składem granulometrycznym gleby oraz innym układem warunków atmosferycznych w poszczególnych latach badań. Mniejsza gęstość objętościowa na obiektach z uprawą zerową była prawdopodobnie spowodowana podwyższoną wilgotnością górnych warstw gleby oraz większą zawartością substancji organicznej. W tabeli 6 przedstawiono wyniki badań gęstości ornej warstwy gleby w zależności od sposobu uprawy roli (średnie z lat 2000–2002). Można stwierdzić, że sposób uprawy roli w małym stopniu wpłynął na badaną cechę fizyczną gleby. Jedynie w warstwie 0-5 cm stwierdzono istotnie mniejszą gęstość gleby w warunkach siewu bezpośredniego niż na obiektach z uprawą konwencjonalną. Badania P a b i n a i in. (134) wykazały, że optymalna wielkość tego parametru fizycznego jest odwrotnie skorelowana z zawartością części spławialnych, a dodatnio z wilgotnością gleby i zawartością węgla organicznego. Większe uwilgotnienie oraz zawartość C_{org} w górnych warstwach gleby na obiektach z uprawą uproszczoną i siewem bezpośrednim wskazują, że wartość badanych cech może w znacznym stopniu wpłynąć na wysokość plonów pszenicy ozimej. Powyższą sugestię potwierdzają badania innych autorów (60, 91).

Zwięźłość gleby była zróżnicowana w zależności od głębokości pomiaru (tab. 7). Znacznie większa zwięźłość wystąpiła na głębokościach 20 i 30 cm niż na 10 cm. W trzyletnim okresie badań stwierdzono wpływ sposobu uprawy roli na

Tabela 5

Gęstość gleby ($g \cdot cm^{-3}$) w zależności od sposobu uprawy roli w latach 2000–2002
Soil density ($g \cdot cm^{-3}$) depending on tillage system in the years 2000–2002

Uprawa roli (a)* Tillage system (a)*	2000			2001			2002		
	głębokość pomiaru (b); depth of measurement (b)								
	(cm)								
	0-5	5-10	15-20	0-5	5-10	15-20	0-5	5-10	15-20
A	1,60	1,55	1,55	1,61	1,68	1,74	1,54	1,59	1,64
B	1,54	1,64	1,63	1,57	1,70	1,68	1,52	1,57	1,69
C	1,53	1,59	1,58	1,54	1,70	1,73	1,53	1,55	1,56
NIR ($\alpha = 0,05$) dla interakcji (a x b) LSD – interaction (a x b)	0,070			0,064			0,069		

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 6

Gęstość gleby ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) w zależności od sposobu uprawy roli (średnia z lat 2000–2002)
Mean soil density ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) depending on tillage system (mean from 2000–2002)

Uprawa roli (a)* Tillage system (a)*	Głębokość pomiaru (b) Depth of measurement (b) (cm)				NIR dla głębokości LSD for depth
	0-5	5-10	15-20	średnia mean	
A	1,58	1,61	1,64	1,61	r.n.
B	1,54	1,64	1,67	1,62	0,074
C	1,53	1,61	1,62	1,59	0,058
NIR; $\text{LSD}_{0,05}$: uprawy (a) tillage (a) interakcji (a x b) interaction (a x b)	0,042	r.n.	r.n.	r.n.	
	0,087				

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 7

Zwięzłość gleby (MPa) w zależności od sposobu uprawy roli w latach 2000–2002
Soil compaction (MPa) depending on tillage system in the years 2000–2002

Uprawa roli (a)* Tillage system (a)*	2000			2001			2002		
	głębokość pomiaru (b); depth of measurement (b) (cm)								
	10	20	30	10	20	30	10	20	30
A	1,64	2,25	9,70	1,44	3,88	5,09	1,52	5,43	8,64
B	2,04	5,94	11,61	2,94	4,42	6,63	4,96	9,15	10,64
C	2,43	5,33	10,10	1,85	4,01	6,45	4,71	7,46	13,29
NIR ($\alpha = 0,05$) dla interakcji (a x b) LSD – interaction (a x b)	3,04			2,88			3,98		

* patrz tabela 2; see table 2

wielkość tego wskaźnika. Mniejszą zwięzłość gleby, niezależnie od głębokości pomiaru, zanotowano w konwencjonalnym sposobie uprawy roli. Mniejsze zróżnicowanie zwięzłości w roku 2001 było zapewne spowodowane zwiększonymi opadami deszczu w okresie pomiaru. Natomiast w roku 2002 inny układ warunków meteorologicznych (niedobór opadów i wysoka temperatura powietrza) w porównaniu z panującymi w poprzednich latach, spowodował znacznie większą zwięzłość gleby w uproszczonych wariantach uprawy roli. Prawdopodobnie mniejsza zawartość części spławialnych w glebie pola uprawnego, na którym były prowadzone badania, ograniczała naturalne procesy strukturotwórcze w okresie wegetacji roślin. Graniczne wartości zwięzłości dla prawidłowego rozwoju roślin zależą od wielu czynników, głównie takich, jak: wilgotność, zawartość węgla organicznego i skład granulometryczny gleby. Zwięzłość gleby, szczególnie w uprawie konwencjonal-

nej, ulega w trakcie wegetacji wyraźnemu zwiększeniu od 0,5 do 5 MPa (29). Wskaźnik ten zmienia się również pod wpływem temperatury oraz zróżnicowanych opadów. Przyjmuje się, że zwięźłość o wartości około 1 MPa nie powinna na żadnej glebie stwarzać ograniczeń dla rozwoju roślin (29). Wyniki badań dotyczące zwięźłości gleby z lat 2000–2002 zawarte w tabeli 8 wskazują, że czynnik ten mógł być jednym z głównych powodów ograniczających plony roślin w warunkach uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego. Na wyższą zwięźłość gleby w bezplużnych wariantach uprawy roli wskazują również prace innych autorów (92, 133).

Analizując wilgotność gleby w okresie wegetacji pszenicy w latach 2000–2002 (tab. 9-11) można stwierdzić duże zróżnicowanie tej cechy w zależności od temperatury powietrza i opadów atmosferycznych (tab. 4). W latach 2000–2002 na głębokości 0-60 cm, w warunkach uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego stwierdzono większą wilgotność gleby niż w uprawie konwencjonalnej (tab. 9-11). W wielu pracach są informacje o korzystnym wpływie uprawy bezplużnej na gromadzenie się wody w glebie (7, 8, 9, 51, 86, 143, 153), ale w niektórych nie stwierdzono różnic między uwilgotnieniem górnych warstw gleby w warunkach uprawy tradycyjnej i siewu bezpośredniego (67, 103, 107). Natomiast wyższą wilgotność gleby w uprawie konwencjonalnej uzyskano w badaniach polskich (52, 56, 132, 134), niemieckich (169) i włoskich (120). Wykazano również, że efekt uprawy zerowej zmienia się w okresie wegetacji; w niektórych terminach może być dodatni (większa zdolność magazynowania wody), a w innych ujemny (12, 86, 159). Rezultaty tych badań są zbieżne z wynikami badań własnych, o czym świadczą znaczne różnice w wilgotności górnych warstw gleby w maju, czerwcu i lipcu (tab. 9 i 10). Głównymi przyczynami zróżnicowania wyników badań może być wzrost zagęszczenia gleby w okresie wegetacji roślin, kumulacja na powierzchni resztek pożywnych i nagromadzenie się węgla organicznego w powierzchniowej war-

Tabela 8

Zwięźłość gleby (MPa) w zależności od sposobu uprawy roli (średnia z lat 2000–2002)
Mean soil compaction (MPa) depending on the tillage system (mean from 2000–2002)

Uprawa roli (a)* Tillage system (a)*	Głębokość pomiaru (b) Depth of measurement (b) (cm)			Średnia Mean	NIR dla głębokości LSD for depth
	10 cm	20 cm	30 cm		
A	1,53	3,85	7,81	4,40	2,92
B	3,31	6,50	9,63	6,48	2,11
C	3,00	5,60	9,95	6,18	2,61
NIR; LSD _{0,05} : uprawy (a) tillage (a) interakcji (a x b) interaction (a x b)	0,81	1,34	1,38	1,55	
	3,62				

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 9

Wilgotność gleby (w % objętościowych) w zależności od sposobu uprawy roli, głębokości i terminu pomiaru w roku 2000
Soil moisture (% by volume) depending on tillage system, depth and time of measurement in the year 2000

Głębokość pomiaru Depth of measurement (cm)	Termin pomiaru; Time of measurement														
	08.05.2000			17.05.2000			24.05.2000			21.06.2000			01.07.2000		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-25	4,9	6,9	7,3	5,8	5,5	5,3	12,4	13,3	12,8	4,1	5,2	4,8	3,9	5,2	4,5
25-35	8,9	11,5	10,4	7,8	10,7	9,4	10,9	14,1	12,7	6,7	9,5	8,3	6,5	9,2	7,9
35-45	11,2	15,6	13,7	10,1	14,7	12,6	10,5	15,5	13,1	9,1	13,5	11,3	8,6	12,9	10,8
45-60	15,3	19,4	18,1	14,1	17,8	16,5	13,5	17,8	16,1	12,4	16,5	15,0	12,1	16,4	14,7
60-80	21,5	22,5	21,6	19,6	19,9	19,2	18,9	19,4	18,7	17,2	18,3	17,2	16,9	17,9	16,6
80-100	23,9	23,9	23,7	22,0	22,7	22,3	20,9	21,6	21,1	18,1	17,8	17,5	17,2	17,9	17,0
NIR _{0,05} **	0,81			1,48			1,54			1,57			1,65		

* patrz tabela 2; see table 2

** NIR; LSD – interakcja (uprawa x głębokość pomiaru); interaction (tillage x depth)

Tabela 10

Wilgotność gleby (w % objętościowych) w zależności od sposobu uprawy roli, głębokości i terminu pomiaru w latach 2001 i 2002
Soil moisture (% by volume) depending on tillage system, depth and time of measurement in the years 2001 and 2002

Głębokość pomiaru Depth of measurement (cm)	Termin pomiaru; Time of measurement																	
	10.05.2001			28.05.2001			13.06.2001			26.06.2001			06.07.2001					
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-25	10,9	10,9	11,7	7,8	6,3	6,0	8,4	10,8	11,5	8,6	11,2	11,8	5,7	8,4	9,4			
25-35	14,4	13,7	14,7	10,6	9,1	8,9	9,5	10,7	11,5	9,8	11,0	12,0	8,3	9,9	11,3			
35-45	16,5	17,2	17,2	12,6	12,2	11,5	10,5	12,4	11,5	11,1	12,5	12,7	10,5	12,1	12,6			
45-60	19,0	21,2	19,9	15,0	16,7	14,3	12,9	16,3	13,2	13,6	16,0	14,4	12,9	16,0	14,5			
60-80	24,2	22,3	22,0	18,2	19,4	20,3	19,1	18,2	15,8	18,9	17,8	16,1	18,7	17,4	16,0			
80-100	26,7	22,6	32,1	21,1	20,2	24,4	23,4	18,9	19,5	23,9	18,2	19,0	23,9	18,1	18,3			
NIR _{0,05} **	1,35			1,40			1,47			1,54			1,61					
0-25	07.05.2002			23.05.2002			10.06.2002			23.06.2002			07.2002					
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	nie badano not investigated		
	13,9	10,9	16,3	7,7	5,7	7,7	13,9	14,2	16,3	6,3	4,7	5,6						
	15,2	11,2	15,2	9,8	7,8	11,2	13,8	12,9	15,3	8,4	6,9	8,7						
	14,8	13,3	17,1	11,6	10,9	14,1	16,0	13,3	15,8	10,5	9,6	11,6						
	16,1	16,8	19,5	14,6	14,7	16,9	17,7	15,2	16,6	12,9	12,9	13,9						
	18,8	20,8	21,8	17,5	18,4	20,1	19,3	18,2	18,8	15,4	16,2	16,3						
80-100	20,2	21,3	23,3	19,4	20,4	22,0	19,8	19,0	20,6	16,7	16,7	17,8						
NIR _{0,05} **	2,51			2,42			2,24			2,60								

* patrz tabela 2; see table 2

** NIR; LSD – interakcja (uprawa x głębokość pomiaru); interaction (tillage x depth)

Tabela 11

Wilgotność gleby (w % objętościowych) w zależności od sposobu uprawy roli i głębokości pomiaru w latach 2000–2002 (średnie z terminów pomiaru)
Soil moisture (% by volume) depending on tillage system, depth and time of measurement in the years 2000–2002 (means of terms of measurement)

Głębokość pomiaru Depth of measurement (cm)	2000				2001				2002			
	A*	B*	C*	NIR**	A	B	C	NIR	A	B	C	NIR
0-25	6,2	7,2	6,9	r.n.	8,3	9,5	10,1	1,68	10,5	8,8	11,5	2,32
25-35	8,2	11,0	9,7	2,55	10,5	11,2	11,7	r.n.	11,8	9,7	12,6	r.n.
35-45	9,9	14,4	12,3	1,95	12,2	13,3	13,1	r.n.	13,2	11,8	14,6	2,45
45-60	13,4	17,5	16,1	2,18	14,7	17,2	15,3	2,18	15,3	14,9	16,7	r.n.
60-80	18,8	19,6	18,6	r.n.	19,8	19,0	18,0	r.n.	17,8	18,4	19,3	r.n.
80-100	20,4	20,8	20,3	r.n.	23,8	19,6	22,7	3,81	19,0	19,4	20,9	r.n.

* patrz tabela 2; see table 2

** NIR; LSD dla sposobów uprawy roli; for soil tillage system

stwie gleby w warunkach uprawy bezpługowej. Mogą również ujawniać się negatywne skutki zagęszczenia gleby przy uprawie zerowej, co prowadzi do krótkotrwałego gromadzenia się wody w powierzchniowych warstwach gleby. W przypadku, gdy warstwa zagęszczona gleby wysycha, wówczas straty na ewaporację są większe w warunkach siewu bezpośredniego niż w uprawie konwencjonalnej (132).

5.2. WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE GLEBY

Zdolność respiracyjna gleby zależała od terminu i głębokości pobrania próbek oraz od sposobu uprawy roli (tab. 12). Najmniejsze wartości uzyskano w roku 2000, gdzie aktywność gleby była znacznie mniejsza niż w latach następnych. W pierwszym roku badań niedobór wilgoci w maju (bardzo małe opady w kwietniu) wyraźnie niekorzystnie wpłynął na intensywność przebiegu procesu oddychania gleby. Wpływ zabiegów uprawowych uwidocznił się tylko w warstwie gleby 0-10 cm, w przypadku obiektów z uprawą konwencjonalną (pługową), gdzie zanotowano obniżenie aktywności tego procesu w porównaniu z jego stanem w pozostałych wariantach uprawowych. Na ogół zdolność respiracyjna gleby była mniejsza w warstwie głębszej (10-20 cm) niż w wierzchniej.

Badania wykazały, że uprawa bezpługowa i siew bezpośredni korzystnie wpłynęły na aktywność biologiczną powierzchniowych warstw gleby, co stwarza warunki do zwiększenia liczebności bakterii, promieniowców i grzybów. Podobne wyniki uzyskała *Frielinghaus i in.* (68). Natomiast *Alvarez i in.* (2) stwierdzili największą biomasę drobnoustrojów w warunkach siewu bezpośredniego w warstwie 0-5 cm, zaś w głębszych warstwach gleby ich biomasa zmniejszała się; na

Tabela 12

Wpływ sposobu uprawy roli na zdolność respiracyjną gleby w $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot 10^{-1} \text{ g}$ gleby
Influence of different tillage systems on the respiration capacity of soil $\mu\text{l O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot 10^{-1} \text{ g}$ of soil

Sposób uprawy Tillage system	Głębokość pomiaru Depth of measurement (cm)	Termin pomiaru; Time of sampling			
		14.05.2000	12.05.2001	16.05.2002	średnia mean
A – konwencjonalna Plough tillage	0-10	32,66	42,93	41,99	39,19
	10-20	36,99	39,47	38,17	38,21
B – uproszczona Simplified tillage	0-10	37,24	54,04	54,87	48,72
	10-20	34,28	38,21	36,26	36,25
C – zerowa Direct sowing	0-10	39,64	58,95	54,14	50,91
	10-20	29,85	34,32	36,92	33,70

głębokości 15 cm największe wartości tego wskaźnika uzyskano w obiekcie z uprawą płużną. Odwrotne zależności stwierdzili inni autorzy (3, 84), wykazując istotnie wyższą liczebność mikroorganizmów w warstwach powierzchniowych gleby w konwencjonalnym sposobie uprawy roli.

5.3. ZACHWASZCZENIE ZASIEWÓW PSZENICY OZIMEJ

Oceniając stopień pokrycia powierzchni gleby przez różne gatunki chwastów metodą agrofitosocjologiczną stwierdzono znaczne różnice stanu zachwaszczenia w zależności od sposobu uprawy roli i roku badań. W roku 2000 gatunkiem dominującym w zasiewach pszenicy była maruna bezwonna (*Matricaria inodora*); (tab. 13). Większe zachwaszczenie tym gatunkiem stwierdzono w stanowisku po pszenicy jarej, a mniejsze po owsie. W mniejszym nasileniu w zasiewach pszenicy wystąpiły fiołek polny (*Viola arvensis*) i bodziszek porożcinany (*Geranium dissectum*). W stanowisku po pszenicy jarej znaczący był udział chwastów jednoliściennych – wiechliny rocznej (*Poa annua*) i miotły zbożowej (*Apera spica-venti*). Inne gatunki chwastów występowały w wyraźnie mniejszym nasileniu. Wprawdzie większe zachwaszczenie notowano w uprawach bezpłużnych (a szczególnie w uprawie uproszczonej), lecz pewne gatunki chwastów (bodziszek porożcinany, tasznik pospolity) rozwijały się w większej ilości w konwencjonalnym wariantcie uprawy roli. Znacznie mniejsze zachwaszczenie pszenicy wystąpiło w latach 2001 i 2002 (tab. 14 i 15). W tym okresie gatunkiem dominującym był chaber bławatek (*Centaurea cyanus*). Wyższy stopień pokrycia gleby przez ten gatunek chwastu stwierdzono w obiektach z uprawą płużną i uproszczoną. W roku 2001 tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*) odznaczał się mniejszym nasileniem w warunkach uprawy zerowej. Inne gatunki chwastów, niezależnie od wariantów uprawy roli, występowały w mniejszych ilościach. Zaniechanie uprawy konwencjonalnej (płużnej) w okresie dwóch kolejnych lat spowodowało wzrost zachwaszczenia,

Tabela 13

Skład florystyczny chwastów (%) występujących w pszenicy ozimej w 2000 roku
Floristic composition of weeds (%) in winter wheat (2000 year)

Sposób uprawy* Tillage system	Wiechlina roczna <i>Poa annua</i> L.	Miotła zbożowa <i>Apera spica-venti</i> (L.) Pal. Beauv.	Perz właściwy <i>Agrropyron repens</i> (L.) Beauv.	Maruna bezwonna <i>Matricaria inodora</i> L.	Fiolek polny <i>Viola arvensis</i> Murr.	Bodziszek porożcinany <i>Geranium dissectum</i> Juslen.	Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	Jasnota różowa <i>Lamium amplexicaule</i> L.	Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Przetacznik polny <i>Veronica arvensis</i> L.	Tobolki polne <i>Thlaspi arvense</i> L.	Nawrot polny <i>Lithospermum arvense</i> L.	Przytulia czepna <i>Galium aparine</i> L.
Przedplon – pszenica jara; Preceding crop – spring wheat													
A	+	1	+	23	4	19	4	1	3	+	2	1	0
B	+	1	+	46	9	18	1	1	2	0	1	1	+
C	9	3	+	34	6	5	1	+	1	1	0	+	0
Przedplon – owies; Preceding crop – oat													
A	+	1	+	14	4	16	4	1	1	2	1	0	0
B	+	1	0	23	8	14	2	3	2	1	+	+	+
C	+	1	+	21	5	7	4	1	1	+	1	+	+

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 14

Skład florystyczny chwastów (%) występujących w pszenicy ozimej w 2001 roku
Floristic composition of weeds (%) in winter wheat (2001 year)

Przedplon – pszenica jara; Preceding crop – spring wheat									
Sposób uprawy* Tillage system*	Miotła zbożowa <i>Apera spica-venti</i> (L.) Pal. Beauv.	Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	Chaber blawatek <i>Centaurea cyanus</i> L.	Rumian polny <i>Anthemis arvensis</i> L.	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Wep.	Bniec biały <i>Melandrium album</i> L.	Przetacznik polny <i>Veronica arvensis</i> L.	Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	
A	1	5	9	1	0	1	0	1	
B	1	4	19	4	1	2	0	1	
C	1	1	10	2	0	1	1	2	
Przedplon – owies; Preceding crop – oat									
Sposób uprawy* Tillage system*	Miotła zbożowa <i>Apera spica-venti</i> (L.) Pal. Beauv.	Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	Chaber blawatek <i>Centaurea cyanus</i> L.	Maruna bezwonna <i>Matricaria inodora</i> L.	Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Wep.	Bodziszek porożcinany <i>Geranium dissectum</i> Juslen.	Bniec biały <i>Melandrium album</i> L.	Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.
A	1	4	8	2	1	0	0	0	1
B	1	3	21	4	3	1	2	2	2
C	1	1	9	3	1	0	0	1	1

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 15

Skład florystyczny chwastów (%) występujących w pszenicy ozimej w 2002 roku
Floristic composition of weeds (%) in winter wheat (2002 year)

Przedplon – pszenica jara; Preceding crop – spring wheat										
Sposób uprawy* Tillage system*	Miotła zbożowa <i>Apera spica-venti</i> (L.) Pal. Beauv.	Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	Chaber blawatek <i>Centaurea cyanus</i> L.	Maruna bezwonna <i>Matricaria inodora</i> L.	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Wep.	Bniec biały <i>Melandrium album</i> L.	Przetacznik polny <i>Veronica arvensis</i> L.	Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		
	A	3	2	8	+	1	+	2		
	B	3	2	3	2	1	2	2		
	C	4	1	4	2	0	3	2		
Przedplon – owies; Preceding crop – oat										
Sposób uprawy* Tillage system*	Miotła zbożowa <i>Apera spica-venti</i> (L.) Pal. Beauv	Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	Chaber blawatek <i>Centaurea cyanus</i> L.	Maruna bezwonna <i>Matricaria inodora</i> L.	Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Wep.	Bodziszek porożcinany <i>Geranium dissectum</i> Justen.	Bniec biały <i>Melandrium album</i> L.	Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	
	A	4	4	6	1	4	1	2	2	0
	B	4	8	9	1	12	0	4	+	2
	C	2	3	2	6	3	0	2	1	1

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 16

Pokrycie gleby przez pszenicę ozimą i chwasty (%) w zależności od sposobu uprawy roli i przedplonu
Coverage of soil by winter wheat and weeds (%) depending on tillage system and the preceding crop

Przedplon Preceding crop	Rośliny pokrywające glebę Plants covering the soil	2000			2001			2002		
		A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C
Pszenica jara Spring wheat	pszenica ozima winter wheat	80	70	80	90	80	85	85	70	80
	chwasty weeds	75	90	80	50	70	60	70	80	60
Owies Oat	pszenica ozima winter wheat	85	70	80	85	80	85	85	70	80
	chwasty weeds	70	80	75	45	65	55	65	85	60

* patrz tabela 2; see table 2

szczególnie przy uprawie uproszczonej (tab. 16). Wynik ten jest potwierdzeniem szeregu doniesień zarówno z literatury zagranicznej (9, 27, 166), jak i krajowej (57, 148). Wprawdzie brak mieszania gleby przy wykonywaniu siewu bezpośredniego przyczynia się do wzrostu ilości nasion chwastów w wierzchniej warstwie gleby (131), to jednak płytkie spulchnianie roli podczas uprawy uproszczonej pobudza ich kiełkowanie (155, 156, 158). Cytowane prace wyjaśniają w pewnym stopniu fakt znacznego zachwaszczenia zasiewów pszenicy ozimej w warunkach uprawy bezorkowej w porównaniu ze stwierdzonym w obiektach z siewem bezpośrednim i uprawą konwencjonalną. Większa liczebność niektórych gatunków chwastów w uprawie konwencjonalnej wskazuje na zróżnicowaną zdolność przystosowania się roślin do skrajnych warunków środowiskowych. Wynik ten jest zgodny z doniesieniami innych autorów (9). Badania z ostatnich lat wskazują również na duże różnice w konkurencyjności odmian pszenicy w stosunku do istniejących populacji chwastów (110). W związku z tym należałoby przeprowadzić selekcję odmian polskich pod względem tej cechy.

5.4. CHOROBY PODSTAWY ŻDŹBŁA

Analizując dane liczbowe dotyczące porażenia roślin pszenicy ozimej przez grzyby wywołujące kompleks chorób podstawy źdźbła w 2000 roku można stwierdzić większe nasilenie czynników chorobotwórczych u odmian uprawianych po pszenicy jarej niż po owsie (tab. 17 i 18). Odmiany w stanowisku po owsie wykazywały znacznie niższy stopień uszkodzonych źdźbeł; najniższe wskaźniki objawów chorobowych zanotowano w uprawie uproszczonej. W pozostałych wariantach uprawy roli stopień porażenia roślin był wyższy. Mniejsze porażenie źdźbeł pszenicy w warunkach uprawy uproszczonej może wynikać z umieszczenia resztek pożywnych w wierzchniej warstwie gleby, co powoduje szybszy rozkład substancji

organicznej (155, 156). Natomiast wprowadzenie resztek poźniwnych na większą głębokość, przy stosowaniu uprawy konwencjonalnej (płużnej), powoduje znaczne spowolnienie rozkładu przyoranej słomy. Świadczy to o efekcie konserwującym uprawy płużnej, który został również wykazany w innych pracach (85, 157). Wyższy stopień porażenia odmian pszenicy w uprawie płużnej wskazuje na możliwość wyniesienia form przetrwalnikowych grzybów na powierzchnię, gdzie uzyskują optymalne warunki rozwoju. Uprawa pszenicy ozimej po pszenicy jarej, szczególnie sprzyjająca chorobom podstawy źdźbła, sprawiła, że jej porażenie w warunkach siewu bezpośredniego było największe (tab. 18).

Spośród badanych odmian Kobra charakteryzowała się mniejszym udziałem roślin porażonych przez choroby i niskim wskaźnikiem porażenia. Natomiast istotnie większe porażenie przez kompleks chorób podstawy źdźbła stwierdzono u odmian Maltanka i Mikon (tab. 17 i 18). Mniejsze wskaźniki porażenia odmiany Maltanka uzyskane przez różnych autorów (98, 99) mogą wynikać z innego składu gatunkowego grzybów zasiedlających podstawę źdźbła badanych odmian.

Znacznie większy stopień porażenia roślin pszenicy w 2001 roku spowodowany był obfitszymi opadami deszczu w trakcie wegetacji roślin; nieco niższe nasilenie chorób podstawy źdźbła obserwowano w stanowisku po owsie niż po pszenicy

Tabela 17

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2000 roku
Infection of wheat cultivars with culm base diseases as affected by tillage system in 2000 (preceding crop – oats)

Odmiany (b) Cultivars (b)	Udział roślin porażonych (%) % of infection				Wskaźnik porażenia Index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	52	24	40	39	0,84	0,34	0,58	0,59
Kobra	40	22	24	29	0,72	0,26	0,28	0,42
Maltanka	87	46	48	60	2,13	0,54	0,84	1,17
Aleta	42	32	30	35	0,70	0,54	0,38	0,54
Mikon	66	20	44	43	1,22	0,28	0,90	0,80
Izolda	58	10	48	39	1,24	0,10	0,82	0,72
Sakwa	28	16	72	39	0,54	0,22	1,38	0,71
Średnia; Mean	53	24	44	40	1,06	0,33	0,74	0,71
NIR; LSD _{0,05} : sposób uprawy roli (a) tillage system (a)	21,6				0,317			
odmiany (b) cultivars (b)	20,7				0,461			
współdziałanie (a x b) interaction (a x b)	23,0				0,576			

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 18

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po pszenicy jarej w 2000 roku
Infection of wheat cultivars with culm base diseases as affected by tillage system in 2000
(preceding crop – spring wheat)

Odmiany (b) Cultivars (b)	Udział roślin porażonych (%) % of infection				Wskaźnik porażenia Index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	26	50	76	51	0,34	0,66	1,72	0,91
Kobra	32	34	40	35	0,48	0,42	0,68	0,53
Maltanka	48	76	90	71	0,78	1,16	2,18	1,37
Aleta	60	50	74	61	0,88	0,64	1,60	1,04
Mikon	70	54	82	69	1,48	1,04	1,90	1,47
Izolda	54	48	78	60	0,84	0,66	1,94	1,15
Sakwa	52	30	66	49	0,90	0,36	1,50	0,92
Średnia; Mean	49	49	72	57	0,81	0,71	1,64	1,06
NIR; LSD _{0,05} : sposób uprawy roli (a) tillage system (a)	15,8				0,292			
odmiany (b) cultivars (b)	18,7				0,510			
współdziałanie (a x b) interaction (a x b)	20,8				0,785			

* patrz tabela 2; see table 2

jarej (tab. 19 i 20). Nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli na liczebność porażonych źdźbeł po obu przedplonach. Jednak większy był wskaźnik i udział roślin porażonych w uprawie uproszczonej po pszenicy jarej (tab. 20), co może wiązać się z innym składem gatunkowym grzybów chorobotwórczych i organizmów antagonistycznych niż w pozostałych wariantach uprawy roli. W stanowisku po owsie większy indeks porażenia zanotowano u odmiany Elena, a najmniejszy w przypadku odmiany Mikon. Natomiast w stanowisku po pszenicy jarej nieco większy wskaźnik porażenia stwierdzono u odmian Maltanka na obiektach z sieciem bezpośrednim i uprawą uproszczoną. W warunkach uprawy płużnej Aleta i Mikon wykazywały większą wrażliwość na grzyby wywołujące kompleks chorób podstawy źdźbła, zaś istotnie mniejsze porażenie stwierdzono u odmiany Izolda.

W 2002 roku najmniejsze porażenie roślin pszenicy przez choroby podstawy źdźbła zanotowano na obiektach z uprawą zerową, a największe w warunkach uprawy konwencjonalnej (tab. 21 i 22). Ujawniła się również wysoka wartość fitosanitarna owsa, o czym świadczą mniejsze wskaźniki porażenia odmian po tym przedplonie w porównaniu ze stanowiskiem po pszenicy jarej. Spośród odmian większym wskaźnikiem porażenia roślin przez choroby cechowały się: Maltanka, Mikon i Elena, zaś Sakwa odznaczała się mniejszą wrażliwością na grzyby zasie-

Tabela 19

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2001 roku
Infection of wheat cultivars with culm base diseases as affected by tillage system in 2001 (preceding crop – oats)

Odmiany (b) Cultivars (b)	Udział roślin porażonych (%) % of infection				Wskaźnik porażenia Index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	98	88	94	93	2,96	2,16	2,78	2,63
Kobra	84	94	74	84	2,14	2,62	2,10	2,29
Maltanka	86	82	96	88	1,82	2,00	2,74	2,19
Aleta	96	84	72	84	2,36	2,40	2,04	2,27
Mikon	84	78	70	77	1,76	1,84	1,74	1,78
Izolda	90	90	86	89	1,76	1,94	2,14	1,95
Sakwa	84	90	92	89	1,72	2,82	2,80	2,45
Średnia; Mean	89	87	83	86	2,07	2,25	2,33	2,22
NIR; LSD _{0,05} : sposób uprawy roli (a) tillage system (a)	r.n.				r.n.			
odmiany (b) cultivars (b)	14,2				0,482			
współdziałanie (a x b) interaction (a x b)	20,4				1,039			

* patrz tabela 2; see table 2

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

dlażące podstawę źdźbła, szczególnie w warunkach uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego.

Rozbieżne wyniki odnośnie odporności niektórych odmian pszenicy ozimej na choroby uzyskali także inni autorzy (98, 187). Wskazuje się również na dużą różnorodność form polimorficznych grzybów zasiedlających podstawę źdźbła, która może prowadzić do uzyskania odmiennych rezultatów (141, 152). Poziom odporności odmian w dużym stopniu zależy również od warunków atmosferycznych (wysoka temperatura oraz duże nasilenie opadów w miesiącach wiosennych i letnich) i ekologicznych panujących w danym roku (14, 178). Należy także zaznaczyć, że uprawy bezplużne prowadzą do zwiększenia liczby bakterii i grzybów antagonicznych z rodzaju *Alternaria*, *Cladosporium*, *Trichoderma* i *Nigrospora*, które mogą wpływać na skład i liczebność patogenów chorobotwórczych (42, 96, 140).

W tabeli 23 przedstawiono wskaźniki i udział roślin porażonych poszczególnych odmian pszenicy w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli (średnie z lat 2000–2002). W stanowisku po owsie stwierdzono znacznie mniejsze porażenie pszenicy przez grzyby powodujące kompleks chorób podstawy źdźbła, zwłaszcza w warunkach uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego, niż po pszenicy jarej.

Tabela 20

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po pszenicy jarej w 2001 roku

Infection of wheat cultivars with culm base diseases as affected by tillage system in 2001
(preceding crop – spring wheat)

Odmiany (b) Cultivars (b)	Udział roślin porażonych (%) % of infection				Wskaźnik porażenia Index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	94	100	88	94	2,60	2,90	2,31	2,60
Kobra	98	96	90	95	2,42	2,50	2,90	2,61
Maltanka	80	98	100	93	1,72	3,34	3,20	2,75
Aleta	98	100	80	93	2,98	2,72	2,51	2,74
Mikon	94	98	76	89	2,82	3,34	1,64	2,60
Izolda	78	100	84	87	1,46	2,66	1,96	2,03
Sakwa	84	94	98	92	2,38	2,76	2,90	2,68
Średnia; Mean	89	98	88	92	2,34	2,89	2,49	2,57
NIR; LSD _{0,05} : sposób uprawy roli (a) tillage system (a)	9,9				r.n.			
odmiany (b) cultivars (b)	r.n.				0,464			
współdziałanie (a x b) interaction (a x b)	26,1				1,301			

* patrz tabela 2; see table 2

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

Natomiast uprawa konwencjonalna (płużna) przyczyniła się do większego porażenia źdźbeł pszenicy ozimej. W stanowisku po pszenicy jarej sposób uprawy roli nie powodował istotnych różnic w porażeniu roślin pszenicy ozimej (tab. 23). Zatem wyniki badań wskazują, że dwuletnia uprawa zbóż na tym samym polu w warunkach bezpłużnych wariantów uprawy roli może przyczyniać się do mniejszego porażenia pszenicy ozimej przez grzyby zasiedlające podstawę źdźbła. Spośród badanych odmian Kobra i Izolda odznaczały się istotnie większą odpornością na choroby, natomiast Maltanka wykazywała większą wrażliwość, szczególnie w warunkach uprawy bezpłużnej i siewu bezpośredniego w stanowisku po pszenicy jarej.

Na podstawie oceny prób źdźbeł stwierdzono duże zróżnicowanie nasilenia występowania gatunków grzybów w zależności od przedplonu, wariantu uprawy i odmiany pszenicy ozimej (tab. 24-29). Patogenami chorobotwórczymi dominującymi w 2000 roku były *Fusarium culmorum*, *Alternaria alternata* i *Rhizoctonia solani* (tab. 24 i 25). Sposób uprawy roli w 2000 roku nie wpłynął na liczebność *F. culmorum* występującego na źdźbłach odmian pszenicy. Największe porażenie przez tego grzyba stwierdzono u odmiany Izolda w stanowisku po owsie. Natomiast po pszenicy jarej najwięcej izolatów tego grzyba uzyskano ze źdźbeł odmiany

Tabela 21

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2002 roku

Infection of wheat cultivars with culm base diseases as affected by tillage system in 2002 (preceding crop – oats)

Odmiany (b) Cultivars (b)	Udział roślin porażonych (%) % of infection				Wskaźnik porażenia Index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	87	96	76	86	2,31	2,12	0,90	1,78
Kobra	88	90	78	85	2,10	1,66	0,94	1,57
Maltanka	88	88	80	85	2,60	2,02	1,04	1,89
Aleta	90	88	56	78	2,20	2,18	0,72	1,70
Mikon	92	90	86	89	2,64	1,74	1,12	1,83
Izolda	84	62	64	70	2,20	1,12	0,96	1,43
Sakwa	88	60	50	66	2,28	1,10	0,62	1,33
Średnia; Mean	88	82	70	80	2,33	1,70	0,90	1,65
NIR; LSD _{0,05} : sposób uprawy roli (a) tillage system (a)	15,6				0,373			
odmiany (b) cultivars (b)	16,3				0,394			
współdziałanie (a x b) interaction (a x b)	21,8				0,413			

* patrz tabela 2; see table 2

Maltanka. W warunkach siewu bezpośredniego po obu przedplonach stwierdzono zdecydowanie mniejszy udział roślin porażonych przez grzyb *Rhizoctonia solani* niż na obiektach z uprawą konwencjonalną i uproszczoną, zaś odwrotną zależność wykazało porażenie przez *Alternaria alternata*.

Warunki atmosferyczne w 2001 roku były bardziej sprzyjające dla rozwoju chorób grzybowych z powodu wyższej temperatury i większej sumy opadów w okresie wegetacji pszenicy ozimej. Jednak mniejsza ilość resztek poźniwnych pozostających z 2000 roku oraz inny rozkład opadów atmosferycznych w okresie wegetacji spowodowały znaczne zmiany w składzie gatunkowym grzybów zasiedlających podstawę źdźbła pszenicy. Stwierdzono dominującą liczebność *Fusarium avenaceum*, natomiast *F. culmorum* występowało w mniejszym nasileniu – głównie w warunkach siewu bezpośredniego (tab. 26 i 27). Dużą ilość grzyba *F. avenaceum* wyizolowano ze źdźbeł pszenicy odmiany Kobra, szczególnie na obiektach z uprawą uproszczoną i siewem bezpośrednim. Wyniki badań innych autorów potwierdzają również wrażliwość odmiany Kobra i wskazują na odporność Sakwy na fuzariozy (187). Inne grzyby w zdecydowanie mniejszym stopniu zasiedlały źdźbła pszenicy bez wyraźnego związku z przedplonem i sposobem uprawy roli.

W 2002 roku na źdźbłach pszenicy ozimej stwierdzono znaczną liczebność grzybów z rodzaju *Fusarium*, głównie *F. culmorum* i *F. avenaceum* oraz *Alternaria*

Tabela 22

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po pszenicy jarej w 2002 roku
Infection of wheat cultivars with culm base diseases as affected by tillage system in 2002
(preceding crop – spring wheat)

Odmiany (b) Cultivars (b)	Udział roślin porażonych (%) % of infection				Wskaźnik porażenia Index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	96	98	70	88	2,54	2,78	1,30	2,21
Kobra	100	100	60	87	2,00	1,84	0,92	1,59
Maltanka	100	100	78	93	2,58	2,58	1,80	2,32
Aleta	100	98	72	90	2,38	2,32	1,26	1,99
Mikon	96	100	60	85	2,78	2,78	0,98	2,18
Izolda	96	82	66	81	2,40	1,32	1,24	1,65
Sakwa	94	82	62	79	2,44	1,14	0,90	1,49
Średnia; Mean	97	94	67	86	2,44	2,11	1,20	1,92
NIR; LSD _{0,05} : sposób uprawy roli (a) tillage system (a)	8,7				0,620			
odmiany (b) cultivars (b)	9,3				0,518			
współdziałanie (a x b) interaction (a x b)	24,2				1,121			

* patrz tabela 2; see table 2

alternata (tab. 28 i 29). W stanowisku po owsie większą ilość *F. culmorum* wyizolowano ze źdźbeł odmiany Elena na obiektach z uprawą konwencjonalną i z siewem bezpośrednim. Po pszenicy jarej gatunek ten dominował na roślinach odmian Maltanka (uprawa płuzna) i Izolda (siew bezpośredni). Natomiast *F. avenaceum* porażało w znacznym stopniu odmianę Mikon przy uprawie konwencjonalnej po owsie, a po pszenicy jarej odmiany Mikon i Izolda.

Wykazana zmienność genotypowa odporności badanych odmian pszenicy ozimej na choroby powodowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* w zależności od przedplonu, sposobu uprawy roli i warunków atmosferycznych może wyjaśniać brak jednoznacznych wyników otrzymanych przez innych autorów (122). Zróżnicowaną wrażliwość odmian pszenicy na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* stwierdzili także w swych badaniach D o o h a n i i n. (49) oraz S m i j d e r s i P e r k o w s k i (164). W badaniach własnych nie potwierdziła się odporność odmiany Aleta na grzyby zasiedlające podstawę źdźbła (74). Różnice te mogą wynikać ze zmienności genotypowej grzybów z rodzaju *Fusarium*, którą można ocenić na podstawie analizy DNA poprzez test RAPD (141). Wyniki badań własnych dotyczące występowania *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti* i *Rhizoctonia solani* na odmianach pszenicy w zależności od wariantu uprawy roli wskazują, że warunki środowiskowe mogą mieć decydujący wpływ na występo-

Tabela 23

Porażenie odmian pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli (średnio z lat 2000–2002)

Infection of wheat cultivars with culm base diseases as affected by tillage system (average 2000–2002)

Przedplon – owies; Preceding crop – oat								
Odmiany (b) Cultivars (b)	udział roślin porażonych (%) % of infection				wskaźnik porażenia index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	79	69	70	73	2,03	1,54	1,42	1,66
Kobra	71	69	58	66	1,65	1,51	1,11	1,42
Maltanka	87	72	75	78	2,18	1,52	1,54	1,75
Aleta	76	68	52	65	1,75	1,71	1,05	1,50
Mikon	81	62	66	70	1,87	1,28	1,25	1,47
Izolda	77	54	66	66	1,73	1,05	1,30	1,36
Sakwa	67	55	71	64	1,51	1,38	1,60	1,50
Średnia; Mean	77	64	66	69	1,82	1,43	1,32	1,52
Przedplon – pszenica jara; Preceding crop – spring wheat								
Odmiany (b) Cultivars (b)	udział roślin porażonych (%) % of infection				wskaźnik porażenia index of infection			
	sposób uprawy roli* (a); tillage system* (a)							
	A	B	C	średnia mean	A	B	C	średnia mean
Elena	72	82	78	77	1,83	2,11	1,77	1,90
Kobra	76	77	63	72	1,63	1,59	1,50	1,57
Maltanka	76	91	89	85	1,69	2,36	2,39	2,15
Aleta	86	83	75	81	2,08	1,89	1,79	1,92
Mikon	87	84	73	81	2,36	2,39	1,51	2,09
Izolda	76	77	76	76	1,57	1,55	1,71	1,61
Sakwa	77	68	75	73	1,91	1,42	1,77	1,70
Średnia; Mean	79	80	75	78	1,87	1,90	1,78	1,85
NIR; LSD _{0,05} :								
sposób uprawy roli (a) tillage system (a)	5,3				0,25			
odmiany (b); cultivars (b)	9,8				0,27			
lata (c); years (c)	22,2				0,31			
przedplon (d); preceding crop (d)	6,4				0,22			
współdziałanie; interaction								
(a x b)	11,2				0,31			
(a x c)	r.n.				0,35			
(b x c)	36,2				0,52			

* patrz tabela 2; see table 2

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

wanie chorób podstawy źdźbła. Również inni autorzy (108, 109, 177) podkreślają duże znaczenie środowiska w rozprzestrzenianiu się tych patogenów. Przy małych opadach w okresie wegetacji i przejściowej suszy w kwietniu w 2000 roku gatun-

kiem dominującym było *F. culmorum*, niezależnie od sposobu uprawy roli. Grzyb ten może rozwijać się w warunkach małego potencjału wodnego. Większe porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* w 2001 roku było spowodowane wyższą temperaturą i większymi opadami deszczu w okresie wegetacji pszenicy. Warunki atmosferyczne w roku 2001 sprzyjały w większym stopniu rozwojowi *F. avenaceum*. Małe różnice pomiędzy stopniem porażenia odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu wynikają z dużej wrażliwości owsa i pszenicy jarej na grzyby z rodzaju *Fusarium* (94), pomimo znacznej odporności owsa na inne choroby podstawy źdźbła. Silna presja chorób podstawy źdźbła w warunkach następstwa roślin uwzględnionego w badaniach (dwuletnia uprawa zbóż na tych samych polach) uniemożliwiła wykazanie wpływu sposobu uprawy roli na stopień porażenia odmian pszenicy ozimej w stanowisku po pszenicy jarej w 2001 roku. Natomiast w latach 2000 i 2002 istotnie mniejszy wskaźnik i udział roślin porażonych wykazano w warunkach uprawy uproszczonej lub siewu bezpośredniego. Należy jednak zaznaczyć, że wyniki odnoszą się do następstwa zbóż po sobie. W zmianowaniach, gdzie zboża powracają po dwóch lub trzech latach na to samo pole, w warunkach uprawy bezplużnej pszenica może być porażana przez grzyby wywołujące choroby podstawy źdźbła w większym stopniu niż w uprawie konwencjonalnej (36, 185). Nierównomierne opady deszczu oraz obserwowana zróżnicowana masa resztek późniejszych przedplonów w latach 2000–2002 odegrały decydującą rolę w zmienności populacji grzybów zasiedlających podstawę źdźbła badanych odmian pszenicy ozimej. Świadczy o tym różna liczebność grzybów antagonistycznych z rodzaju *Alternaria*, *Nigrospora*, *Cladosporium* i *Trichoderma* (tab. 24–29).

5.5. CHOROBY LIŚCI I KŁOSÓW

W 2000 roku stwierdzono sporadyczne objawy chorób liści i kłosów na odmianach pszenicy ozimej. Natomiast w roku 2001 zanotowano większe zróżnicowanie ich porażenia przez grzyby wywołujące choroby liści i kłosów w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. Siew bezpośredni (uprawa zerowa) w stanowisku po pszenicy jarej powodował wyższy stopień porażenia liści pszenicy ozimej przez grzyby *Pyrenophora tritici-repentis*, *Septoria tritici* i *Septoria nodorum* (tab. 30). Odmiany pszenicy wysiane po owsie w warunkach siewu bezpośredniego odznaczały się również istotnie większym stopniem porażenia w porównaniu ze stwierdzonym na obiektach z uprawą konwencjonalną. Wynik ten jest potwierdzeniem badań innych autorów (190, 191), którzy stwierdzili większe porażenie pszenicy przez grzyby powodujące choroby liści przy stosowaniu bezplużnych wariantów uprawy roli. Odmiany odznaczały się różnym nasileniem objawów chorobowych. Elena, Aleta i Mikon, niezależnie od przedplonu, wykazywały nieco większą odporność na choroby liści niż pozostałe odmiany, zaś Maltanka i Sakwa odznaczały się istotnie większą wrażliwością. W roku 2002 zanotowano znacznie mniejsze porażenie liści i kłosów pszenicy ozimej przez grzyb *Septoria nodorum*.

Tabela 24

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2000 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%). Preceding crop – oat, 2000 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Elena			Kobra			Maltanka			Aleta		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissler	9,1	33,3	43,1	5,7	16,0	38,5	24,7	27,5	35,5	4,3	2,6	17,0
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.												
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.												
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries						2,6						
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain			2,8			3,9	4,5	2,5				
<i>Epicoecium purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	7,8	25,0	12,5	17,1	12,0	3,9	9,0	15,0	15,1		5,3	3,8
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.						5,1						
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	36,4	8,4	18,1	17,1	44,0	32,1	46,1	32,5	23,7		2,6	26,4
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.												3,8
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Welmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.												
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	7,8	16,7		44,3	16,0	3,9	7,9	2,5		78,6	55,3	
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai						7,7			3,2			
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.								5,0	6,5		5,3	5,7
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray	7,8		4,2		4,0				6,5			11,3
<i>Tricholecium roseum</i> Link.					4,0					2,9		3,8
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss												
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi	31,1	16,6	19,3	15,8	4,0	2,3	7,8	15,0	9,5	14,2	28,9	28,2

* patrz tabela 2; see table 2

od. tabeli 24

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2000 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%). Preceding crop – oat, 2000 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Mikot			Izolda			Sakwa			średnia		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	17,6	8,1	0,0	13,9	17,7	39,1	19,7	22,2	40,6	13,6	18,2	30,5
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.												
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.												
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fries.) de Vries									4,4			1,00
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain	2,7						4,5			1,7	0,4	1,0
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	14,9	5,4	6,6	12,7	7,8			3,7	5,8	8,8	10,6	6,8
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.								3,7			0,5	0,7
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	29,7	45,9	45,9	46,8	52,9	42,4	31,8	40,3	42,2	29,7	32,4	33,0
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.		2,7									0,4	0,5
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.			4,9									0,7
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.			3,3		2,0		12,1			1,7	0,3	0,5
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn				15,2	2,0		3,0			22,4	13,2	0,6
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai												1,6
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.			3,3				19,7	7,9		2,8	2,6	2,2
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray	16,2	10,8	9,8	7,6	3,9	3,3				4,5	2,7	5,0
<i>Trichotecium roseum</i> Link.										0,4	0,6	0,5
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss												
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi	18,9	27,1	26,2	3,8	13,7	15,2	9,2	22,2	7,0	14,4	18,2	15,4

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 25

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po pszenicy jarej w 2000 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%).

Preceding crop – spring wheat, 2000 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Elena			Kobra			Maltanka			Aleta		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissler	9,1	10,6	33,7	18,2	21,1	44,2	20,6	22,2	25,3	12,2	15,8	18,6
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.												
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.												
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	3,9	4,6	3,5		1,4	3,5						4,3
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain	3,9					3,5						2,9
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	14,3	15,2	16,3	12,5	14,1	27,9	14,3	14,8	2,4	16,3	19,7	30,0
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.									2,4			
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	11,7	15,2	27,9	17,1	21,1		36,5	38,9	55,4	23,5	26,3	20,0
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	7,8	6,1									1,3	
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br) Petch.									2,4			
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	19,5	15,2	2,3	45,5	28,2	2,3	14,3	7,4		19,4	23,7	5,7
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai												
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon) Bain.	14,3	18,2	14,0					5,6	7,2			4,3
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray						11,6			2,4	8,2	1,3	
<i>Trichotecium roseum</i> Link.										12,2	5,3	
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss												
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi	15,5	14,9	2,3	6,7	14,1	7,0	14,3	11,1	2,5	8,2	6,6	14,2

* patrz tabela 2; see table 2

cd. tabeli 25

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po pszenicy jarej w 2000 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%).
Preceding crop – spring wheat, 2000 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Mikon			Izolda			Sakwa			średnia		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	9,8	9,9	26,2	22,4	31,8	37,1	11,8	20,4	20,0	14,9	18,8	29,3
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.												
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.												
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries		1,4	4,9	4,5						1,2	1,1	2,3
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain					2,3	3,2			6,7	0,6	0,3	2,3
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	14,6	18,3	6,6		2,3	14,5	30,9	22,5	16,7	14,7	15,3	16,3
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.			3,3			4,8						1,50
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	30,5	29,6	8,2	13,4	4,6		8,8	4,1	17,8	20,2	20,0	18,5
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.								2,0		1,1	1,3	
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe						11,3		2,0		0,3	0,3	1,6
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.	3,7									0,5		
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.												0,3
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn		1,4		9,0	4,6					15,4	11,5	1,57
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	22,0	22,5	9,8		2,3			4,1	8,9	3,1	4,1	2,7
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.		1,4	4,9			4,8		6,1	18,9	2,0	4,5	7,7
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray			6,6			3,2		2,0	6,7	1,2	0,5	4,4
<i>Tricholectium roseum</i> Link.	3,7		19,7	10,5	15,9	9,7				3,8	3,0	4,2
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss												
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi	15,7	15,5	9,8	40,2	36,2	11,4	48,5	36,8	4,3	21,3	19,3	7,4

* patrz tabela 2, see table 2

Tabela 26

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowiątku po owsie w 2001 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%). Preceding crop – oat, 2001 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany; Cultivars											
	Elena			Kobra			Maltanka			Aleta		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissler	9,4	8,3	18,5	22,2	6,5	3,3	11,5	13,1	4,8	17,3	36,6	14,0
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.		8,3	4,6									
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.												
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries												
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain	4,7						4,9			5,8	11,7	
<i>Epicoecum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht										5,8		3,5
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	84,4	61,7	56,9	63,5	93,5	86,9	67,2	72,1	84,7	42,3	30,0	47,4
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.		11,7	6,2			9,8	4,9			15,4	21,6	19,3
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.												
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.		6,7					4,9	1,6				
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn			4,6						4,8	13,4		
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai			4,6									
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.							6,6	9,8				12,3
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.								3,3				
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray				9,5					4,8			
<i>Trichotecium roseum</i> Link.												
<i>Ustiladium botrytis</i> Preuss												
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi	1,5	3,3	4,6	4,8				0,1	0,9		0,1	3,5

* patrz tabela 2; see table 2

cd. tabeli 26

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2001 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%). Preceding crop – oat, 2001 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Mikon			Izolda			Sakwa			średnia		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissler	10,5	27,9		38,3	16,9	22,6	0,0	11,9	11,5	15,6	17,3	10,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.											1,2	0,7
<i>Borytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.												
<i>Cladospodium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries												
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain			4,1							2,2	1,7	0,6
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	8,8				3,1			11,9	11,5	2,1	2,1	2,1
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	49,1	53,4	77,6	40,0	36,9	13,2	81,7	57,6	18,4	61,2	57,9	55,0
<i>Fusarium culmorum</i> W. G. Sm) Sacc.			12,3		16,9	15,1	16,7		52,9	5,3	7,2	16,5
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.												
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe						30,2						4,3
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.	7,1									1,7	1,2	
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	24,5	4,7					1,6			5,6	0,7	1,3
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.												
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai												0,7
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.			6,0	6,7	7,7			8,5		1,9	3,7	2,6
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.											0,5	
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray		9,4			9,2	15,1		6,8		1,4	3,6	2,8
<i>Trichotecium roseum</i> Link.												
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss		4,6		6,7						1,0	0,7	
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi				8,3	9,3	3,8		3,3	5,7	2,1	2,3	2,6

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 27

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po pszenicy jarej w 2001 roku (%)
 Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%).
 Preceding crop – spring wheat, 2001 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Elena			Kobra			Maltanka			Aleta		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissler	10,0	22,2	12,9	13,0	6,6		9,4	10,5	13,8	35,0	19,2	5,2
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.												
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.										3,3		
<i>Cladospodium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries												
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain	1,7	5,8										
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht			4,9							13,3		5,2
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	75,0	48,0	61,3	47,0	90,2	80,0	34,0	73,7	51,7	36,7	51,1	69,0
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	13,3	5,8				20,0	13,2	8,8	31,0		17,0	15,5
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.							9,4					
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.										3,3		
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn							5,7	3,5				
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.				10,4								
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai												
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.							7,6					
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray		14,0	11,3		3,2				3,5		8,5	5,1
<i>Tricholecium roseum</i> Link.				10,4			13,2					
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss				13,9						5,0		
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi		4,2	9,6	5,3			7,5	3,5		3,4	4,2	

* patrz tabela 2; see table 2

cd. tabeli 27

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po pszenicy jarej w 2001 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%).

Preceding crop – spring wheat, 2001 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Mikon			Izolda			Sakwa			średnia		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	4,9	0,0	4,8	22,6	11,7	18,0	15,7	11,1	8,5	15,8	11,6	9,0
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.												
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.										0,5		
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries												
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain										0,2	0,8	
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	4,9			7,6				3,2		3,7	0,5	1,4
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	78,7	60,7	58,1	30,2	48,3	45,9	64,7	52,4	46,8	52,3	60,6	59,0
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.		9,8	22,6		5,0	18,0		23,8	31,9	3,8	10,0	19,9
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.		19,7								1,3	2,8	
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer												
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.										0,5		
<i>Penicillium notatum</i> Westling												
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	9,8		9,7	13,2		3,3				4,1	0,5	1,9
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.		4,9		7,6	20,0					2,6	3,6	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary												
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai												
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.		4,9		11,3						2,7	0,7	
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray			4,8		10,0	4,9	5,9		12,8	0,8	5,1	6,1
<i>Tricholectium roseum</i> Link.										3,4		
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss				7,5						3,8		
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi	1,7				5,0	9,9	13,7	9,5		4,5	3,8	2,8

* patrz tabela 2, see table 2

Tabela 28

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2002 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%). Preceding crop – oat, 2002 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Elena			Kobra			Maltanka			Aleta		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	13,3	28,3	3,8	19,3	18,9	22,2	27,6	21,8	31,4	10,3	30,2	31,0
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.		3,8			5,7							
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.						3,7	3,5					
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries						3,7	1,7				11,3	5,2
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain												
<i>Epicoecium purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	3,3	9,4			15,1	9,3	5,2	9,1		10,3	11,3	6,9
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	26,7	17,0	20,8	28,1	24,5	20,7	20,7	12,7	11,8	20,7		
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	51,7	11,3	69,8	14,0	22,6	53,8	15,5	41,8	33,3	44,9	13,2	43,1
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.		9,5			7,6						18,9	
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe				33,3								
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.											5,7	
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer									2,0			
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Pelch.												
<i>Penicillium notatum</i> Westling	5,0								2,0			
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn		17,0	3,8						5,8	13,8		
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.							13,8					
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary		3,7		5,3		5,5					3,8	
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai												
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.												
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray									5,9			8,6
<i>Tricholectium roseum</i> Link.							1,7					
<i>Ustiladium bolvitis</i> Preuss			1,8									
Inne grzyby nie zarodnikujące					5,6	1,8	10,3	14,6	7,8		5,6	5,2
Other non-sporulating fungi												

* patrz tabela 2-, see table 2

cd. tabeli 28

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowisku po owsie w 2002 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%). Preceding crop – oat, 2002 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany; Cultivars											
	Mikon			Izolda			Sakwa			średnia		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissler	24,7	17,7	27,3	24,0	31,0	25,0	29,0	9,8	12,5	21,2	22,5	21,9
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.					3,5	1,9				1,9	0,3	
<i>Borytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.			6,8				8,1			1,7		1,5
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	1,7			2,0	10,4	2			4,2	0,8	3,1	2,2
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain												
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	3,4	3,2	6,8	6,0	13,8	11,5		5,9	4,2	4,0	9,7	5,5
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	44,9	14,5	11,4	4,0	8,6	15,4	17,7	17,6	12,5	23,3	13,6	10,3
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	13,5	22,6	22,7	46,0	12,1	23,1	30,6	56,9	20,8	30,9	25,8	38,1
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.		21,0			20,6						11,1	
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe										4,8	0,8	
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer						1,9						0,6
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.	1,7			4,0					4,2	1,5		0,9
<i>Penicillium notatum</i> Westling	3,4	3,2		12,0		9,6	4,9	3,9		4,9	3,4	2,7
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	3,4			2,0					12,5	2,7		1,8
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.		4,9	4,5			1,9				0,8	1,8	1,7
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary			6,8						16,7			3,4
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai			4,5									0,6
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.												
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray		12,9									1,8	2,1
<i>Trichotecium roseum</i> Link.	1,7						9,7		6,3	1,9		0,9
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss			4,5			5,8		2,0	4,2		0,3	2,3
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi	1,6		4,7			1,9		3,9	1,9	1,7	4,2	3,3

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 29

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowiątku po pszenicy jarej w 2002 roku (%)
 Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%). Preceding crop – spring wheat, 2002 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Elena			Kobra			Maltanka			Aleta		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	14,0	19,4	49,1	38,3	6,7	22,4	21,1	23,6	20,3	16,8	20,3	29,6
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.					3,4	1,7	1,8		3,4			1,9
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.		1,6	3,8	6,4								
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries		1,6	3,8	4,3					1,7	3,0		3,7
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain												
<i>Epicoecium purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	14,0	9,7	3,8	8,5	13,3	10,4	10,5	7,3	11,2	12,2	11,8	3,7
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	42,1	24,2	1,9	23,4	43,3		15,8	9,1	11,2	13,4	15,3	14,8
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	24,6	11,3	11,3	10,6	28,3	46,6	50,8	27,3	22,0	15,3	30,5	25,9
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.		4,8			5,0						13,6	
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer						6,9			5,1			
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.												
<i>Penicillium notatum</i> Westling								7,3		3,0		
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn		12,9	18,9			6,9		9,1	3,4	19,7		
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.		4,8							18,4			5,6
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary								5,5				3,7
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai										4,6		
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.												
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray	5,3		5,7					7,3				11,1
<i>Trichothecium roseum</i> Link.												
<i>Ustiladium botrytis</i> Preuss												
Inne grzyby nie zarodnikujące		9,7	1,7	8,5		5,1		1,7			5,1	
Other non-sporulating fungi								1,8		12,0	3,4	

* patrz tabela 2; see table 2

cd. tabeli 29

Występowanie grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli w stanowiątku po pszenicy jarej w 2002 roku (%)

Occurrence of fungi inhabiting the culm base in winter wheat cultivars depending on the tillage system (%).

Preceding crop – spring wheat, 2002 year

Gatunek grzyba Fungus species	Odmiany: Cultivars											
	Mikon			Izolda			Sakwa			średnia		
	A*	B*	C*	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Alternaria alternata</i> (Fr) Keissler	3,6	28,8	32,1	8,7	40,7	14,5	21,4	20,6	11,8	17,7	22,9	25,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	1,8				5,6			1,6	2,0	0,5	1,5	1,3
<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Fr.										0,9	0,2	0,5
<i>Cladospodium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries		1,5	1,8			3,6		3,2	2,0	1,0	0,9	2,4
<i>Drechslera sorokiniana</i> (Sacc.) Subram. Et Jain												
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. Schlecht	10,7	3,0			3,7	3,6	5,4	12,7	3,9	8,8	8,8	5,2
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	48,2	12,1	11,3	49,5	13,0	18,2	23,2	3,2	15,7	30,8	17,2	10,4
<i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc.	32,1	22,7	34,0	24,9	20,4	60,1	46,5	25,4	47,1	29,6	23,7	35,3
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.		10,6			11,1			4,8			7,1	
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe												
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.												
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer									4,0			2,3
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.								3,2			0,46	
<i>Penicillium notatum</i> Westling								3,2		0,4	1,5	
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn		12,1	1,9	8,7				1,6		4,1	5,1	4,4
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.									3,9		0,7	4,0
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	3,6	4,5	5,7	4,9			1,8			1,5	1,4	1,3
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai								20,7		0,7	3,0	
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bain.												
<i>Trichoderma koningii</i> Oud.												
<i>Trichoderma viridae</i> Pers. Ex S. F. Gray			13,2							0,8	1,0	4,3
<i>Trichothecium roseum</i> Link.									3,9	0,2	0,7	1,0
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss				3,3	5,5					0,5	1,0	1,0
Inne grzyby nie zarodnikujące Other non-sporulating fungi		4,7							5,7	2,9	2,8	0,8

* patrz tabela 2; see table 2

Tabela 30

Wpływ przedplonu i sposobu uprawy roli na stopień porażenia liści odmian pszenicy ozimej przez grzyby *Pyrenophora tritici-repentis*, *Septoria tritici* i *Septoria nodorum* (w skali 9°)
 The influence of preceding crop and tillage system on the degree of infection of winter wheat cultivars with fungi *Pyrenophora tritici-repentis*, *Septoria tritici* i *Septoria nodorum* (scale 9°)

Przedplon i data oceny Preceding crop and time of estimation	Sposób uprawy* Tillage system*	Odmiany; Cultivars							Średnia** Mean**
		El	Ko	Ma	Al	Mi	Iz	Sa	
Owies; Oat 19.06.2001	A	7,8	6,8	7,3	8,0	8,5	6,3	6,3	7,3 a
	B	6,5	6,3	5,5	7,3	7,8	6,5	6,0	6,5 ab
	C	5,0	5,3	4,5	6,5	6,5	6,5	6,0	5,8 b
26.06.2001	A	6,8	6,0	6,5	7,0	8,0	7,5	6,5	6,9 a
	B	6,8	5,5	4,8	6,0	7,3	6,0	6,3	6,1 ab
	C	4,0	4,5	4,3	5,5	6,3	5,3	4,5	4,9 b
	średnia; mean***	5,9 bc	5,3 c	5,2 c	6,2 b	7,2 a	6,3 b	5,8 bc	
Pszenica jara Spring wheat 19.06.2001	A	8,0	7,5	6,5	8,3	7,5	7,5	6,8	7,4 a
	B	7,0	6,0	5,0	6,3	7,0	7,3	6,3	6,4 b
	C	6,0	5,3	5,3	6,0	6,0	4,3	4,3	5,3 c
26.06.2001	A	7,5	6,5	5,5	7,5	6,8	7,3	6,8	6,8 a
	B	6,5	6,3	5,0	6,0	7,0	6,0	5,0	6,0 ab
	C	5,0	4,0	4,5	3,0	4,5	3,0	3,0	3,9 b
	średnia; mean***	6,3 a	5,6 bc	5,0 d	5,5 cd	6,1 ab	5,4 cd	5,4 cd	

* patrz tabela 2; see table 2

** wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się między sobą istotnie przy $\alpha = 0,05$
 values marked with the same letter are not significantly different $\alpha = 0,05$

*** średnie z drugiego terminu oceny; means from the second term of estimation

w warunkach siewu bezpośredniego niż w obiektach z pozostałymi wariantami uprawy roli (tab. 31). Istotnie mniejszym porażeniem przez *Septoria nodorum* (w porównaniu z innymi odmianami) charakteryzowały się Sakwa i Izolda, zaś pozostałe odmiany były bardziej wrażliwe na grzyba zasiedlającego liście i kłosa. Szczególnie silne porażenie przez grzyb wywołujący septoriozę kłosów stwierdzono u odmiany Mikon.

Tabela 31

Wpływ przedplonu i sposobu uprawy roli na stopień porażenia liści i kłosów odmian pszenicy ozimej przez grzyb *Septoria nodorum* (w skali 9°)
 The influence of preceding crop and tillage system on the intensity of infection of some winter wheat cultivars with *Septoria nodorum* (scale 9°)

Przedplon i data oceny Preceding crop and time of estimation	Sposób uprawy* Tillage system*	Odmiany; Cultivars							Średnia** Mean**
		El	Ko	Ma	Al	Mi	Iz	Sa	
Owies; Oat 14.06.2002	A	5,8	6,8	5,8	6,5	4,5	7,5	6,0	6,1 b
	B	5,8	6,5	5,0	6,5	5,5	7,5	7,5	6,3 ab
	C	8,0	7,0	6,0	7,3	6,5	7,0	7,3	7,0 a
26.06.2002	A	4,5	4,5	4,5	4,8	3,5	6,3	6,5	4,9 b
	B	4,5	4,5	4,0	5,5	3,0	6,0	6,5	4,9 b
	C	6,3	6,0	5,3	6,4	5,0	6,3	6,8	6,0 a
	średnia; mean***	5,1 bc	5,0 bc	4,6 cd	5,6 bc	3,8 d	6,2 ab	6,6 a	
Pszenica jara Spring wheat 14.06.2002	A	6,0	6,0	5,3	6,3	5,0	6,5	5,5	5,8 b
	B	5,8	5,5	4,3	4,5	5,5	7,0	7,3	5,7 b
	C	7,3	7,0	5,0	8,0	7,0	7,5	8,0	7,1 a
26.06.2002	A	4,5	3,5	3,5	5,5	2,0	4,8	6,0	4,3 c
	B	5,5	4,5	3,5	5,8	4,0	6,0	5,5	5,0 b
	C	6,0	5,0	4,3	5,5	4,0	6,3	7,0	5,4 a
	średnia; mean***	5,3 b	4,3 c	3,8 cd	5,6 ab	3,3 d	5,7 ab	6,2 a	

* patrz tabela 2; see table 2

** wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się między sobą istotnie przy $\alpha = 0,05$
 values marked with the same letter are not significantly different $\alpha = 0,05$

*** średnie z drugiego terminu oceny; means from the second term of estimation

5.6. ZMIENNOŚĆ ELEMENTÓW STRUKTURY PLONU PSZENICY OZIMEJ

Odmiany cechowały się znacznie zróżnicowanym plonowaniem w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. Istotnie większymi plonami ziarna w obu stanowiskach wyróżniły się odmiany Izolda i Kobra, zaś najmniejszymi Mikon i Aleta (tab. 32). Wszystkie badane genotypy wykazywały większy plon ziarna w stanowisku po owsie niż po pszenicy jarej. Uproszczona uprawa roli i siew bezpośredni wpłynęły na obniżenie wydajności badanych odmian średnio o około 17% w stosunku do ich plonów uzyskanych przy stosowaniu uprawy konwencjonalnej. Znacznie mniejsze plony odmian Sakwa, Maltanka i Mikon w tych wariantach uprawy roli po pszenicy jarej niż w stanowisku po owsie wskazują na zróżnicowaną reakcję odmian na zastosowane przedplony i sposoby uprawy roli. Analiza plonów 12 odmian pszenicy w warunkach północnej Karoliny wykazała również, że genotypy odznaczające się wysokim plonem w uprawie konwencjonalnej plonują także lepiej w bezplużnych wariantach uprawy roli (183). Natomiast w innych badaniach stwierdzono istotną interakcję odmian ze sposobami uprawy roli (38). D a o i N g u y e n (43) stwierdzili, że wczesne odmiany pszenicy odznaczały się

Tabela 32

Plony ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli
(średnio z lat 2000–2002); ($t \cdot ha^{-1}$)

Yields of winter wheat cultivars as affected by tillage system and preceding crop
(mean 2000–2002); ($t \cdot ha^{-1}$)

Odmiana Cultivar	Przedplon; Preceding crop								Średnia; Mean			
	owies; oat				pszenica jara; spring wheat							
	A*	B*	C*	X	A	B	C	X	A	B	C	X
Elena	5,23	4,28	4,06	4,52	4,49	4,05	3,85	4,13	4,86	4,16	3,96	4,33
Kobra	5,93	4,21	4,64	4,92	5,38	4,25	4,33	4,65	5,65	4,23	4,48	4,79
Maltanka	5,22	4,37	4,20	4,60	4,39	4,00	3,71	4,03	4,80	4,19	3,95	4,31
Mikon	4,69	4,67	4,03	4,46	4,66	3,45	3,42	3,84	4,68	4,06	3,72	4,15
Izolda	5,54	4,53	4,62	4,89	4,96	4,33	4,37	4,55	5,25	4,43	4,50	4,72
Aleta	4,95	4,00	4,11	4,35	4,53	3,71	3,84	4,02	4,74	3,85	3,97	4,19
Sakwa	5,41	4,31	4,45	4,72	4,73	3,92	4,09	4,25	5,07	4,11	4,27	4,48
Średnia; Mean	5,28	4,34	4,30	4,64	4,73	3,96	3,94	4,21	5,01	4,15	4,12	-

*patrz tabela 2; see table 2

NIR; LSD_{0,05}: przedplony; preceding crop = 0,348

odmiany; cultivars = 0,529

sposoby uprawy roli; tillage system = 0,486

interakcja sposoby uprawy roli x odmiany; interaction tillage system x cultivar = 0,767

wyższą stabilnością plonowania w uproszczonych wariantach uprawy roli. Autorzy ci sugerują, że tolerancja na wysokie temperatury może być dobrym wskaźnikiem dla hodowli odmian o łatwej adaptacji do uprawy konserwującej.

Analizując dane zawarte w tabelach 33 i 34 można stwierdzić, że największe plony ziarna odmian Izolda i Kobra były najczęściej uwarunkowane większą masą ziaren z kłosa. Natomiast Mikon i Aleta odznaczały się istotnie mniejszymi wartościami tych komponentów plonu. W stanowisku po owsie Elena, Maltanka i Sakwa wykazywały mniejszą liczbę ziaren w kłosie w uproszczonych wariantach uprawy roli niż w warunkach uprawy konwencjonalnej. Natomiast po pszenicy jarej jedynie Izolda odznaczała się mniejszą liczbą ziaren z kłosa na obiektach z uprawą bezplużną. Masa ziaren z kłosa i masa tysiąca ziaren odmian pszenicy charakteryzowały się często nieco mniejszymi wartościami w uproszczonych sposobach uprawy roli. Nieco większą liczbę kłosów na m^2 zanotowano w warunkach uprawy konwencjonalnej niż na obiektach z uproszczonymi wariantami uprawy roli. W stanowisku po owsie odmiany pszenicy nie różniły się istotnie pod względem liczby kłosów na jednostce powierzchni (tab. 33), zaś po pszenicy jarej niektóre odmiany wykazywały istotne zróżnicowanie wartości tej cechy (tab. 34). Zaznaczyła się również tendencja skracania długości źdźbła w uprawie uproszczonej, a długość kłosa ulegała tylko niewielkim zmianom. W badaniach innych autorów stwierdzono mniejszą liczbę kłosów na jednostce powierzchni w warunkach uproszczonej uprawy roli (21, 22, 46). Mniejszą masę tysiąca ziaren oraz liczbę i masę ziarna z kłosa przy stosowaniu ekstensywnych systemów uprawy roli wykazali także V a r g a i in. (174). Natomiast T o m p k i n s i in. (171) stwierdzili ujemną

Tabela 33

Cechy struktury plonu odmian pszenicy ozimej uprawianych po owsie (średnie z lat 2000–2002)
Yield components of winter wheat cultivars cropped after oat (means for 2000–2002)

Odmiana Cultivar	A – Uprawa konwencjonalna; Plough tillage					B – Uprawa uproszczona; Simplified tillage					C – Uprawa zerowa; Direct sowing							
	LK	WR	DK	LZK	MZK	MTZ	LK	WR	DK	LZK	MZK	MTZ	LK	WR	DK	LZK	MZK	MTZ
Elena	464	83,5	9,4	51,6	2,18	44,5	445	75,6	9,4	48,9	2,02	44,9	420	78,6	8,9	48,9	1,87	42,4
Kobra	515	79,2	8,4	45,7	2,31	45,5	461	69,3	8,5	47,5	2,0	44,4	471	75,6	8,0	48,0	2,25	43,4
Maltanka	504	79,2	8,3	50,3	2,13	45,4	447	70,7	8,4	42,9	2,22	45,7	479	75,9	8,8	44,7	2,12	43,8
Aleta	483	80,2	9,1	40,5	2,03	46,9	466	79,8	8,9	41,4	1,99	45,8	501	84,0	8,7	39,1	1,86	44,2
Mikon	584	80,1	9,2	44,2	1,89	43,6	472	76,4	8,9	43,2	1,75	42,9	492	83,0	9,1	47,1	1,85	44,3
Izolda	501	97,2	9,9	51,5	2,38	44,4	475	92,9	9,6	49,5	2,13	43,7	478	87,3	10,0	50,5	2,22	43,6
Sakwa	496	82,0	8,4	47,0	2,27	46,8	415	79,6	8,4	44,4	2,10	45,7	487	84,2	8,3	44,4	2,06	46,6
Średnia Mean	507	83,1	9,0	47,3	2,17	45,3	454	77,8	8,9	45,4	2,03	44,7	475	81,2	8,8	46,1	2,03	44,0
NIR; LSD _{0,05}	r.n.	15,20	1,40	7,21	0,47	2,20	r.n.	16,30	0,90	6,01	0,24	2,18	r.n.	8,12	1,61	6,90	0,35	2,01

Oznaczenia: Explanations:

LZK – liczba ziaren z kłosa (sz.); number of grains per head,

DK – długość kłosa (cm); head length,

WR – wysokość roślin (cm); plant height,

MZK – masa ziaren z kłosa (g); weight of grains per head,

MTZ – masa 1000 ziaren (g); 1000 grain weight,

LK – liczba kłosów na 1 m² (sz.); number of heads per 1 m²,

R² – współczynnik determinacji; coefficient of determination.

Tabela 34

Cechy struktury plonu odmian pszenicy ozimej uprawianych po pszenicy jarej (średnie z lat 2000–2002)
Yield components of winter wheat cultivars cropped after spring wheat (means for 2000–2002)

Odmiana Cultivar	A – Uprawa konwencjonalna; Plough tillage						B – Uprawa uproszczona; Simplified tillage						C – Uprawa zerowa; Direct sowing					
	LK*	WR*	DK*	LZK*	MZK*	MTZ*	LK	WR	DK	LZK	MZK	MTZ	LK	WR	DK	LZK	MZK	MTZ
Elena	407	82,7	9,6	49,9	2,19	44,4	373	77,1	8,9	48,6	2,00	43,4	452	81,3	9,8	56,2	2,02	43,7
Kobra	481	78,4	7,9	47,1	2,31	46,1	459	69,8	8,4	47,7	2,10	44,7	458	76,0	8,3	49,6	2,36	44,3
Maltanka	474	77,1	8,7	45,4	2,18	45,7	427	71,2	8,3	45,6	2,15	44,7	452	76,9	8,7	45,0	2,00	43,6
Aleta	453	86,5	8,4	40,9	2,05	45,5	415	79,3	8,6	43,5	2,09	44,5	457	86,4	8,7	39,8	1,89	44,2
Mikon	578	85,8	9,2	46,4	2,16	42,2	446	76,1	8,9	45,4	1,91	42,3	490	82,0	9,3	48,2	1,97	41,8
Izolda	445	87,6	10,2	55,2	2,59	44,4	358	82,1	9,3	53,4	2,24	43,2	402	88,5	10,1	51,6	2,14	42,2
Sakwa	457	85,1	8,3	46,6	2,31	46,3	368	79,1	8,4	46,0	2,09	44,0	447	85,1	8,4	46,8	2,19	43,2
Średnia Mean	471	83,3	8,9	47,4	2,26	44,9	407	76,4	8,7	47,2	2,08	43,8	451	82,3	9,0	48,2	2,08	43,3
NIR; LSD _{0,05}	119,0	9,30	1,44	8,11	0,42	2,41	89,0	5,98	0,89	7,9	0,25	r.n.	r.n.	9,40	1,48	9,69	0,37	r.n.

* patrz tabela 33; see table 33

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

Tabela 35

Równania regresji wielokrotnej opisujące plony sienna pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli

Multiple regression equations as affected by tillage system

Odmiana Cultivar	Równanie regresji wielokrotnej Multiple regression equations	R ²
A – Uprawa konwencjonalna; Plough tillage		
Elena	$Y = 0,75 \text{ LK} - 0,81 \text{ LZK} + 1,13 \text{ MZK} - 17,82$	0,71
Kobra	$Y = 0,72 \text{ LK} + 0,49 \text{ MZK} + 0,70 \text{ MTZ} - 166,40$	0,74
Maltanka	$Y = 0,71 \text{ LK} + 0,32 \text{ MZK} + 0,77 \text{ MTZ} - 165,68$	0,71
Aleta	$Y = 0,46 \text{ WR} - 0,71 \text{ LZK} + 1,10 \text{ MZK} + 0,23 \text{ MTZ} - 54,61$	0,73
Mikon	$Y = 0,35 \text{ LK} + 1,27 \text{ WR} + 1,11 \text{ MTZ} - 262,90$	0,90
Izolda	$Y = 0,71 \text{ LK} + 0,48 \text{ LZK} + 0,38 \text{ MZK} + 0,47 \text{ MTZ} - 144,71$	0,76
Sakwa	$Y = 0,28 \text{ LK} + 0,39 \text{ WR} + 0,36 \text{ LZK} + 0,71 \text{ MTZ} - 250,60$	0,74
B – Uprawa uproszczona; Simplified tillage		
Elena	$Y = 0,75 \text{ LK} - 0,75 \text{ LZK} + 1,13 \text{ MZK} - 6,58$	0,84
Kobra	$Y = 0,35 \text{ LK} + 0,59 \text{ WR} + 0,49 \text{ LZK} + 0,38 \text{ MZK} - 40,52$	0,69
Maltanka	$Y = 1,02 \text{ WR} + 0,79 \text{ MTZ} - 138,58$	0,73
Aleta	$Y = 0,33 \text{ LZK} + 0,46 \text{ MZK} - 69,39$	0,74
Mikon	$Y = 0,89 \text{ WR} + 0,68 \text{ MZK} + 0,78 \text{ MTZ} - 138,25$	0,62
Izolda	$Y = 0,72 \text{ WR} + 0,55 \text{ LZK} + 0,34 \text{ MZK} + 0,41 \text{ MTZ} - 92,04$	0,82
Sakwa	$Y = 0,67 \text{ WR} + 0,41 \text{ LZK} + 0,78 \text{ MTZ} - 81,08$	0,86
C – Uprawa zerowa; Direct sowing		
Elena	$Y = 0,32 \text{ LK} + 0,54 \text{ WR} + 0,50 \text{ MTZ} - 115,47$	0,70
Kobra	$Y = 0,31 \text{ LK} + 0,70 \text{ WR} + 0,42 \text{ LZK} + 0,36 \text{ MZK} + 0,54 \text{ MTZ} - 148,63$	0,73
Maltanka	$Y = 0,54 \text{ WR} + 0,35 \text{ MZK} + 0,58 \text{ MTZ} - 181,93$	0,68
Aleta	$Y = 0,29 \text{ WR} + 0,55 \text{ MZK} + 0,44 \text{ MTZ} - 140,29$	0,81
Mikon	$Y = 0,32 \text{ LK} + 0,73 \text{ WR} - 0,67 \text{ LZK} + 0,55 \text{ MZK} - 39,33$	0,87
Izolda	$Y = 0,46 \text{ LK} - 0,46 \text{ DK} + 0,40 \text{ LZK} + 0,37 \text{ MZK} + 0,36 \text{ MTZ} - 14,43$	0,78
Sakwa	$Y = 0,59 \text{ LK} + 0,48 \text{ LZK} - 4,61$	0,79

Oznaczenia; Explanations:

LZK – liczba ziaren z kłosa (szt.); number of grains per head,

DK – długość kłosa (cm); head length,

WR – wysokość roślin (cm); plant height,

MZK – masa ziaren z kłosa (g); weight of grains per head,

MTZ – masa 1000 ziaren (g); 1000 grain weight,

LK – liczba kłosów na 1 m² (szt.); number of heads per 1 m²,

R² – współczynnik determinacji; coefficient of determination.

współzależność między obsadą roślin na jednostce powierzchni a masą i liczbą ziaren z kłosa.

Równania regresji wielokrotnej pozwoliły ujawnić oddziaływanie badanych komponentów struktury plonu na jego wielkość (tab. 35). Liczba kłosów na jednostce powierzchni wywarła większy wpływ na plony ziarna badanych odmian w konwencjonalnym sposobie uprawy roli. Natomiast w warunkach uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego stwierdzono częstsze występowanie związku plonu z wysokością roślin. Ujemne cząstkowe współczynniki regresji liczby ziaren z kłosa u niektórych odmian można tłumaczyć dużą liczbą małych, niewykształconych

nasion, które z powodu niedoboru opadów w latach 2000 i 2002 nie mogły uzyskać optymalnych rozmiarów. Na uwagę zasługuje również ujemny współczynnik regresji dla długości kłosa odmiany Izolda w siewie bezpośrednim. Prawdopodobnie wysokie temperatury w okresie kłoszenia i kwitnienia roślin, przy znacznym niedoborze wody, warunkowały wyższą transpirację kłosów dłuższych, co mogło przyczynić się do obniżenia plonów roślin. Większe wartości współczynników regresji cząstkowej masy i liczby ziaren z kłosa oraz liczby kłosów na m² odmiany Elena wskazują na znaczny wpływ tych komponentów na jej plony w uprawie płuznej i uproszczonej, zaś w warunkach siewu bezpośredniego dużą rolę odegrała wysokość roślin i masa tysiąca ziaren. Zróżnicowany wpływ masy ziarna z kłosa i liczby kłosów na m² na plon ziarna z jednostki powierzchni stwierdzono u odmiany Kobra. Wysokie cząstkowe współczynniki regresji masy tysiąca ziaren charakteryzowały odmianę Maltanka we wszystkich wariantach uprawy roli. Odmiana Mikon odznaczała się dużymi wartościami cząstkowych współczynników regresji masy tysiąca ziaren w uprawie płuznej i uproszczonej. Natomiast w warunkach siewu bezpośredniego plony ziarna z jednostki powierzchni tej odmiany zależały od wysokości roślin, liczby i masy ziaren z kłosa. Także plony odmiany Izolda we wszystkich wariantach uprawy roli uwarunkowane były liczbą i masą ziarna z kłosa, jak również masą tysiąca ziaren. Sakwa odznaczała się dużymi wartościami współczynników cząstkowych dla masy tysiąca ziaren i liczby ziaren z kłosa w warunkach uprawy płuznej i uproszczonej.

5.7. STABILNOŚĆ PLONOWANIA ODMIAN PSZENICY OZIMEJ

Analiza wariancji przeprowadzona dla modelu stałego wykazała istotność różnic wszystkich analizowanych źródeł zmienności, łącznie z interakcjami pierwszego, drugiego i trzeciego rzędu (tab. 36). Stwierdzono duże różnice w plonach ziarna odmian oraz większą ich wydajność w stanowisku po owsie niż po pszenicy jarej. W warunkach uproszczonej uprawy roli i siewu bezpośredniego odmiany odznaczały się niższym plonem niż w uprawie konwencjonalnej. Jednak znaczna zmienność lat w przedstawionej analizie wskazuje, że czynnik ten należałoby traktować jako losowy. Powyższą sugestię potwierdzają dane zawarte w tabeli 4, z których wynika duża zmienność warunków atmosferycznych w okresie badań. Również znaczne różnice w zwięźłości, gęstości, zawartości C organicznego oraz w składzie granulometrycznym górnych warstw gleby pól doświadczalnych wskazują na losowy efekt badanych czynników. Z tego względu interpretacja wszelkich interakcji analizowanych czynników w modelu stałym może być obarczona znacznym błędem. Dlatego w celu oceny zmienności plonów odmian w zależności od lat, przedplonu i sposobów uprawy roli zastosowano analizę wariancji według modelu mieszanego (losowe efekty lat, pozostałe efekty stałe). Analiza wykazała także znaczne zróżnicowanie plonów ziarna badanych odmian w latach 2000–2002. Współdziałanie lat z pozostałymi czynnikami doświadczenia odznaczało się istotną

Tabela 36

Analiza wariancji w układzie split-plot dla modelu mieszanego
Analysis of variance split-plot for mixed model

Źródła zmienności Sources of variation	Stopnie swobody Number of d.f.	Suma kwadratów Sum of squares	Średni kwadrat Mean square
Lata; Years (L)	2	26080,72	13040,36**
Przedplony; Preceding crops (P)	1	702,29	702,29*
L x P	2	33,52	16,76**
Błąd; Error	9	8,52	0,95
Sposoby uprawy; Tillage system (S)	2	2598,19	1299,10
L x S	4	940,77	235,19*
P x S	2	26,36	13,18
L x P x S	4	183,80	45,95**
Błąd; Error	36	72,89	2,02
Odmiany; Cultivars (G)	6	811,68	135,28*
L x G	12	510,70	42,55**
P x G	6	53,58	8,93
L x P x G	12	406,06	33,83**
S x G	12	221,61	18,46
L x S x G	24	387,34	16,14
P x S x G	12	215,50	17,95
L x P x S x G	24	559,72	23,32**
Błąd; Error	324	603,09	1,86

* istotność $\alpha = 0,05$; significance at $\alpha = 0,05$

** istotność $\alpha = 0,01$; significance at $\alpha = 0,01$

zmiennością (tab. 36). Stwierdzono również istotne różnice w plonowaniu odmian pszenicy. Model mieszaný potwierdził wpływ przedplonów na zmienność plonowania badanych genotypów. Analiza wariancji nie wykazała jednak interakcji zarówno przedplonów, jak i sposobów uprawy roli z odmianami pszenicy ozimej. Nieistotna interakcja wskazuje, że badane odmiany charakteryzowały się podobną reakcją na przedplony i na różne warianty uprawy roli. Zmienność sposobów uprawy roli odznaczała się wprawdzie niskim poziomem istotności ($\alpha = 0,07$), lecz wyższym od wartości granicznej $\alpha = 0,05$. Na podstawie wyników badań zawartych w tabeli 32 można jednak stwierdzić, że odmiany wykazywały większe lub mniejsze spadki plonu ziarna w przypadku stosowania uproszczonych sposobów uprawy roli. Duża powierzchnia doświadczenia i związana z nią zmienność pola mogła w znacznym stopniu wpłynąć na uzyskane wyniki. Stąd wybór odmiany o stabilnym i dobrym plonowaniu w uproszczonych sposobach uprawy roli po przedplonach zbożowych może w tego typu doświadczeniach sprawiać pewne trudności. W związku z tym przeprowadzono ocenę uzyskanych wyników w nieco inny sposób, analizując odrębnie plony uzyskane w warunkach poszczególnych upraw i lat. Wyniki analiz wariancji doświadczeń w tym układzie, przeprowadzonych metodą losowanych bloków, przedstawiono w tabeli 37.

Tabela 37

Wstępna analiza wariancji
Preliminary analysis of variance

Lata Years	Przedplon Preceding crop	Sposób uprawy* Tillage system*	Środowisko Environment	Średni kwadrat Mean square (odmiany, cultivars)	Średni kwadrat – błąd Mean square – error
2000	owies; oat (o)	A	Ao	61,35**	7,30
		B	Bo	78,52**	26,30
		C	Co	47,83**	4,98
	pszenica jara (p) spring wheat	A	Ap	42,37**	8,67
		B	Bp	78,24**	21,85
		C	Cp	70,50**	10,15
2001	owies; oat (o)	A	Ao	81,30**	5,42
		B	Bo	139,89**	19,45
		C	Co	87,80**	9,97
	pszenica jara (p) spring wheat	A	Ap	169,72**	17,48
		B	Bp	149,41**	9,97
		C	Cp	227,02**	23,09
2002	owies; oat (o)	A	Ao	323,78**	10,77
		B	Bo	104,82**	18,57
		C	Co	141,09**	37,83
	pszenica jara (p) spring wheat	A	Ap	160,56**	17,23
		B	Bp	53,91**	9,75
		C	Cp	92,47**	19,07

* patrz tabela 2; see table 2

** istotność $\alpha = 0,01$; significance at $\alpha = 0,01$

Analiza wariancji przeprowadzona dla każdego wariantu uprawy pszenicy ozimej wykazała istotność zróżnicowania plonów ziarna odmian w zależności od sposobu uprawy roli i przedplonu (tab. 37). W pracy jako środowisko przyjęto nazywać kombinację – obiekt doświadczalny łączący stanowisko w zmianowaniu (przedplon) i sposób uprawy roli. Odmiany odznaczały się mniejszym plonem w uproszczonych wariantach uprawy roli. W celu weryfikacji wielowymiarowej hipotezy zerowej o braku różnic w plonach badanych odmian, przy trzech zróżnicowanych uprawach i po dwu przedplonach zastosowano analizę wariancji MANOVA. Statystyka Lambda Wilksa całkowitej dyskryminacji, obliczona jako stosunek wyznacznika macierzy wariancji i kowariancji wewnątrzgrupowej do wyznacznika macierzy wariancji i kowariancji całkowitej, wykazała istotność zmienności plonowania odmian pszenicy w badanych środowiskach (tab. 38). Szczególnie duży wpływ na zróżnicowanie plonów odmian pszenicy wywierały wszystkie warianty uprawy roli po owsie, natomiast w stanowisku po pszenicy jarej badane sposoby uprawy warunkowały mniejszą zmienność plonów. Prawdopodobnie niesprzyjające warunki atmosferyczne w latach 2000 i 2002 oraz gorszy przedplon spowodowały zatarcie różnic wynikających z właściwości genetycznych odmian. Do takiej interpretacji

Tabela 38

Wyniki analizy dyskryminacyjnej
Results of discriminant function analysis

Przedplon Preceding crop	Sposób uprawy* Tillage system*	Środowisko Environment	Lambda Wilksa	Cząstkowa Wilksa Wilks' partial lambda	F stat.	Poziom p. Level of p.
Owies (o) Oat	A	Ao	0,41	0,82	2,47	0,0310
	B	Bo	0,54	0,61	7,42	0,0001
	C	Co	0,45	0,73	4,35	0,0008
Pszenica jara (p) Spring wheat	A	Ap	0,38	0,87	1,66	0,1400
	B	Bp	0,35	0,94	0,68	0,6600
	C	Cp	0,36	0,91	1,05	0,3900
Lambda Wilksa = 0,336, przybl. F (36,318) = 2,4476; p < 0,00001						

* patrz tabela 2; see table 2

zależności skłaniają trzyletnie (1999–2001) wyniki badań odmian pszenicy ozimej po innych przedplonach (180).

Dalsza analiza statystyczna pozwoliła uzyskać sześć liniowo niezależnych funkcji w postaci pierwiastków charakterystycznych, które przedstawiają wielocechowe zróżnicowanie plonów odmian w przestrzeni zmiennych kanonicznych (tab. 39). Wartości poszczególnych pierwiastków – zmiennych kanonicznych – oceniono testem chi-kwadrat (tab. 40). Rzeczywisty wymiar przestrzeni dyskryminacyjnej określają dwa pierwsze pierwiastki kanoniczne, które różnią się istotnie od zera na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Dwie pierwsze zmienne kanoniczne wyjaśniają w 85% wzajemne odległości między badanymi odmianami. W interpretacji znaczenia zmiennych kanonicznych wykorzystano standaryzowane współczynniki korelacji pomiędzy badanymi wariantami uprawy roli z przedplonami i pierwiastkami kanonicznymi. Wysokie bezwzględne wartości współczynników kanonicznych

Tabela 39

Współczynniki standaryzowane dla zmiennych kanonicznych
Standardized coefficients for canonical variables

Zmienne Variables	Pierwiastki; Roots					
	1	2	3	4	5	6
Ao	1,23	-2,06	-0,46	-0,27	2,26	0,36
Bo	-2,79	-0,73	-0,03	-0,66	0,65	-0,30
Co	2,11	3,65	1,95	-0,68	0,44	-0,13
Ap	-1,01	0,03	-2,87	0,85	-1,49	-0,18
Bp	0,15	-0,39	-0,39	-1,80	-1,40	0,36
Cp	0,38	0,61	1,57	2,21	-0,49	-1,06
Wartość własna Eigen value	0,77	0,360	0,13	0,06	0,02	0,01
Skumulowany procent Cumulated percent	0,57	0,85	0,93	0,97	0,99	1,00

Tabela 40

Testy chi-kwadrat kolejnych pierwiastków
Chi-square tests with successive roots removed

Pierwiastki usunięte Roots removed	Wartość własna Eigen value	Kanoniczne R Canonical R	Lambda Wilksa Wilks' lambda	Chi-kwadrat Chi-square	Liczba stopni swobody Df	Poziom p. Level of p.
0	0,760	0,65	0,33	83,42	36	0,000
1	0,360	0,51	0,59	39,95	25	0,029
2	0,130	0,33	0,80	16,41	16	0,424
3	0,063	0,24	0,91	7,01	9	0,635
4	0,021	0,14	0,96	2,33	4	0,673
5	0,008	0,09	0,99	0,67	1	0,410

oraz znaczące korelacje pomiędzy sposobami uprawy roli i zmiennymi kanonicznymi wskazują na duży udział poszczególnych wariantów uprawy roli w dyskryminowaniu badanych odmian. Największy wkład w tworzenie pierwszej zmiennej kanonicznej, która zapewniała w 57% wielocechową zmienność odmian, miały sposoby uprawy roli (płużna, uproszczona i siew bezpośredni) w stanowisku po owsie, jak również uprawa płużna po pszenicy jarej. Sposoby uprawy roli, z wyjątkiem uprawy płużnej po pszenicy jarej, cechowały również większe wartości współczynników korelacji z tym pierwiastkiem. Największy udział w tworzeniu drugiej zmiennej kanonicznej miały uprawa płużna i siew bezpośredni w stanowisku po owsie. Uprawy te wykazywały również silniejszą korelację z drugim pierwiastkiem kanonicznym oraz największą względną moc dyskryminacyjną w zróżnicowaniu plonów odmian pszenicy ozimej.

W tabeli 41 przedstawiono kwadraty odległości Mahalanobisa, które stanowią miary odległości między parami odmian w przestrzeni utworzonej przez warianty

Tabela 41

Kwadraty odległości Mahalanobisa
Squares of Mahalanobis distances

Odmiana Cultivar	Elena	Kobra	Maltanka	Aleta	Mikon	Izolda	Sakwa
Elena	0,0	2,25*	1,73	1,50	4,26**	0,43	1,03
Kobra	2,25*	0,0	5,08**	2,17*	9,27**	1,88	1,87
Maltanka	1,73	5,08**	0,0	4,44**	5,20**	3,18*	3,96**
Aleta	1,50	2,17*	4,44**	0,0	5,40**	0,71	0,40
Mikon	4,26**	9,27**	5,20**	5,40**	0,0	4,92**	5,88**
Izolda	0,43	1,88	3,18*	0,71	4,90**	0,0	0,49
Sakwa	1,03	1,87	3,96**	0,40	5,88**	0,48	0,0

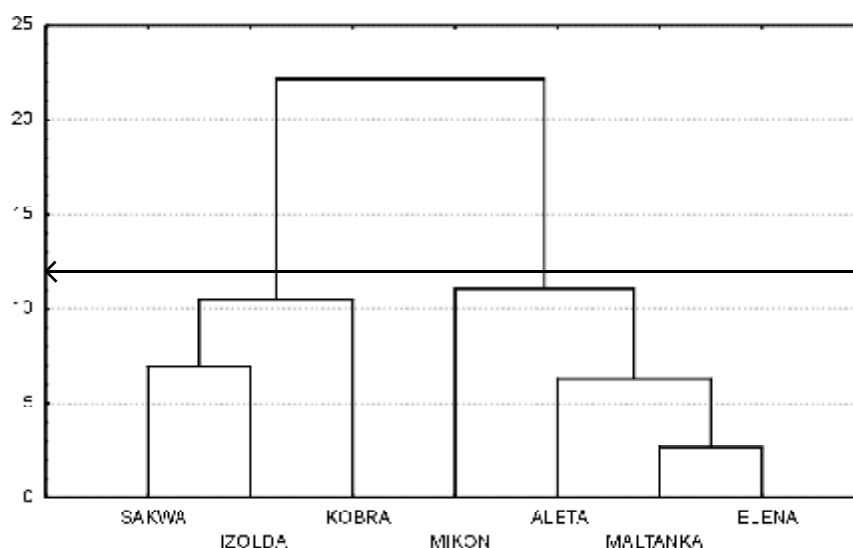
* istotność $\alpha = 0,05$; significance at $\alpha = 0,05$

** istotność $\alpha = 0,01$; significance at $\alpha = 0,01$

uprawy roli i przedplony. Odmiana Mikon odznaczała się inną reakcją na zmianę przedplonu i sposobu uprawy roli. Szczególnie niskie plony tej odmiany uzyskano na obiektach z uproszczoną uprawą roli w stanowisku po pszenicy jarej. Znaczne odległości Mahalanobisa pomiędzy Maltanką a pozostałymi odmianami wskazują również na odmienny typ reakcji tego genotypu na zróżnicowanie środowiska uprawy pszenicy ozimej. Zmienność plonowania odmian Maltanka i Elena wykazywała pewne podobieństwo, o czym świadczy nieistotna odległość Mahalanobisa pomiędzy tymi obiektami. Pozostałe odmiany, charakteryzujące się wyższym średnim plonem ziarna, nie wykazywały istotnych różnic pod względem położenia w przestrzeni utworzonej przez sześć znacznie zróżnicowanych środowisk.

W celu porównania plonów ziarna badanych odmian, przy dwóch przedplonach i trzech sposobach uprawy roli, wykonano również analizę skupień metodą najdalejszego sąsiedztwa. Metoda ta pozwala na wydzielenie jednorodnych rozłącznych grup obiektów poprzez przecięcie gałęzi pełnego dendrogramu linią na poziomie wartości krytycznej $F_{\alpha} = 11,91$. Przedstawiony dendrogram określa odległości euklidesowe pomiędzy badanymi genotypami w przestrzeni sześciowymiarowej (rys. 1). Zawieszone na linii poziomej pojedyncze odmiany lub grupy odmian tworzą skupienia jednorodne o istotnym podobieństwie pod względem ich reakcji na przedplony i uproszczenia w uprawie roli. Im bliższe jest względem siebie położenie poszczególnych grup jednorodnych, tym większe stwierdza się podobieństwo międzygrupowe porównywanych odmian. Istotną odległość euklidesową wykazano pomiędzy grupą odmian Sakwa, Izolda i Kobra oraz pozostałymi obiektami. Można stwierdzić, że podobną reakcję na zróżnicowanie środowiska wykazywały Maltanka, Elena, Aleta i Mikon, chociaż odmiana Mikon odznaczała się nieco większą odległością euklidesową w stosunku do wymienionych genotypów (rys. 1). Nieco inne grupy jednorodne utworzone na przedstawionym wykresie (w porównaniu z wynikami przedstawionymi w tabeli 41) wynikają z założenia braku korelacji pomiędzy zmiennymi zależnymi, które są uwzględniane w odległościach Mahalanobisa. Przedstawiony dendrogram wykazuje jednak dużą zbieżność wyników uzyskanych na podstawie odległości Mahalanobisa, potwierdzając istotną zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że największy wpływ na zmienność plonowania odmian wywarły sposoby uprawy roli w stanowisku po owsie, natomiast po pszenicy jarej różnicowały plony w mniejszym stopniu. Zastosowana analiza dyskryminacyjna i analiza skupień wykazały, że odmiana Mikon charakteryzowała się znaczną zmiennością plonów w różnych wariantach uprawy roli. Na podstawie wyników zawartych w tabeli 32 można stwierdzić, że genotyp ten po pszenicy jarej wydał istotnie mniejszy plon niż pozostałe odmiany. Natomiast odmiany Izolda i Kobra dawały większe plony zarówno w stanowisku po owsie, jak i po pszenicy jarej. Zmienne plonowanie odmian pszenicy w zależności od sposobu uprawy roli mogło być głównym powodem znacznych różnic w plonach tego gatunku w innych doświadczeniach (4, 7, 19). Plony pszenicy w warunkach upraw



Rys. 1. Dendrogram odległości euklidesowych plonów ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli
Dendrogram of the analysis of the clusters of grain yields of winter wheat cultivars in relation to cultivation system and the preceding crop

konserwujących zależą również od składu granulometrycznego gleby; większą wydajność najczęściej uzyskuje się na glinie lekkiej i średniej lub na piasku gliniastym mocnym. Natomiast na glinach ciężkich z dużą zawartością części spławialnych (il), przy stosowaniu siewu bezpośredniego, następuje znaczne obniżenie plonów (5, 123). W e i s z i B o w m a n (183) porównując 12 odmian pszenicy pod względem ich przydatności do siewu bezpośredniego w warunkach północnej Karoliny wykazali, że odmiany odznaczające się wysoką wydajnością w uprawie płużnej plonowały również lepiej w warunkach siewu bezpośredniego. W badaniach własnych jedynie Sakwa i Izolda cechowały się wyższą stabilnością plonowania (tab. 32). Pozostałe odmiany były bardziej wrażliwe na stosowane uproszczenia w uprawie roli. Badania D o m i t r u k i n. (47) wykazały, że zmienność plonowania kanadyjskich odmian pszenicy ozimej w zróżnicowanych warunkach środowiska ujawniała się szczególnie przy dużych opadach deszczu, a znaczne niedobory opadów w okresie wegetacji powodowały brak istotnych różnic w plonowaniu badanych genotypów. Również M i t t l e r (123) badając stabilność plonowania odmian niemieckich w warunkach uprawy konwencjonalnej i siewu bezpośredniego stwierdził, że niższe od przeciętnych opady w okresie wiosny były główną przyczyną mniejszych plonów pszenicy na glebach lekkich.

Porównanie wyników standardowej analizy wariancji (tab. 36) w układzie split-split-plot z zaproponowaną niekonwencjonalną metodą wskazuje na duże trudności w ocenie badanych odmian w warunkach większej skali upraw polowych, przy

użyciu najczęściej stosowanych metod statystycznych. W celu wyeliminowania zmienności wewnątrz bloków, wpływającej w istotny sposób na błąd obliczeń, proponuje się najczęściej zmniejszenie powierzchni doświadczenia do poletek wielkości 10 m². Ten sposób postępowania stwarza jednak nieco inne warunki środowiskowe, nieporównywalne z występującymi w gospodarstwach wielkoobszarowych, o czym świadczą znaczne różnice w plonowaniu odmian w Stacjach Hodowli Roślin i w praktyce rolniczej. Zmienność warunków atmosferycznych w okresie badań w dużym stopniu wpłynęła na wyniki analizy wariancji modelu stałego i mieszanego w układzie split-split-plot. Najczęściej w analizach wariancji tego typu przyjmuje się efekt sposobów uprawy roli jako stały. Ten sposób obliczeń zastosowano w niniejszej pracy. Jednak znacznie zróżnicowane sposoby uprawy roli, przy dużej zmienności warunków atmosferycznych w latach 2000–2002, jak również uprawa odmian pszenicy co rok na innych polach wskazują, że w tego typu opracowaniach należałoby efekt sposobów uprawy roli traktować jako czynnik losowy. Należy nadmienić, że interakcję genotypowo-środowiskową, również w modelu mieszanym, z uwagi na dużą zmienność lat, należałoby przyjąć jako efekt losowy.

Eksperymentator najczęściej decyduje o wyborze określonych genotypów roślin oraz pól do doświadczeń. Zdaniem C a l i n s k i e g o i in. (31) nie może on jednak przewidzieć warunków jakie wystąpią w środowisku doświadczenia, które poprzez precyzję wykonania poszczególnych zabiegów agrotechnicznych może kontrolować jedynie częściowo. Nie można zatem przewidzieć wielkości błędu eksperymentalnego, pomimo takiego doboru pól do doświadczeń, który zapewnia jak najmniejszą zmienność wewnątrz poszczególnych bloków. Dodatkowym argumentem za przyjęciem modelu losowego jest to, że ocena zmienności plonowania poszczególnych odmian w każdym roku badań była przeprowadzana na innym polu doświadczalnym. W związku z tym, pomimo przynależności do tej samej klasy bonitacyjnej, pola mogły charakteryzować się zróżnicowanym składem granulometrycznym. Pola doświadczone w latach 2000–2002 były oddalone od siebie w promieniu kilku kilometrów i różniły się zwięzłością, gęstością i wilgotnością gleby oraz zachwaszczeniem, a także aktywnością biologiczną gleby. W żadnym z trzech lat badań nie stwierdzono porównywalnego nasilenia chorób podstawy źdźbła i liści na odmianach pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanych sposobów uprawy roli. Zatem w żadnym roku badań nie udało się uzyskać porównywalnych warunków środowiskowych w uprawie płużnej, uproszczonej i siewie bezpośrednim.

Mając na uwadze opisane zastrzeżenia dotyczące modelu stałego lub mieszanego przeprowadzono analizę wariancji dla modelu losowego, ze szczególnym uwzględnieniem interakcji odmian z latami i sposobami uprawy roli, w powiązaniu z przedplonami (G x E).

5.8. ANALIZA STRUKTURY INTERAKCJI GENOTYPOWO-ŚRODOWISKOWEJ

W celu stwierdzenia różnic pomiędzy badanymi odmianami pszenicy ozimej w 18 wariantach środowiska (2 przedplony x 3 sposoby uprawy roli x 3 lata) przeprowadzono ogólną analizę wariancji (tab. 42), za pomocą której testowano hipotezy zerowe dotyczące:

- równości wszystkich efektów głównych dla lat;
- równości wszystkich efektów głównych dla 6 wariantów środowiska (2 przedplony x 3 sposoby uprawy roli);
- braku efektów głównych środowisk (uśrednionych poprzez odmiany pszenicy);
- braku interakcji odmian ze środowiskami (wewnątrz sposobów uprawy i lat);
- równości wszystkich efektów głównych dla odmian pszenicy ozimej.

Nie stwierdzono interakcji odmian pszenicy ze sposobami uprawy roli. Pozostałe hipotezy zerowe zostały odrzucone, gdyż odpowiednie wartości statystyk F przekraczały wielkości krytyczne na poziomie $\alpha = 0,01$ lub $0,05$. Jedynie hipoteza o równości efektów głównych dla odmian w przedstawionej analizie wariancji dla modelu losowego została odrzucona na poziomie istotności $\alpha = 0,1$. Również hipotezę, że interakcja genotypowo-środowiskowa ($G \times E$) jest całkowicie wyjaśniona za pomocą regresji względem efektów głównych dla środowisk odrzucono, bowiem wartość statystyki F przekraczała odpowiednią wartość krytyczną na poziomie $\alpha = 0,01$.

Tabela 42

Ogólna analiza wariancji
General analysis of variance

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Number of d freedom	Suma kwadratów Sum of squares	Średni kwadrat Mean square
Lata; Years	2	26080,42	13040,21**
Przedplon i sposób uprawy Preceding crop and tillage system	5	3327,09	665,42*
Środowiska; Environments (E)	10	1158,06	115,81**
Odmiany; Cultivars (G)	6	135,28	3,99
Odmiany x lata; Cultivars x years	12	42,55	1,40
Odmiany x sposób uprawy i przedplon; Cultivars x tillage system and forecrops	30	16,36	0,45
Odmiany x środowiska Cultivars x environments (G x E)	60	22,55	12,11**
Regresja względem środowiska Regression on environment	6	8,53	
Odchylenia od regresji Regression deviation	54	24,10	12,95**
Błąd; Error	324	1,86	

* istotność $\alpha = 0,05$; significance $\alpha = 0,05$

** istotność $\alpha = 0,01$; significance at $\alpha = 0,01$

Istotna interakcja $G \times E$ wskazuje, że badane odmiany pszenicy cechowały się odmienną reakcją na przedplony i sposób uprawy roli w zależności od warunków atmosferycznych. Ocenę poszczególnych efektów głównych odmian pszenicy oraz ich interakcji ze środowiskami przedstawiono w tabeli 43. Spośród odmian jedynie Izolda i Kobra charakteryzowały się dodatnim odchyleniem od średniej generalnej. Natomiast odmiany Mikon i Aleta odznaczały się wyraźnie efektem ujemnym, czyli plonowały gorzej w badanych warunkach środowiska niż inne odmiany pszenicy ozimej. Odmiany cechowały się istotnymi statystykami interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$), co świadczy o znacznej zmienności ich plonowania w warunkach ukształtowanych przez przedplony i sposób uprawy roli.

W tabeli 44 przedstawiono wyniki testowania regresji interakcji poszczególnych genotypów. Niskie współczynniki regresji uzyskane dla wszystkich odmian mogą wskazywać na małą zmienność ich plonowania w warunkach różnych wariantów uprawy roli i przedplonów. Jednak wysokie statystyki F dla odchyleń od regresji potwierdzają wyniki analizy wariancji, że zróżnicowanego plonowania odmian pszenicy nie można wyjaśnić prostą zależnością regresyjną. Plony ziarna odmian w dużym stopniu zależały również od warunków atmosferycznych. Z pewnością znaczne różnice w rozkładzie opadów w okresie wegetacji pszenicy ozimej w latach badań były głównym powodem wysokich wartości statystyki F dla odchyleń od regresji.

W celu poznania struktury interakcji genotypowo-środowiskowej wykorzystano analizę składowych głównych. Analiza ta umożliwiła podział statystyki F interakcji $G \times E$ uzyskanej z ogólnej analizy wariancji. W wyniku tego podziału uzyskano składniki odpowiadające kontrastom między genotypami. Odpowiednia statystyka F wyrażona w procentach statystyki F ($G \times E$) z ogólnej analizy wariancji określa jaką część tej interakcji pochłania dany kontrast. Ponieważ dwa pierwsze kontrasty wykazują największy udział w statystyce F , przedstawiono przy ich

Tabela 43

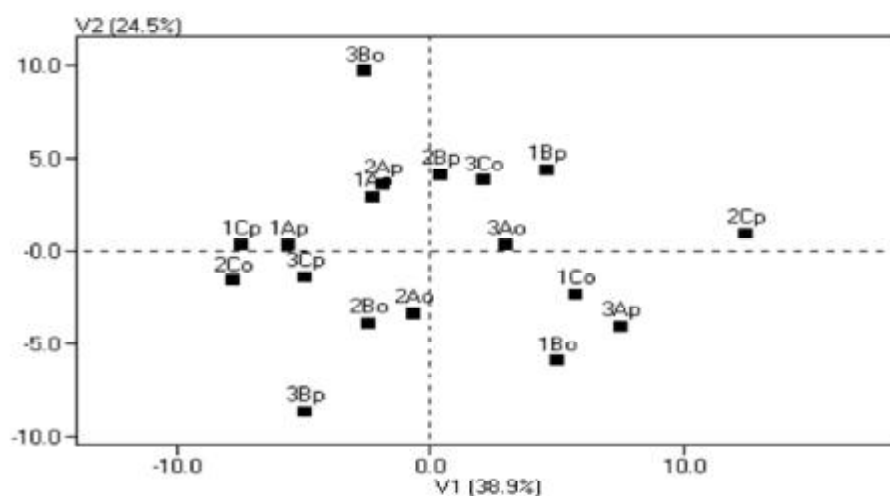
Testowanie poszczególnych odmian i ich interakcji
Testing of cultivars and interaction with environments

Odmiana Cultivar	Ocena efektu głównego Estimate of main effect	Stat. F dla efektu głównego F stat. for main effect	Stat. F dla interakcji ze środowiskami F stat. for interaction with environments
Elena	-1,07	0,93	13,95
Kobra	3,97	10,09	17,61
Maltanka	-1,21	0,96	17,39
Aleta	-2,59	7,86	9,61
Mikon	-2,99	6,01	16,73
Izolda	3,27	30,52	3,97
Sakwa	0,62	0,78	5,53
Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$ Critical values $F \alpha = 0,05$		4,96	1,86

Tabela 44

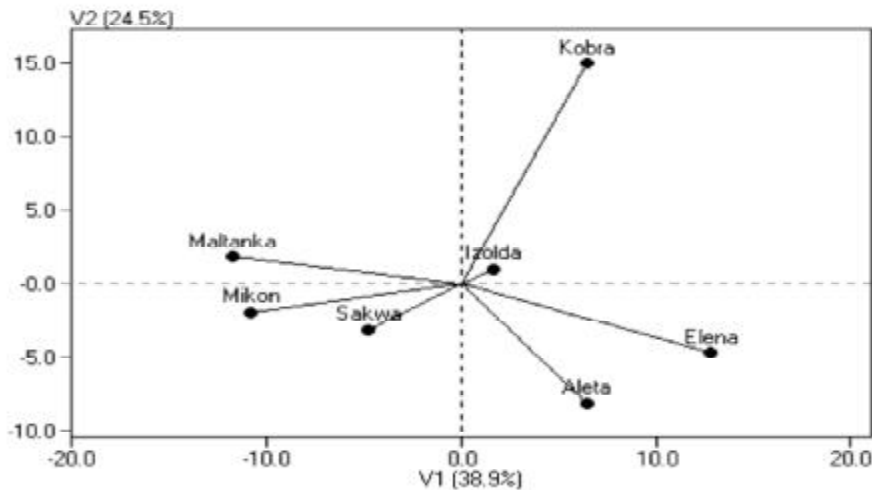
Testowanie regresji interakcji poszczególnych genotypów względem warunków środowiska
Testing of regression of interaction effects of cultivars on environment

Odmiana Cultivar	Współczynnik; Coefficient		Statystyka F; F statistic	
	regresji regression	determinacji determination	regresji regression	odchyłeń deviations
Elena	-0,12	1,08	0,10	15,34
Kobra	-0,17	1,78	0,16	19,22
Maltanka	0,28	4,89	0,46	18,38
Aleta	0,21	4,64	0,44	10,19
Mikon	0,21	2,71	0,25	18,08
Izolda	-0,28	20,86	2,37	3,49
Sakwa	-0,13	2,99	0,28	5,96
Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$ Critical values F $\alpha = 0,05$			5,12	1,91



Rys. 2. Przedstawienie środowisk w układzie składowych głównych; 1, 2 i 3 – kolejne lata badań
Representation of environments in the system of principal components;
1, 2 i 3 – successive years of experiments

uwzględnieniu graficzne rozmieszczenie środowisk na płaszczyźnie (rys. 2). Odległości (a dokładnie kwadraty tych odległości) badanych środowisk od początku układu współrzędnych określają udział każdego z nich w ogólnej sumie kwadratów dla interakcji G x E. Środowisko o wysokim udziale w interakcji wykazuje plony genotypów znacznie różniące się od średniej wielkości plonów wszystkich odmian z badanych środowisk. To środowisko, czyli wariant uprawy przy określonym przed-



Rys. 3. Wektorowe przedstawienie genotypów w układzie składowych głównych
Vector representation of genotypes in the principal components system

plonie w latach 2000–2002, jest położone na wykresie w dużej odległości od początku układu. Analizując rysunek 2 można stwierdzić duże różnice w plonowaniu 7 odmian pszenicy w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. Znaczne odchylenia od średnich wielkości plonów powodowały: uprawa uproszczona (3Bo, 3Bp, 1Bo) i siew bezpośredni (2Cp). Odmiany pszenicy ozimej w tych środowiskach odznaczały się niższym plonem ziarna w porównaniu z osiągniętym w warunkach uprawy płużnej po obu przedplonach. Plonowanie genotypów na obiektach z uprawą uproszczoną i siewem bezpośrednim także zależało od warunków atmosferycznych. Świadczą o tym znaczne odległości pomiędzy położeniem środowisk uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego w poszczególnych latach (1Bo-3Bo; 2Cp-3Cp). Odmiany w tych warunkach wykazywały zmienną reakcję na okresowe niedobory opadów w okresie wegetacji. Pozostałe warianty uprawy roli zarówno po pszenicy jarej, jak i po owsie odznaczały się również dużymi odległościami między sobą w latach badań (1Bp-3Bp; 3Ap-2Ap). Na podstawie rysunku 2 można stwierdzić, że słabszą interakcją z odmianami charakteryzowała się uprawa płużna zarówno po owsie, jak i po pszenicy jarej. Środowiska te odznaczają się znacznie mniejszą odległością od początku układu w porównaniu z położeniem obiektów uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego.

Przedstawiona analiza składowych głównych ma również swoją wersję dualną, gdzie zamiast składowych głównych dla środowisk można wprowadzać składowe dualne dla badanych odmian. Na rysunku 3 przedstawiono wektorowe uszeregowanie genotypów. Odcinek łączący każdy punkt z początkiem układu stanowi wektor, na którym zaznaczono wartość statystyki F wynikającą z podziału staty-

styki F dla interakcji genotyp x środowisko. Odmiany Kobra, Maltanka i Elena odznaczają się interakcją z badanymi środowiskami, a więc znacznie zróżnicowaną reakcją na przedplon i sposób uprawy roli. Mniejsze odległości od początku układu współrzędnych wykazują odmiany Mikon i Sakwa, a najmniejszą Izolda. Genotypy te cechowały się mniejszą zmiennością plonu ziarna w warunkach 18 wariantów środowisk uprawy pszenicy ozimej.

5.9. PODSUMOWANIE

Celem badań była ocena stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od uprawy konwencjonalnej (płużnej), uproszczonej i siewu bezpośredniego w stanowiskach po owsie i pszenicy jarej. Badano również zmiany niektórych właściwości środowiska glebowego oraz zachwaszczenia zasiewów pszenicy ozimej i nasilenia chorób grzybowych w zależności od warunków pogodowych, przedplonu i wariantu uprawy roli.

Gęstość gleby w niewielkim stopniu zależała od sposobu uprawy roli. Jedynie w warstwie 0-5 cm stwierdzono istotnie mniejszą gęstość gleby w warunkach uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego ($1,53\text{--}1,54\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) niż w uprawie płużnej ($1,58\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$). Natomiast zwięzłość gleby była zróżnicowana w zależności od głębokości pomiaru i sposobu uprawy roli. Znacznie większą zwięzłością cechowały się warianty uprawy bezpłużnej na głębokości 20 cm ($5,6\text{--}6,5\text{ MPa}$) i 30 cm ($9,63\text{--}9,95\text{ MPa}$) niż konwencjonalny sposób uprawy roli ($3,85\text{ MPa}$ i $7,81\text{ MPa}$). W wierzchniej warstwie gleby jej zwięzłość była mniejsza w uprawie płużnej w porównaniu ze stwierdzoną przy stosowaniu uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego. Wykazane różnice w zwięzłości gleby wskazują, że czynnik ten może być powodem niższych plonów odmian pszenicy ozimej w bezpłużnych wariantach uprawy roli. Niezależnie od zmiennych warunków atmosferycznych wykazano większą wilgotność gleby w warunkach uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego na głębokości 0-60 cm ($6,9\text{--}17,5\%$) niż w uprawie konwencjonalnej ($6,2\text{--}14,7\%$). Większa zawartość wody w górnych warstwach gleby nie wpłynęła jednak w znaczący sposób na plonowanie odmian pszenicy ozimej w uprawie uproszczonej i w siewie bezpośrednim. Zdolność respiracyjna gleby zależała zarówno od terminu i głębokości pobrania próbek, jak również od sposobu uprawy roli. Stwierdzono, że bezpłużne warianty uprawy roli korzystnie oddziaływały na aktywność biologiczną powierzchniowych warstw gleby ($48,72\text{--}50,91\text{ }\mu\text{l O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot 10^{-1} \cdot \text{g}$ gleby). Natomiast w obiektach z uprawą konwencjonalną (płużną) zanotowano obniżenie zdolności respiracyjnej ($39,19\text{ }\mu\text{l O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot 10^{-1} \cdot \text{g}$ gleby).

Zachwaszczenie zasiewów pszenicy ozimej w dużym stopniu zależało od warunków atmosferycznych. W 2000 roku gatunkiem dominującym była maruna bezwonna (*Matricaria inodora*), natomiast w latach 2001 i 2002 – chaber bławatek (*Centaurea cyanus*). Pomimo znacznych różnic w stopniu pokrycia gleby przez różne gatunki chwastów w latach 2000–2002 większe zachwaszczenie odmian pszenicy notowano w uprawie uproszczonej (70-90%) niż w pozostałych wariantach.

tach uprawy roli (45-80%). Większa liczba chwastów na obiektach z uproszczoną uprawą roli była jednym z głównych czynników obniżających plony ziarna pszenicy ozimej.

Odmiany pszenicy uprawiane po owsie cechowały się niższym wskaźnikiem (1,52) i mniejszym udziałem roślin porażonych przez grzyby wywołujące choroby podstawy źdźbła (69%). Natomiast większe nasilenie chorób grzybowych stwierdzono w stanowisku po pszenicy jarej (odpowiednio 1,85 i 78%). Większym wskaźnikiem i udziałem roślin porażonych odznaczały się odmiany w uprawie konwencjonalnej, szczególnie w stanowisku po pszenicy jarej. Istotnie większe plony ziarna pszenicy ozimej po owsie wskazują, że choroby podstawy źdźbła odegrały decydującą rolę w redukcji jej plonów w stanowisku po pszenicy jarej. Odmiany Kobra i Izolda cechowały się większą odpornością na choroby podstawy źdźbła, natomiast większy udział roślin chorych stwierdzono u Maltanki, szczególnie w warunkach uprawy bezpłужnej i siewu bezpośredniego. Kobra i Izolda odznaczały się również istotnie większym plonem ziarna w porównaniu z wydajnością pozostałych odmian, niezależnie od sposobu uprawy roli. Dominującym grzybem zasiedlającym podstawę źdźbła pszenicy ozimej w 2000 roku było *Fusarium culmorum*. Na obiektach z siewem bezpośrednim po obu przedplonach stwierdzono mniejszy udział roślin porażonych przez *Rhizoctonia solani*. Natomiast w 2001 roku wyizolowano z podstawy źdźbeł badanych odmian znacznie więcej *F. avenaceum*. W 2002 roku *F. culmorum* i *F. avenaceum* występowały w porównywalnych ilościach na odmianach pszenicy ozimej, niezależnie od sposobu uprawy i przedplonu. Prawdopodobnie brak opadów w kwietniu 2000 roku przyczynił się do szybszego rozwoju grzyba *F. culmorum*, zaś w 2001 roku wyrównane opady i temperatura nie różniła się od średniej z wielolecia w okresie wegetacji pszenicy spowodowały wzrost aktywności *F. avenaceum*. Znacznie zróżnicowane warunki atmosferyczne i zmienna w latach masa resztek poźniwnych przedplonów odegrały decydującą rolę w zmienności populacji grzybów zasiedlających podstawę źdźbła odmian pszenicy ozimej. W 2001 roku siew bezpośredni w stanowisku po pszenicy jarej, w porównaniu z płужną i uproszczoną uprawą roli, powodował silniejsze porażenie liści odmian pszenicy ozimej przez grzyby *Pyrenophora tritici-repentis*, *Septoria tritici* i *Septoria nodorum*. Natomiast w 2002 roku w zasiewach pszenicy stwierdzono jedynie duże nasilenie septoriozy kłosów. Spośród badanych odmian większą wrażliwością na grzyb *Septoria nodorum* odznaczała się Maltanka. Odmiana ta cechowała się również istotnie niższymi plonami ziarna.

Zróżnicowana wielkość standaryzowanych współczynników regresji cząstkowej dla komponentów plonu pszenicy ozimej wskazuje na odmienną reakcję poszczególnych genotypów na zmianę sposobu uprawy roli. Istotnie wyższe plony ziarna odmian Kobra i Izolda były najczęściej uwarunkowane większą masą ziaren z kłosa. Analiza statystyczna wyników badań wykonana w modelu stałym i mieszanym, a także losowym wykazała wyższe plony ziarna odmian pszenicy ozimej w stanowisku po owsie ($4,64 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) niż po pszenicy jarej ($4,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). W warun-

kach uproszczonej uprawy roli i siewu bezpośredniego odmiany odznaczały się niższymi plonami ($4,12\text{--}4,15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w porównaniu z wydajnością osiągniętą w uprawie konwencjonalnej ($5,01 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zastosowanie analizy dyskryminacyjnej wyjaśniło, że spośród 6 badanych środowisk (3 warianty uprawy roli x 2 przedplony) sposoby uprawy roli stosowane po owsie wpływały w największym stopniu na zmienność plonowania odmian pszenicy (częstkowa Lambda Wilksa $0,61\text{--}0,82$), które w stanowisku po pszenicy jarej charakteryzowały się istotnie mniejszą zmiennością plonów ziarna (częstkowa Lambda Wilksa $0,87\text{--}0,94$).

Poprzez zastosowanie kwadratów odległości Mahalanobisa oraz analizy skupień wyodrębniono grupę odmian odznaczającą się wyższym plonem ziarna w obu stanowiskach i w warunkach uproszczonych sposobów uprawy roli. Odmiany Sakwa, Izolda i Kobra cechowały się większym plonem zarówno w stanowisku po owsie, jak i po pszenicy jarej ($4,48$; $4,72$; $4,79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zatem można je polecać do uprawy w płodozmianach zbożowych, przy stosowaniu bezpłużnej uprawy roli. Natomiast odmiany Mikon i Maltanka wydały istotnie niższe plony ziarna ($4,15$; $4,31 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), szczególnie w wariancie uproszczonej uprawy roli. Podział statystyki F interakcji genotyp x środowisko uzyskanej z analizy wariancji plonów ziarna odmian pszenicy ozimej w trzyleciu, umożliwił ocenę stabilności ich plonowania w warunkach zróżnicowanych przedplonów i sposobów uprawy roli. Analiza stabilności wykazała dużą zmienność plonowania odmiany Kobra w latach 2000–2002 (F dla $G \times E = 17,61$), zaś istotnie mniejszym zróżnicowaniem plonów cechowały się odmiany Sakwa i Izolda (F dla $G \times E = 3,9$ i $5,5$).

6. WNIOSKI

1. W warunkach siewu bezpośredniego górne warstwy gleby odznaczały się większą wilgotnością niż w uprawie konwencjonalnej (płużnej), szczególnie w okresach z małymi opadami. Przejściowe okresy suszy w czasie wegetacji pszenicy ozimej przyczyniały się do znacznego zwiększenia zwięzłości gleby, zwłaszcza w wariantach bezpłużnej uprawy roli i siewu bezpośredniego.
2. Aktywność biologiczna górnych warstw gleby była w dużym stopniu zależna od wilgotności, ale większa w warunkach uproszczonej uprawy roli i siewu bezpośredniego niż przy uprawie płużnej.
3. Uprawa uproszczona poprzez spulchnienie wierzchniej warstwy gleby powodowała zwiększenie liczby chwastów w zasiewach pszenicy w porównaniu ze stanem zachwaszczenia na obiektach z siewem bezpośrednim i uprawą płużną.
4. Nasilenie chorób podstawy źdźbła pszenicy ozimej w dużym stopniu zależało od warunków atmosferycznych, o czym świadczą zróżnicowane w latach wskaźniki porażenia roślin. Konwencjonalna uprawa roli powodowała większe nasilenie chorób podstawy źdźbła niż uprawa bezpłużna i siew bezpośredni.
5. Spośród badanych odmian Maltanka odznaczała się większą wrażliwością na kompleks chorób podstawy źdźbła.
6. Sposób uprawy roli nie miał decydującego wpływu na występowanie patogennych grzybów z rodzaju *Fusarium*. Odmiany pszenicy ozimej odznaczały się różną wrażliwością na porażenie przez *Fusarium culmorum* i *Fusarium avenaceum*.
7. W warunkach siewu bezpośredniego i uprawy uproszczonej, w latach sprzyjających chorobom liści, odmiany pszenicy wykazywały mniejsze porażenie niż przy konwencjonalnym sposobie uprawy roli. Jednak łagodna zima w sezonie 2001/2002 spowodowała duże nasilenie septoriozy kłosa na obiektach z siewem bezpośrednim.
8. Uproszczenia w uprawie roli po obu przedplonach (pszenicy jarej i owsie) powodowały obniżenie plonów ziarna odmian pszenicy ozimej. Zróżnicowane wielkości cząstkowych współczynników regresji elementów struktury plonu poszczególnych odmian wskazują, że występuje ich zmienna reakcja na bezpłużne warianty uprawy roli.
9. Warunki atmosferyczne w większym stopniu wpływały na obniżkę i zmienność plonów pszenicy na obiektach z uproszczoną uprawą roli i siewem bezpośrednim niż w przypadku uprawy konwencjonalnej.
10. Odmiany pszenicy cechowały się bardziej wyrównanym, lecz na niższym poziomie, plonowaniem w warunkach uproszczonych sposobów uprawy roli po pszenicy jarej niż po owsie.
11. Analizy skupień i dyskryminacyjna wykazały istotne zróżnicowanie odmian pszenicy pod względem ich reakcji na przedplon i sposób uprawy roli. Zastosowane metody statystyczne pozwoliły na wyodrębnienie grupy odmian (Ko-

- bra, Izolda, Sakwa) wyróżniających się wyższymi plonami ziarna w warunkach uproszczenia uprawy roli i siewu bezpośredniego.
12. Na podstawie modelu stałego analizy wariancji wykazano, że odmiany Izolda i Kobra osiągnęły wyższy plon ziarna zarówno w uprawie konwencjonalnej, jak i uproszczonych sposobach uprawy roli. Natomiast odmiana Mikon odznaczała się niższym plonowaniem, szczególnie po pszenicy jarej. Większy wpływ na zmienność plonowania badanych genotypów pszenicy ozimej wywierała uprawa w stanowisku po owsie niż po pszenicy jarej.
 13. Badane odmiany pszenicy ozimej wykazały zróżnicowaną stabilność plonowania w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. Sakwa i Izolda cechowały się mniejszą zmiennością plonów niż pozostałe odmiany, z których najmniej stabilna okazała się Kobra.

7. LITERATURA

1. Aastveit A. H., Mejza S.: A selected bibliography on statistical methods for the analysis of genotype x environment interaction. *Biul. Oceny Odm.*, 1992, **24-25**: 83-97.
2. Alvarez R., Diaz R.A., Barbero N., Oscar J., Santanatoglia O. J., Blot-ta L.: Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage systems. *Soil Till. Res.*, 1995, **33**: 17-28.
3. Alvarez R., Santanatoglia O. J., Daniel P. E., Garcia R.: Respiration and specific activity of soil microbial biomass under conventional and reduced tillage. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasilia, 1995, **30(5)**: 701-709.
4. Anken T., Heusser J., Weisskopf P., Mozafar A.: Bodenbearbeitungssysteme – Direktsaat stellt höchste Anforderungen. *FAT Berichte - Switzerland*, 1997, **501**: 1-13.
5. Anken T., Irla E., Ammann H., Heusser J., Scherrer C.: Soil cultivation and the sowing of crops. Minimal soil cultivation is convenient for autumn wheat. *Technique-Agricole*, 1999, **61(9)**: 36-46.
6. Anken T., Irla E., Ammann H., Heusser J., Scherrer C.: Bodenbearbeitung und Bestellung, Winterweizen eignet sich bestes für minimale Bestellverfahren. *FAT Berichte – Switzerland*, 1999, **534**: 6-8.
7. Arshad M. A., Franzluebbbers A. J., Azooz R. H.: Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in northwestern Canada. *Soil Till. Res.*, 1999, **53(1)**: 41-47.
8. Arshad M. A., Gill K. S.: Barley, canola and wheat production under different tillage – fallow – green manure combinations on a clay soil in a cold, semiarid climate. *Soil Till. Res.*, 1997, **43**: 263-275.
9. Arshad M. A., Gill K. S., Coy G. R.: Wheat yield and weed population as influenced by three tillage systems on a clay soil in temperate continental climate. *Soil Till. Res.*, 1994, **28**: 227-238.
10. Asare S. N.: Soil macroporosity distribution and trends in a no-till plot using a volume computer tomography scanner. *J. Agricult. Eng. Res.*, 2001, **78(4)**: 437-447.
11. Bachthaler G.: Ergebnisse mehrjähriger Direktsaatversuche auf ackerbaulichen Problem-standorten Bayerns. *Landw. Fors.*, **20(26)**, 1971, 245-263.
12. Ball B. C., Ritchie R. M.: Soil and residue management effects on arable cropping conditions and nitrous oxide fluxes under controlled traffic in Scotland I. Soil and crop responses. *Soil Till. Res.*, 1999, **52**: 177-189.
13. Baldev-Singh T., Chanasyk D. S., McGill W. B., Singh B.: Soil water regime under barley with long – term tillage – residue systems. *Soil Till. Res.*, 1998, **45(1-2)**: 59-74.
14. Baturo-Czajkowska A., Łukowski A., Sadowski C.: Health status of winter wheat farmed under ecological and conventional conditions. *Bull. Pol. Acad. Sci. Biol. Sci.*, 1999, **47(2-4)**: 59-64.
15. Battih A. M., Suleiman A. A.: Effect of tillage system and bulk density of vertisols. *J. Agron. Crop Sci.*, 1999, **183**: 81-89.
16. Becker H. C., Léon J.: Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.*, 1988, **101**: 1-23.
17. Beron R., Belotta L. A.: Erosion and rainfall efficiency in a typic argil-soil under permanent agricultural use and three tillage systems. *Informe Tecnico Estacion Experimental Agropecuaria Pergamino*, 1995, **306**: 2-16.
18. Biederbeck V. O., Campbell C. A., Bowren K. E., Schnitzer M., McIver R. N.: Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yields in Saskatchewan. *Soil Sci. Amer. J.*, 1980, **44**: 103-111.
19. Blecharczyk A., Małacka I., Skrzypczak G., Pudełko J.: Wpływ grochu jako rośliny regenerującej na występowanie chorób i plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach uprawy roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2000, **470**: 13-19.

20. Blecharczyk A., Skrzypczak G., Małecką I., Piechota T.: Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na właściwości fizyczne gleby oraz plonowanie pszenicy ozimej i grochu. Fol. Univ. Agric. Stetin. 195, Agricult., 1999, **74**: 171-179.
21. Blecharczyk A., Skrzypczak G., Małecką I.: Reakcja pszenicy ozimej na przedplon i siew bezpośredni. Pam. Puł., 1999, **118**: 9-16.
22. Blecharczyk A., Pudefko J., Szpitalniak J.: Reakcja pszenicy ozimej na sposoby uprawy roli w zależności od przedplonu i nawożenia azotowego. Fol. Univ. Agric. Stetin. 195, Agricult., 1999, **74**: 163-170.
23. Bordovsky D. G., Choudhary M., Cleveland G. J.: Tillage effects on grain sorghum and wheat yields in the Texas Rolling Plains. Agron. J., 1998, **90**: 638-643.
24. Bohrsen A.: Direktsaat und Strohanagement Landtechnik, 1996, **51(1)**: 8-9.
25. Bojarczuk J.: Reakcja heksaploidnego pszenżyta ozimego na niekorzystne warunki fitosanitarne gleby. Cz. I. Ocena fitosanitarnej wartości przedplonów. Hod. Rośl. Aklim. Nasien., 1995, **39(1/2)**: 3-17.
26. Booth C.: The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute Kew Surrey, England, 1971.
27. Braim M. A., Chaney K., Jodgson D. R.: Effects of simplified cultivation on the growth and yield of spring barley on a sandy loam soil. Shoot growth and grain yield. Soil Till. Res., 1992, **22**: 159-171.
28. Bräutigam V.: Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungssysteme auf Halmbasiskrankheiten des Getreides, die Unkrautentwicklung und - bekämpfung. Disseration, Giessen, 1993, 3-234.
29. Buliński J.: Zagęszczenie gleby w różnych technologiach uprawy roślin i związane z tym opory orki. Wyd. SGGW Warszawa, 1998, 3-140.
30. Caliński T.: On a certain statistical method of investigating interaction in serial experiments with plant varieties. Bull. Acad. Pol. Sci., Cl. II, 1960, **8(12)**: 565-568.
31. Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z.: A model for the analysis of series of experiments repeated at several places over a period of years. I. Theory. Biul. Oceny Odm., 1987, **10**: 7-33.
32. Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z.: A model for the analysis of series of experiments repeated at several places over a period of years. II. Example. Biul. Oceny Odm., 1987, **10**: 35-71.
33. Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z.: Analiza serii jednopowtórzeniowych doświadczeń hodowlanych. Hodowla Roślin. Mat. I krajowej konferencji, Poznań 19-20.11. 1997.
34. Caliński T., Corsten L. C. A.: Clustering means in ANOVA by simultaneous testing. Biometrics, 1985, **41**: 39-48.
35. Caliński T., Chudzik H.: Grupowanie populacji na podstawie wyników wielozmiennej analizy wariancji. Algorytmy biometryczne i statystyczne. 1980, **9**: 139-167.
36. Christian D. G.: Experience with direct drilling cereals and reduced cultivation in England. Proc. EC - Workshop I. Wissenschaftlicher Fachverlag Giessen, 1994, 25-32.
37. Christian D. G., Bacon E. T. G.: A long-term comparison of ploughing, tine cultivation and direct drilling on growth and yield of winter cereals and oilseed rape on clayey and silty soils. Soil Till. Res., 1990, **18**: 311-331.
38. Cox D. J.: Breeding for hard red winter wheat cultivars adapted to conventional-till and no-till systems in northern latitudes. Euphytica, 1991, **58(1)**: 57-63.
39. Cordes L.: Diesel teurer – So sparen Sie Geld. Tipss zum Schleppereinsatz für Bodenbearbeitung und Bestellung. DLZ-Agrarmagazin, 2001, **30**: 106-109.
40. Crossa J., Cornelius P. L., Seyedsadr M., Byrne P.: A shifted multiplicative model cluster analysis for grouping environments without genotypic rang change. Theor. Appl. Genet., 1993, **85**: 577-586.
41. Czajka S.: Metody analizy serii doświadczeń wielokrotnych zakładanych w układzie o blokach niekompletnych. Listy Biometryczne, 1995, **32(2)**: 101-129.

42. Damm U.: Bodenmykoflora in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen des Weizens mit besonderer Berücksichtigung der *Fusarium* – Arten. Arch. Acker – Pfl. Boden., 2000, **45**: 509-521.
43. Dao T. H., Nguyen H. T.: Growth response of cultivars to conservation tillage in a continuous wheat cropping system. Agron. J., 1989, **81(6)**: 923-929.
44. Debruck J.: Wohin mit sieben Tonnen Stroh. Neue Landw., 2000, **11(7)**: 40-42.
45. Denis J. B., Piepho H. P., Van Eeuwijk F. A.: Modeling expectation and variance for genotype by environment data. Heredity, 1997, **79**: 162-171.
46. Ditsch D. C., Grove J. H.: Influence of tillage on plant populations, disease incidence and grain yield of two soft red winter wheat cultivars. J. Prod. Agric. Amer. Soc. Agron., 1991, **4(3)**: 360-365.
47. Domitruk D. R., Duggan B. L., Fowler D. B.: Genotype – environment interaction of no-till winter wheat in Western Canada. Can. J. Plant Sci., 2001, **81**: 7-16.
48. Domsch K. H., Gams W.: Pilze aus Agrarböden G.F.V., Stuttgart, 1970.
49. Doohan F. M., Mentewab A., Nicholson P.: Antifungal activity toward *Fusarium culmorum* in soluble wheat extracts. Phytopathology, 2001, **90**: 666-671.
50. Domżał A., Słowińska-Jurkiewicz T.: Wpływ różnych sposobów uprawy roli pod pszenicę ozimą na budowę morfologiczną uprawnej warstwy gleby. Fragm. Agron., 1995, **4(48)**: 18-33.
51. Doran J. W., Elliott E. T., Paustian K.: Soil microbial activity, nitrogen cycling and longterm changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. Soil Till. Res., 1998, **49**: 3-18.
52. Dzienia S.: Siew bezpośredni technologią alternatywną. (W:) Siew bezpośredni w teorii i praktyce. Mat. Konf. Nauk., Szczecin–Barzkowice, 1995, 9-19.
53. Dzienia S.: Soil tillage in sustainable agriculture. Fol. Univ. Agric. Stetin, Agricult., 1999, **74**: 9-13.
54. Dzienia S., Dojsos D.: Wpływ sposobów uprawy na zachwaszczenie i plonowanie pszenicy ozimej. Fol. Univ. Agric. Stetin, Agricult., 1999, **74**: 185-190.
55. Dzienia S., Wereszczaka J.: Efektywność energetyczna systemów uprawy roli w zmianowaniu na glebie kompleksu pszenno-dobrego. Agrarna oswita i nauka na początku trzeciego tysiąclecia. Mat. Miżnar. Nauk.-prakt. Konf., Lwów. 2001, 195-199.
56. Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J.: Wpływ roślin mulczujących na wybrane właściwości fizyczne gleby po zastosowaniu siewu bezpośredniego bobiku. (W:) Siew bezpośredni w teorii i praktyce. Mat. Konf. Nauk., Szczecin–Barzkowice, 1995, 57-61.
57. Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J.: Wpływ systemów uprawy roli na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej. Rocz. Nauk Rol., A, 1998, **113(1-2)**: 37-42.
58. Dzienia S., Sosnowski A.: Możliwości zastosowania siewu bezpośredniego na glebie kompleksu żytniego dobrego w warunkach klimatycznych Pomorza Zachodniego. Rocz. Nauk Rol., A, 1991, **109(2)**: 157-173.
59. Eberhart S. A., Russell W. A.: Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci., 1966, **6**: 26-40.
60. Edwards J. H., Wood C. W., Thurlow D. L., Ruf M. E.: Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludult soil. Soil Sci. Soc. Amer. J., 1992, **56**: 1577-1582.
61. Ellmer F., Peschke H., Köhn W., Chmielewski F. M., Baumecker M.: Tillage and fertilizing effects on sandy soils. Review and selected results of long-term experiments at Humboldt University Berlin. J. Plant Soil Sci., 2000, **163**: 267-272.
62. Ellmer F., Köhn W.: Weniger ist mehr - Möglichkeiten und Grenzen aufwandsreduzierter Bodenbearbeitung auf sandigen Böden. Neue Landw., 1999, **12**: 44-47.
63. Ellis M. B.: Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute Kew Surrey, England, 1971.
64. Erbach D. C., Choi C. H.: Shearing of plant residue by a rolling coulter. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, ASAE, 1983, 83-1020.

65. European Environment Agency. Europe's Environment: The Second Assessment, Elsevier Science Ltd. Soil Degradation, 1998, **11**: 231-246.
66. Finlay K. W., Wilkinson G. N.: The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res., 1963, **14**: 742-754.
67. Flowers M., Lal R.: Axle load and tillage effects on the shrinkage characteristics of a Mollic Ochraqualf in northwest Ohio. Soil Till. Res., 1999, **50**: 251-258.
68. Frielinghaus M., Hoflinch M., Rogasik H., Schäfer H.: Auswertung eines Langzeitexperimentes zur Konservierenden Bodenbearbeitung von Sandböden und Einschätzung des Erfolges. Arch. Acker. Pfl. Boden, 1997, **141**: 383-402
69. Freeman G. H.: Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. Heredity, 1973, **31**: 339-354.
70. Funk R.: Qualifizierung der Winderosion auf einem Stadstandort Brandenburgs unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationswirkung. Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V., Münchenberg, ZALE-Bericht, 1995, **16**: 1-21.
71. Garcia-Torres L. (red.): Konservierende Bodenbearbeitung in Europa: Umweltrelevante, ökonomische und EU politische Perspektiven. Deutsche Gesellschaft für Konservierende Bodenbearbeitung, Berlin, 1999, 5-23.
72. Gawrońska-Kulesza A.: Systemy i metody uprawy roli. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **439**: 185-193.
73. Godding M., Davies W. P.: Wheat production and utilization – systems, quality and the environment. CAB International Oxon, UK, 1997.
74. Goliński P., Kiecana I., Kaczmarek Z., Kostecki M., Kaptur P., Wiśniewska H., Chełkowski J.: Scab response of selected winter wheat cultivars after inoculation with *Fusarium avenaceum*. J. Phytopath., 1999, **147**: 717-723.
75. Giraldez J. V., Gonzalez P.: No tillage in clay soils under mediterranean climate: Physical aspects experience with the applicability of no-tillage crop production in the west european countries. Proc. EC - Workshop I; Wissenschaftlicher Fachverlag Giessen, 1994, 11-118.
76. Gonzalez-Fernandez P.: Effect of soil tillage an organic matter and chemical properties. (In:) Conservation agriculture: agronomic, environmental and economic bases. Spanish Association for Conservation Agriculture (AEAC/SV), Cordoba, Spain, 1997, 43-49.
77. Gupta N. K., Kumar A.: Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. J. Agron. Crop Sci., 2001, **186**: 55-62.
78. Guring-Singh, Brar S. S., Singh G.: Tillage and nitrogen requirement of wheat (*Triticum aestivum*) sown after rice (*Oryza sativa*). Indian J. Agron., 1994, **39**(1): 162-163.
79. Hahn C.: Seit sieben Jahren ohne Pflug. Neue Landw., 1999, **9**: 8-11.
80. Halvorson A. D., Black A. L., Krupinsky J. M., Merrill S. D., Wienhold B. J., Tanaka D. L.: Spring wheat response to tillage system and nitrogen fertilization within a crop – fallow system. Agron. J., 2000, **92**(2): 288-294.
81. Hammel J.: Long-term tillage and crop rotation effects on winter wheat production in Northern Idaho. Agron. J., 1995, **87**: 16-22.
82. Hanson W. D.: Genotypic stability. Theor. Appl. Genet., 1970, **40**: 226-231.
83. Harasim A.: Możliwość kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie i efektywność produkcji pszenicy ozimej. I. Plon ziarna i jego związki z niektórymi czynnikami. Pam. Puł., 1997, **109**: 19-24.
84. Hendrix P. F., Chun-Ru H., Groffman P. M.: Soil respiration in conventional and no-tillage agroecosystems under different winter cover crop rotations. Soil Till. Res., 1988, **12**: 135-148.
85. Heyland K.: Pflügen oder Pfluglosarbeiten aus pflanzenbaulicher Sicht. Integrierter Pflanzenbau – Bodenbearbeitung, 1988, **3**: 61-66.
86. Hussain I., Olson K. R., Ebelhar S. A.: Impacts of tillage and no-till on production of maize and soybean on an eroded Illinois silt loam soil. Soil Till. Res., 1999, **52**: 37-49.

87. H ü h n n M., L e o n J.: Genotype x environment interactions and phenotypic stability of *Brassica napus*. Z. Pflanzenzüchtg, 1985, **95**: 135-146.
88. J a n e l l e L., T e s s i e r S., L a g u e C.: Seeding tool design for no-tillage conditions in the North-East. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan. ASAE, 1993, 93-156.
89. K a c z m a r e k Z.: Analiza doświadczeń wielokrotnych zakładanych w blokach niekompletnych. AR Poznań, 1986.
90. K a d ł u b i e c W., B u j a k H., K a c z m a r e k J., G r o c h o w s k i L.: Ocena podobieństwa populacyjnych i mieszańcowych odmian żyta ozimego. Biul. IHAR, 1998, **205/206**: 23-29.
91. K a r l e n D., L o l l e n h a u p t N. C., B e r r y E. C., S w a n J. B., E a s h N. S., J o r d a h l J. L.: Long-term tillage effects on soil quality. Soil Till. Res., 1994, **32**: 313-327.
92. K a u s A., W ł o d e k S., P a b i n J., B i s k u p s k i A.: Zmiany właściwości fizycznych gleby i plonowania roślin w zmianowaniu powodowane różnymi systemami uprawy roli. Mat. IV Międzyn. Symp. „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia i ochrony roślin”. Warszawa, 1997, 133-137.
93. K e m p t o n R. A.: The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. J. Agric. Sci., 1984, **103**: 123-135.
94. K i e c a n a I., K o c y ł a k E.: Pathogenicity of *Fusarium* spp. on oats seedlings (*Avena sativa* L.). Plant Breed. Seed Sci., 1999, **43(1)**: 92-99.
95. K i n s e l l a J.: The effect of various tillage systems in soil compaction. Farming for a Better Environment. A White Paper, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, 1995, 15-17.
96. K i t a W., M a t k o w s k i K., P ł a s k o w s k a E., M o s z c z y Ń s k a E., S z e w c z u k V., J a r o s z B.: The influence of metabolites *Nigrospora oryzae* on *Secale cereale* seedlings infected with *Fusarium culmorum*. Phytopath. Pol., 2000, **19**: 141-146.
97. K o r d a s L.: Wpływ stosowania siewu bezpośredniego na nakłady energetyczne i plonowanie pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol. 1999, **367**: 135-139.
98. K o s t e c k i M., K a p t u r P., W o j c i e c h o w s k i S., K a c z m a r e k Z., W i ś n i e w s k a H., G o l i Ń s k i P.: The effect of head blight on reduction of yield traits and moniliforming accumulation in kernels of 17 winter wheat cultivars inoculated with *Fusarium avenaceum*. Plant Breed. Seed Sci., 1997, **41(1)**: 76-82.
99. K u b i a k K., K o r b a s M.: Occurrence of fungal diseases on selected winter wheat cultivars. Post. Ochr. Rośl., 1999, **39(2)**: 801-804.
100. K ö l l e r K.: Ackerbau ohne Pflug – Zwischenbilanz. DLG Mitteilungen, 1999, **12**: 42-43.
101. K r ę z e l R.: Wpływ siewu bezpośredniego na właściwości gleby i plonowanie roślin. Rocz. Nauk Rol., A, 1991, **109(2)**: 175-188.
102. K r z y ś k o M.: Analiza dyskryminacyjna. Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa, 1990.
103. K u m a r A., K a n w a r R. S., S i n g h P., A h u j a L. R.: Evaluation of the root zone water quality model for predicting water and NO₃-N movement in an Iowa soil. Soil Till. Res., 1999, **50**: 223-236.
104. K u r o w s k i T., C z a j k a W., Z a w i ś l a k K., H r u s z k a M., S a d o w s k i T.: Stan sanitarny pszenicy ozimej uprawianej w płodozmianach i monokulturze. (W:) Synteza i perspektywy nauki o płodozmianach. Mat. V Semin. Płodozm. ART Olsztyn – VSZ Brno, cz. II, 1991, 23-28.
105. K u s h w a h a R. L., V a i s h n a v A. S., Z o e r b G. C.: Soil bin evaluation of disc coulters under no-till crop residue conditions. Trans. ASAE, 1986, **29**: 40-44.
106. L a e g r e i d M., B o c k m a n O. C., K a a r s t a d O.: Agriculture fertilizers and environment. CABI Publishing in association with Norsk Hydro ASA, 1999, 1-294.
107. L a l R., A h m a d i M.: Axle load and tillage effects on crop yield for two soils in central Ohio. Soil Till. Res., 2000, **54**: 111-119.
108. L e m a Ń c z y k G.: Health status of stem base of winter wheat cultivated after lupine and its mixtures and associated fungal communities. Phytopathol. Pol., 2001, **21**: 129-141.

109. Lemańczyk G.: Impact of forecrop on health status of winter wheat roots cultivated on the soil of good wheat complex. *Phytopathol. Pol.*, 2001, **21**: 119-128.
110. Lemerle D., Smith A., Verbeek B., Rudd S., Martin P.: Breeding for competitive cultivars of wheat. III Intern. Weed Sci. Congress – IWSC FOZ DO IGUASSU. Brazil, 2000, **11**: 75.
111. Lin C. S., Binns M. R., Lefkovich L. P.: Stability analysis: where do we stand. *Crop Sci.*, 1986, **26**: 894-900.
112. Lin C. S., Binns M. R.: Concepts and methods for analysing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breed. Rev.*, 1994, **12**: 271-297.
113. Linke Ch.: Direktssat – eine Beschandaufnahme unter besonderer Berücksichtigung technischer, agronomischer und ökonomischer Aspekte. Hohenheim, 1998, 11-481.
114. Linke C., Kushwaha R. L.: High speed evaluation of draft with a vertical blade. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, ASAE, 1992, 92-1019.
115. Lopez-Bellido F., Fuentes M., Castillo J., Lopez-Garrido F., Fernandez F.: Long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rainfed Mediterranean conditions. *Agron.*, 1996, **88**: 783-791.
116. Lupton F. G.: Wheat – breeding. Chapman and Hall, Cambridge, 1987, 1-314.
117. Łacicowa B., Pięta D.: Effects of temperature and rainfall on spring barley stem base diseases (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agrobot.*, 1998, **51(1/2)**: 51-61.
118. Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D.: Choroby podsuszkowe jęczmienia jarego (*Hordeum sativum*) uprawianego na czarnoziemach. *Mat. XXXII Sesji Nauk. IOR Poznań*, 1992, **II**: 66-70.
119. Mandel J.: Nonadditivity in two-way analysis of variance. *J. Amer. Statist. Assoc.*, 1961, **56**: 878-888.
120. Mazzoncini M., Lorenzi R., Risaliti R., Sorce C., Ginanni M., Curadi M., Pini R.: Diclofop-methyl dissipation in clay soil under different tillage systems in central Italy. *Soil Till. Res.*, 1998, **46**: 241-250.
121. Mańdry W.: Studia statystyczne nad wielowymiarową oceną zróżnicowania cech ilościowych w kolekcjach zasobów genowych zbóż. Wyd. SGGW Warszawa, 1993.
122. Miedaner T., Reinbrecht C., Lauber U., Schollenberger M., Geiger H.: Effects of genotype and genotype-environment interaction on deoxynivalenol accumulation and resistance to *Fusarium* head blight in rye, triticale and wheat. *Plant Breed.*, 2001, **120**: 97-105.
123. Mittler S.: Ökovariabilität von Winterweizen unter Standortbedingungen Nordostdeutschlands. Dissertation Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humbolt-Universität zu Berlin, 2000, 1-155.
124. Mexia J. T., Amaro A. P., Gusmão L., Baeta J.: Upper contour of a joint regression analysis. *J. Genet. Breed.*, 1997, **51**: 253-255.
125. Mexia J. T., Pereira D. G., Baeta J.: Weighted linear joint regression analysis. *Listy Biometryczne*, 2001, **38(1)**: 33-40.
126. Moro J., Denis J. B.: Selecting genotypes by clustering, for qualitative genotype by environment interaction, using a non symmetric inferiority score. *Agronomie*, 1997, **17**: 283-289.
127. Morison D. F.: Wielocechowa analiza statystyczna. PWN Warszawa, 1990.
128. Nadolnik M., Stupnicka-Rodzyńkiewicz E., Dłużniewska J.: Choroby grzybowe pszenicy ozimej w zależności od udziału zbóż w zmianowaniu. *Post. Ochr. Rośl.*, 1998, **38**: 124-127.
129. Nowicki J., Marks M.: Stan aktualny i perspektywy produkcji zbóż w Polsce. *Fragm. Agron.*, 1994, **2(42)**: 8-18.
130. Oldeman L. R., Hakkeling R. T. A., Sambroek W. G.: Word Mop of the status of human-induced soil degradation and explanatory note (2nd edit.). Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), ISRIC, Wageningen, The Netherlands, 1991, 3-22.

131. Opic J.: Wpływ głębokości orki i siewu bezpośredniego na liczbę nasion chwastów w glebie. Roczn. Nauk Rol., A, 1998, **112(1-2)**: 110-121.
132. Pabin J., Włodek S., Biskupski A.: Retencja wodna gleby w uprawie zerowej. Mat. VIII Międzyn. Symp. „Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej”. Warszawa, 2001, 181-186.
133. Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A.: Wpływ energooszczędnych technik uprawy roli na właściwości gleby i plony roślin. Mat. VI Międzyn. Symp. „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia, ochrony roślin i uprawy gleby”. Warszawa, 1999, 169-176.
134. Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A.: Ocena właściwości fizycznych gleby i plonowania roślin przy zastosowaniu uproszczeń uprawowych. Inż. Rol., 2000, **6**: 213-219.
135. Papastylion I.: Productivity and nitrogen fertilizer requirements of barley in rotations systems in rainfed Mediterranean conditions. Eur. J. Agron., 1993, **2**: 119-129.
136. Papesch J., Steinert K.: Mulch und Direktsaat im Mitteldeutschen Trockengebiet. Landtechnik, 1997, **52(3)**: 128-129.
137. Parry D. W., Jenkinson P., McLeod L.: *Fusarium* ear (scab) in small grain cereals - a review. Plant Pathol., 1995, **44**: 207-238.
138. Perkowski J.: Researching the fusariosis toxin content in cereal grain. Roczn. AR Poznań, Rozpr. Nauk., 1999, **295**: 3-136.
139. Pimentel D. C., Harvey P., Resosudarma K., Sinclair D., Kurz M., McNair S., Crist L., Shpritz L., Fitton R., Saffauri R., Blair J.: Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. Science, 1995, **267**: 1117-1123.
140. Pławska E.: Effect of communities of soil fungi on the growth of some pathogens which cause foot – rot complex in wheat cultivated after different forecrops. Phytopath. Pol., 1997, **13**: 109-132.
141. Quillet T., Siefert K. A.: Genetic characterisation of *Fusarium graminearum* strains using RAPD and PCR amplification. Phytopathology, 1993, **83**: 1003-1007.
142. Rathore A. L., Pal A. R., Sahni K. K.: Tillage and mulching effects on water use, root growth and yield of rainfed mustard and chick pea grown after low land rice. J. Sci. Food Agric., 1998, **78(2)**: 149-161.
143. Rasmussen K. J.: Impact of ploughless soil tillage on yield and quality. A Scandinavian review. Soil Till. Res., 1999, **53(1)**: 3-14.
144. Raper B., Thom Ch., Fennel D.: A manual of the Penicillie. W.W. Company, Baltimore, 1949.
145. Reckson R. J.: Conserving soil resources. CABI, Oxford, UK, 1994.
146. Rogasik J., Schroetter S., Schnug E., Kundler P.: Langzeiteffekte ackerbaulicher Massnahmen auf die Bodenfruchtbarkeit. Arch. Acker Pfl. Boden, 2001, **47**: 3-17.
147. Roszak W., Radecki A., Opic J.: Możliwości zastosowania siewu bezpośredniego w warunkach Polski Centralnej. (W:) Siew bezpośredni w teorii i praktyce. Mat. Nauk. Konf., Szczecin-Barzkowice, 1995, 21-26.
148. Roszak W., Radecki A., Witkowski F.: Badania nad możliwością zastosowania siewu bezpośredniego w warunkach Polski Centralnej. Roczn. Nauk Rol., A, 1991, **109(2)**: 143-156.
149. Rozbicki J. (red.): Produkcja i rynek zbóż. Wyd. „Wież Jutra”, Warszawa, 2002.
150. Rozman L., Vasilij D., Kozumplik V.: Yield stability in long-term released maize hybrids FAO 100 and 200. J. Agron. Crop Sci., 1997, **179**: 193-199.
151. Różalski K., Blecharczyk A., Skrzypczak G., Piechota T.: Choroby podsuszkowe pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach w systemie siewu bezpośredniego. Post. Ochr. Rośl., 1998, **38**: 555-557.
152. Schilling A. G., Miller E. M., Geiger H. H.: Polymerase chain reaction – based assays for species specific detection of *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* and *F. avenaceum*. Phytopathology, 1996, **86**: 515-522.

153. Schillinger W. F.: Minimum and delayed conservation tillage for wheat – fallow farming. Soil Sci. Soc. Amer. J., 2001, **65**: 1203-1209.
154. Schmidt W.: Stoppel sachgerecht bearbeiten. DLZ – Agrarmagazin, 2000, **51(8)**: 20-24.
155. Schmidt W., Doll D., Nitzsche O.: Erfahrungen mit konservierender Bodenbearbeitung in Sachsen. Neue Landw., 1999, **5**: 2-5.
156. Schmidt W., Stahl H.: Winterraps mit Erfolg ohne Pflug bestellen. Bauern Zeitung – Sonderdruck Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Berlin, 1999, 1-4.
157. Schmidt W., Stahl H.: Pfluglose Bestellverfahren im Aufwind. Neue Landw., 1996, **6**: 2-6.
158. Schmidt W., Eikenbusch J., Sieberhein K.: Mit der richtigen Strategie bleiben die Kosten niedrig. Sonderdruck aus Top Agrar nr 8 überreicht durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 1998.
159. Selles F., McConkey B. G., Campbell C. A.: Distribution and forms of P under cultivator and zero-tillage for continuous and fallow-wheat cropping systems in the semi arid Canadian prairies. Soil Till. Res., 1999, **51**: 47-59.
160. Shipitalo M. J., Dick W. A., Edwards W. M.: Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. Soil Till. Res., 2000, **53(3-4)**: 167-183.
161. Surenda Singh S., Sharma N., Prasad R.: The effect of seeding and tillage methods on productivity of rice-wheat cropping system. Soil Till. Res., 2001, **61**: 125-131.
162. Shukla G. K.: Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 1972, **29**: 237-245.
163. Sidiras N., Efthimiadis P., Bilalis D., Takopoulou N.: Effect of tillage system and fertilization on physical properties of soil in the seedbed and an seedling emergence of winter barley. J. Agron. Crop Sci., 2000, **184**: 287-296.
164. Smijders C. H. A., Perkowski J.: Effects of head blight caused by *Fusarium culmorum* on toxin content and weight of wheat kernels. Phytopathology, 1990, **80**: 556-570.
165. Sommer C.: Konservierende Bodenbearbeitung – ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter Bodenschutzprobleme Wissenschaftliche Mitteilungen der FAL Braunschweig. Sonderheft, 1998, **191**: 3-32.
166. Streit B., Stamp P., Richner W.: No-tillage in cool and humid climate: weed populations and weed control. Third Intern. Weed Sci. Congress - IWSC FOZ DO IGUASSU – Brazil, 6-10.06.2000.
167. Szwed-Urbaś K., Segit Z.: Wartość ważniejszych elementów plonowania *Triticum durum* z uwzględnieniem interakcji genotypowo-środowiskowej. Biul. IHAR, 1996, **200**: 291-297.
168. Tebrügge F.: Soil management – The environmental implication of tillage systems. Jordan V.W.L.: Scientific basis for codes of good agriculture practice. Agriculture Report EUR 14957 EN, Brussels, 1993, 101-114.
169. Tebrügge F., During R. A.: Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. Soil Till. Res., 1999, **53**: 15-28.
170. Tebrügge F., Böhrnsen A.: Directsaat – Beurteilung durch Landwirte und Experten in EU und Nebraska. Landtechnik, 2000, **55(1)**: 17-19.
171. Tompkins D. K., Hultgreen G. E., Wright A. T., Fowler D. B.: Seed rate and row spacing of no-till winter wheat. Agron. J., 1991, **83(4)**: 684-689.
172. Truszkowska W., Dorenda M., Kutrzeba M.: Mikroflora jako czynnik ochrony pszenicy przed chorobami podstawy źdźbła powodowanymi przez grzyby w zależności od warunków ekologicznych. Acta Mycol., 1988, **22(2)**: 145-163.
173. Truszkowska W., Dorenda M., Moszczyńska E.: Wpływ płodozmianu na występowanie zgorzeli podstawy źdźbła żyta (*Secale cereale*). Roczn. Nauk Rol., E, 1991, **21(1/2)**: 38-42.
174. Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A.: Winter wheat cultivar performance as affected by production systems in Croatia. Agron. J., 2001, **93**: 961-966.

175. Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A.: Grain yield and yield components of winter wheat grown in two management systems. *Bodenkultur*, 2000, **3**: 145-150.
176. Viselga G., Kamiński J. R.: Nowoczesne technologie uprawy gleby. *Tech. Rol.*, 2001, **1**: 22-24.
177. Wachowska U.: Fungi communities colonizing the stem base of winter wheat. *Acta Mycol.*, 1998, **33(2)**: 287-297.
178. Wann Y. F., Yen C., Yang J. L.: The diversity of heat – scab resistance in *Triticeae* and their relation to ecological conditions. *Euphytica*, 1997, **98**: 277-281.
179. Weber R., Hryńczuk B., Runowska - Hryńczuk B., Kita W.: Influence of the mode of tillage on diseases of culm base in some winter wheat varieties, oats and spring wheat. *J. Phytopath.*, 2001, **149**: 185-188.
180. Weber R., Kita W., Hryńczuk B., Runowska - Hryńczuk B.: Effects of tillage methods on the occurrence of culm base disease in several winter wheat cultivars. *EJPAU Agron.*, 2001, **4(2)**.
181. Weber R., Hryńczuk B.: Impact of soil cultivation methods on crop stability for several winter wheat cultivars. *EJPAU Agron.*, 2002, **5(2)**.
182. Wegner U., Koch H. J.: Ausgereifte Verfahren. *DLG-Mitteilungen*, 1999, **7**: 36-38.
183. Weisz R., Bowman D. T.: Influence of tillage system on soft red winter cultivar selection. *J. Prod. Agricult.*, 1999, **12(3)**: 415-418.
184. Wenda - Piesik A., Lemańczyk G.: Health status of lower stem and roots of spring barley and oat cultivated in pure stand in mixture with leguminose plant. *J. Appl. Genet.*, 1997, **38B**: 87-96.
185. Werner B.: Bodenschutz - So erfüllen sich die Vorgaben. *DLG – Mitteilungen*, 1999, **12**: 44-46.
186. Węgrzyn S.: Wyznaczanie wartości cech mierzalnych w warunkach interakcji genotypowo-środowiskowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1989, **382**: 51-59.
187. Wiśniewska H., Chełkowski J.: Evaluation of susceptibility to *Fusarium* seedling blight in winter wheat cultivars using digital image analysis. *Plant Breed. Seed Sci.*, 1996, **40(1-2)**: 159-162.
188. Włodek S., Pabin J., Kaus A., Biskupski A.: The effect of soil different systems of tillage on the properties of soil and yielding of plants in crop rotation. *Bibl. Fragm. Agron.*, 1997, **2**: 685-688.
189. Włodek S., Kukuła S., Pabin J., Biskupski A., Kaus A.: Zmiany gęstości zwężłości i wilgotności gleby powodowane różnymi sposobami uprawy roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1998, **460**: 405-412.
190. Wolf P. F., Hoffman G. M.: Epidemiologische Entwicklung von *Drechslera tritici-repentis* in Weizenbeständen. *Z. für Pflanzenkrank und Pflanzenschutz*, 1994, **101(1)**: 22-27.
191. Wolf P. F., Hoffman G. M.: Quantitative Resistenz von Weizensorten gegen *Drechslera tritici-repentis* und Pathogenität verschiedener Erregerisolate. *Z. für Pflanzenkrank und Pflanzenschutz*, 1995, **102(5)**: 478-492.
192. Wright A. J.: The analysis and prediction of two factor interactions in grass breeding. *J. Agric. Sci. Camb.*, 1971, **76**: 301-306.
193. Wricke G.: Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Z. für Pflanzenzüchtung*, 1962, **47**: 92-96.
194. Wricke G.: Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. *Z. für Pflanzenzüchtung*, 1964, **52**: 127-138.
195. Wricke G.: Die Erfassung der Wechselwirkung zwischen Genotyp und Umwelt bei quantitativen Eigenschaften. *Z. für Pflanzenzüchtung*, 1965, **53**: 266-343.
196. Yates F., Cochran W. G.: The analysis of groups of experiments. *J. Agricult. Sci.*, 1938, **28**: 556-580.

ZMIENNOŚĆ PLONOWANIA ODMIAN PSZENICY OZIMEJ W ZALEŻNOŚCI OD PRZEDPLONU I SPOSOBU UPRAWY ROLI

Streszczenie

Słowa kluczowe: pszenica ozima, odmiany, przedplony, sposoby uprawy roli, właściwości gleby, zachwaszczenie, choroby grzybowe, plon, elementy struktury plonu, interakcja genotypowo-środowiskowa.

Celem badań była ocena:

- zmian niektórych właściwości środowiska glebowego w zależności od warunków pogodowych i sposobu uprawy roli,
- stopnia zachwaszczenia zasiewów pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i wariantu uprawy roli,
- wpływu sposobu uprawy roli na porażenie odmian pszenicy przez choroby podstawy źdźbła w stanowiskach po owsie i pszenicy jarej,
- stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli.

Badania przeprowadzono w latach 2000–2002 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Jelczu-Laskowicach na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego. W doświadczeniu polowym uwzględniono trzy czynniki:

I – dwa przedplony: owies i pszenica jara,

II – trzy sposoby uprawy roli:

- a) uprawa konwencjonalna (płużna): uprawa późniwna (gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy), uprawa podstawowa (orka pługiem na głębokość 25 cm + brona), uprawa przedsiewna (agregat uprawowy) i herbicydy w zależności od potrzeb;
- b) uprawa uproszczona (bezpłużna): uprawa późniwna (gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy), uprawa przedsiewna (brona wirnikowa + wał strunowy) i herbicydy w zależności od potrzeb;
- c) uprawa zerowa (siew bezpośredni): siewnik Great Plains i herbicydy w zależności od potrzeb.

III – siedem odmian pszenicy ozimej: Elena, Aleta, Kobra, Maltanka, Mikon, Izolda i Sakwa.

Badania wykazały, że gleba w warunkach siewu bezpośredniego miała najczęściej większą wilgotność (w warstwie 0–45 cm) niż w przypadku konwencjonalnej i uproszczonej uprawy roli. Siew bezpośredni i uprawa uproszczona prowadziły do znacznego wzrostu zwięzłości gleby. W warunkach uprawy uproszczonej stwierdzono większe zachwaszczenie w porównaniu z jego stanem na obiektach z siewem bezpośrednim i tradycyjną uprawą roli. Aktywność biologiczna górnej warstwy gleby była zależna od wilgotności; większa w środowisku uproszczonej uprawy roli i siewu bezpośredniego niż w uprawie płużnej. Porażenie pszenicy ozimej przez grzyby wywołujące choroby podstawy źdźbła było w dużym stopniu zależne od warunków atmosferycznych i sposobów uprawy roli. Na ogół konwencjonalna uprawa roli sprzyjała większemu nasileniu chorób podstawy źdźbła niż uprawa bezpłużna i siew bezpośredni. W latach 2000–2002 źdźbła pszenicy były w dużym stopniu zasiedlone przez grzyby *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum*, *Alternaria alternata* i *Epicoccum purpurascens*. Sposób uprawy roli nie miał decydującego wpływu na występowanie patogenicznych grzybów z rodzaju *Fusarium*. Odmiany pszenicy ozimej odznaczały się różną wrażliwością na porażenie przez *Fusarium culmorum* i *Fusarium avenaceum*. Spośród

badanych odmian Maltanka wykazała większą wrażliwość na kompleks chorób podstawy źdźbła. Nierównomierne opady deszczu i zróżnicowana masa resztek poźniwnych przedplonów odegrały decydującą rolę w zmienności populacji grzybów zasiedlających podstawę źdźbeł badanych odmian. Świadczy o tym różna liczebność grzybów antagonistycznych z rodzaju *Alternaria*, *Nigrospora*, *Cladosporium* i *Trichoderma*. W warunkach siewu bezpośredniego i uprawy uproszczonej, w latach sprzyjających chorobom liści, odmiany pszenicy wykazywały najczęściej mniejsze porażenie niż przy konwencjonalnym sposobie uprawy roli.

Na podstawie analiz wielocechowych stwierdzono istotne zróżnicowanie odmian pszenicy pod względem ich reakcji na przedplony i sposoby uprawy roli. Odmiany odznaczały się wyższym plonem ziarna w stanowisku po owsie niż po pszenicy jarej. Uproszczenia w uprawie roli spowodowały obniżenie plonów ziarna. Większy wpływ na zmienność plonowania badanych genotypów pszenicy ozimej wywarła uprawa w stanowisku po owsie niż po pszenicy jarej. Kobra i Izolda dawały wyższy plon w porównaniu z pozostałymi odmianami, głównie z powodu większej masy i liczby ziaren z kłosa. Odmiany cechowały się zróżnicowaną stabilnością plonowania w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. Sakwa i Izolda charakteryzowały się mniejszą zmiennością plonów niż pozostałe odmiany, z których najmniej stabilna okazała się Kobra.

VARIABLE YIELDING OF WINTER WHEAT CULTIVARS AS DEPENDING ON THE PRECEDING CROP AND THE TILLAGE SYSTEM

Summary

Key words: winter wheat, cultivars, preceding crop, tillage system, soil properties, weed infestation, fungal diseases, yield, elements of crop structure, genotype-environment interaction.

The aim of the study was to investigate:

- changes in some soil medium properties as influenced by weather conditions and method of tillage,
- the degree of weed infestation in winter wheat stands as influenced by preceding crop and the method of tillage,
- influence of the method of tillage on infection of wheat cultivars with culm base diseases in stands after spring wheat and oats,
- yielding stability in winter wheat cultivars as depending on preceding crop and the method of tillage.

Experiments were carried out in the years 2000–2002 at the Agricultural Experimental Station Jelcz-Laskowice on soil of very good rye complex. The following factors were considered:

I – two preceding crops: oat and spring wheat;

II – three methods of tillage:

- a) conventional (plough) post-harvest tillage (grubber to 15 cm depth + cage roller), basic tillage (ploughing to 25 cm depth + harrow), pre-sowing tillage (cultivation aggregate) and herbicides as required;

- b) simplified (ploughless) tillage: post-harvest (grubber to 15 cm depth + cage roller), pre-sowing tillage (disc harrow + cage roller), herbicides as required;
- c) zero tillage (direct sowing) – Great Plains drill and herbicides as required.

III – seven winter wheat cultivars: Elena, Aleta, Kobra, Maltanka, Mikon, Izolda, Sakwa.

The soil under conditions of direct sowing appeared to have mostly a higher moisture content (in the 0-45 cm layer) than in case of conventional and simplified tillage. In treatments with direct sowing and simplified tillage the soil was getting more and more compact, while in treatments with simplified tillage weed infestation was found to be greater than in those with direct sowing and traditional tillage. Biological activity in the upper soil layer depended on moisture, having been higher in the soil environment under simplified tillage and direct sowing than in that under plough tillage. Infection of winter wheat with fungi bringing about culm base diseases was highly dependent on the atmospheric conditions and the methods of tillage. Generally, incidence of culm base diseases was higher in the treatments with conventional tillage than in those with ploughless tillage and direct sowing. In the years 2000–2002 wheat culms were highly inhabited by fungi *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum*, *Alternaria alternata* and *Epicoccum purpurascens*. The method of tillage had no decisive influence on the occurrence of pathogenic fungi genus *Fusarium*. Susceptibility of winter wheat cultivars to infection with *Fusarium culmorum* and *Fusarium avenaceum* was different. From among the cultivars tested Maltanka was found to be more than the others susceptible to the complex of culm base diseases. Uneven precipitation and differentiated mass of preceding crop residue played a decisive part in variability of the population of fungi inhabiting the culm bases of the cultivars tested. It was testified to by different numbers of antagonistic fungi of genus *Alternaria*, *Nigrospora*, *Cladosporium* and *Trichoderma*. In years with conditions favourable to diseases of leaves the wheat cultivars grown in treatments with direct sowing and simplified tillage were usually less infected than those in treatments with conventional tillage.

On multicharacteristic analyses there was found a significant differentiation among the wheat cultivars with regard to their response to preceding crops and methods of tillage. Their yield of grain was higher in the stand after oat than in that after spring wheat. Yielding of the winter wheat genotypes tested was more variable in the stand after oats than in that after spring wheat. The yields of Kobra and Izolda were higher than those of the other cultivars, mainly because of greater weight and number of grains in an ear. The cultivars were characterised by different stability of yielding depending on the preceding crop and method of tillage. In Sakwa and Izolda the variability of yielding was lower than in the other cultivars, from among which Kobra appeared the least stable.

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

W serii wydawniczej IUNG „**Monografie i Rozprawy Naukowe**” publikowane są recenzowane prace o charakterze monografii i oryginalne rozprawy naukowe (prace habilitacyjne) z zakresu agronomii i kształtowania środowiska rolniczego.

Wydruk tekstu do recenzji czcionką 11 p., z odstępem 1,5-wierszowym.

Przygotowanie do druku:

- tekst i tabele w programie Word, wersja 6.0 lub wyższa
- czcionka – Times New Roman
- układ pracy: spis treści, wstęp, metodyka, omówienie wyników i dyskusja, wnioski lub podsumowanie, literatura, streszczenie
- objaśnienia tabel, podpisy i opisy do rysunków oraz streszczenie pracy wraz ze słowami kluczowymi w językach polskim i angielskim

tekst

- czcionka – 11 p. (spis pozycji literatury i streszczenie angielskie – 9 p.)
- wcięcie akapitowe – 0,5 cm

tabele

- podział na wiersze i kolumny (z funkcji tworzenia tabel)
- szerokość dokładnie 12,5 cm (tabele w pionie) lub 18,5 cm (tabele w poziomie)
- czcionka 9 p., pojedyncze odstępy międzywierszowe
- umieszczone w oddzielnych plikach

rysunki

- czarno-białe
- wykresy w programie Word lub Excel
- wymiary w zakresie 12,5 cm × 18,5 cm
- dołączony wydruk w odpowiednich wymiarach, bardzo dobrej jakości, na białym papierze lub na folii
- w podpisach czcionka 9 p.
- na dyskietce w oddzielnych plikach

jednostki miary

- system SI
- jednostki zapisywać potęgowo (np. $t \times ha^{-1}$)

literatura

- spis literatury w układzie alfabetycznym wg nazwisk autorów, w kolejności: nazwisko (pismo rozstrzelone), pierwsza litera imienia, tytuł pracy, miejsce publikacji: tytuł wydawnictwa (wg ogólnie przyjętych skrótów tytułów czasopism), rok, numer (pismo pogrubione), strony
- cytowanie w tekście – jako numer pozycji ze spisu literatury (w nawiasach okrągłych) lub dodatkowo z nazwiskiem autora (pismo rozstrzelone).

Pracę do recenzji należy składać w 2 egzemplarzach. Po recenzji oryginalny egzemplarz recenzowany i ostateczną wersję pracy, uwzględniającą uwagi recenzenta i redaktora, składać do Redakcji w 1 egzemplarzu i na dyskietce (lub przesłać e-mailem) na adres:

Dział Upowszechniania i Wydawnictw
IUNG
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
e-mail: imarcinkowska@iung.pulawy.pl

W serii wydawniczej IUNG „**Monografie i Rozprawy Naukowe**” ukazały się następujące pozycje:

1. Adam Harasim – *Kompleksowa ocena plodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych*. Puławy, 2002.
2. Stanisław Wróbel – *Określenie potrzeb nawożenia buraka cukrowego mikroelementami*. Puławy, 2002.
3. Janusz Podleśny – *Studia nad oddziaływaniem światła laserowego na nasiona, wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie łubinu białego (*Lupinus albus* L.)*. Puławy, 2002.
4. Czesław Józefaciuk, Anna Józefaciuk, Eugeniusz Nowocień, Rafał Wawer – *Przeciwerozryjne zagospodarowanie zlewni wyżynnej potoku Grodarz z uwzględnieniem ograniczania występowania powodzi*. Puławy, 2002.
5. Jerzy Księżak – *Dynamika gromadzenia składników pokarmowych w organach roślin tradycyjnych i samokończących odmian bobiku w okresie od kwitnienia do dojrzałości pełnej*. Puławy, 2002.
6. Franciszek Pistelok – *Analiza zależności pomiędzy zanieczyszczeniem ze źródeł komunalnych a jakością powierzchniowych wód płynących na obszarach silnie zurbanizowanych na przykładzie zlewni Górnej Wisły*. Puławy, 2002.
7. Ewa Stanisławska-Głubiak – *Analiza wybranych czynników determinujących efekty dolistnego nawożenia molibdenem w uprawie rzepaku ozimego*. Puławy, 2003.
8. Kazimierz Noworolnik – *Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska*. Puławy, 2003.
9. Teresa Doroszevska – *Krzyżowanie oddalone i transformacja genetyczna w uzyskiwaniu odporności tytoniu (*Nicotiana tabacum* L.) na wirusa Y ziemniaka (PVY)*. Puławy, 2004.
10. Eugeniusz K. Chyłek – *Uwarunkowania procesu modernizacji rolnictwa i obszarów wiejskich w Polsce*. Puławy, 2004.
11. Zbigniew Samoń – *Studia nad metodami energooszczędnego suszenia chmielu*. Puławy, 2004.