

**Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa –
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach**

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

Dr inż. Janusz Smagacz

Rozprawa habilitacyjna pt.:

**MOŻLIWOŚCI KOMPENSACJI NIEKORZYSTNEGO
STANOWISKA W UPRAWIE PSZENICY OZIMEJ**

Puławy 2013

MOŻLIWOŚCI KOMPENSACJI NIEKORZYSTNEGO STANOWISKA W UPRAWIE PSZENICY OZIMEJ

przygotowana do postępowania habilitacyjnego na podstawie monotematycznego cyklu publikacji naukowych:

1. **Smagacz J. (80%)**, Martyniuk S.: Porażenie podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach przez patogeny ze szczególnym uwzględnieniem *Gaeumannomyces graminis*. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 2001, 41(2): 745-748.
2. **Smagacz J. (100%)**: Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na przedplon. Biul. IHAR, 2004, 231: 65-71.
3. **Smagacz J. (100%)**: Występowanie zgorzeli podstawy źdźbła i plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po sobie w zależności od zaprawy nasiennej oraz częstotliwości nawożenia słomą. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 2005, 45(1): 441-447.
4. Król M., Perzyński A., Leśniak A., **Smagacz J. (40%)**: Aktywność biologiczna mady średniej pyłowej nawożonej słomą pod uprawą pszenicy ozimej w monokulturze. Acta. Agr. Silv. ser. Agr. 2006, 49: 267-280.
5. **Smagacz J. (100%)**: Skuteczność wybranych zapraw nasiennych w ochronie pszenicy ozimej przed zgorzelą podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*) w warunkach wieloletniej monokultury zbożowej. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 2007, 47(2): 323-329.
6. **Smagacz J. (100%)**: Wpływ nawożenia słomą na plonowanie pszenicy ozimej, występowanie chorób podstawy źdźbła oraz niektóre właściwości chemiczne gleby. Fragm. Agron., 2010, 27(1): 141-150.
7. **Smagacz J. (75%)**, Kuś J.: Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. Fragm. Agron., 2010, 27(4): 119-134.
8. **Smagacz J. (80%)**, Podolska G.: Plonowanie i jakość ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od następstwa roślin i występowania chorób podstawy źdźbła. Pam. Puł., 2010, 152: 247-261.
9. Pecio A., **Smagacz J. (50%)**: Interaction between nitrogen and chemical plant protection in yield formation of cereal crops. W: New perspectives in plant protection. Redakcja Ali R. Bandani, Wyd. InTech, Rijeka, Chorwacja, 2012: 167-190, ISBN 978-953-51-0490-2.

Wraz ze wzrostem udziału zbóż w strukturze zasiewów następuje spadek ich plonów, większy w przypadku gatunków bardziej wrażliwych na niekorzystne następstwo roślin (1, 12, 19-21, 23, 28). Pośród zbóż dużymi wymaganiami w stosunku do stanowiska w zmianowaniu wyróżnia się pszenica ozima. Uprawa tego gatunku po przedplonach kłosowych powoduje znaczne obniżki plonu ziarna, sięgające w skrajnych przypadkach nawet 20-30%. W związku z tym od pewnego czasu (lata 70. XX wieku) poszukuje się możliwości ograniczenia wpływu złego stanowiska na plonowanie zbóż, w tym bardzo wrażliwej na takie następstwo pszenicy ozimej, poprzez stosowanie różnych zabiegów agrotechnicznych. Jako czynniki kompensujące niekorzystne stanowisko najczęściej stosowano: zwiększony poziom nawożenia NPK, zróżnicowaną głębokość uprawy roli, chemiczne zwalczanie chwastów, stosowanie fungicydów głównie przeciwko chorobom liści i kłosa (preparatami, jakimi wówczas dysponowano), większe normy wysiewu nasion. Wyniki tych badań, przeprowadzonych m.in. przez IUNG oraz inne ośrodki naukowe wskazują, że zabiegi te nie kompensowały w dostatecznym stopniu spadków plonu tego zboża wysiewanego w stanowisku po sobie i innych roślinach kłosowych (1, 6-8, 17-18, 26). W tej sytuacji zalecano uprawę pszenicy jedynie po dobrych przedplonach. W złych stanowiskach sugerowano natomiast uprawę gatunków zbóż o mniejszych wymaganiach płodozmianowych, jak: owies, jęczmień, jare mieszanki zbożowe, żyto, ewentualnie pszenżyto. Rozwiązania te nie spełniały jednak oczekiwań gospodarstw specjalizujących się w towarowej produkcji zbóż, z uwagi na mniejsze ceny ziarna tych roślin oraz wyraźnie mniejszą wydajność zbóż jarych w porównaniu z pszenicą ozimą.

Dodatkowo w ostatnim czasie nastąpił znaczny postęp w chemicznej ochronie roślin przed chorobami, który sprawił, że wprowadzono na rynek nowe preparaty skuteczniej eliminujące łamliwość podstawy źdźbła oraz specjalistyczne zaprawy nasienne zwalczające zgorzel podstawy źdźbła (9, 25, 27). Chorobę tę można było do tej pory zwalczać jedynie poprzez profilaktyczne oddziaływanie zmianowania, czyli wysiew pszenicy po dobrych przedplonach. Dokonał się również wyraźny postęp w hodowli pszenicy ozimej w zakresie jej plonowania, a także podatności na choroby (2). Okoliczności te wskazywały na celowość ponownego podjęcia badań nad możliwościami kompensacji niekorzystnego stanowiska w uprawie pszenicy.

Cel badań: Określenie możliwości kompensacji niekorzystnego stanowiska w uprawie pszenicy ozimej poprzez kompleksowe oddziaływanie wybranych czynników agrotechnicznych (dobór odmian mniej wrażliwych na wysiew po przedplonach kłosowych, odpowiednia chemiczna ochrona roślin, nawożenie słomą, odpowiednie nawożenie azotem).

Hipoteza: Założono, że poprzez kompleksowe działanie czynników kompensujących uda się skutecznie ograniczyć nasilenie występowania chorób grzybowych na systemie korzeniowym i podstawie źdźbła roślin pszenicy ozimej i zwiększyć efektywność jej uprawy w stanowiskach po zbożach.

Materiał dokumentacyjny pozyskano z kilku różnych eksperymentów:

- ścisłych doświadczeń wazonowych i mikropoletkowych założonych w Hali Wegetacyjnej IUNG-PIB w Puławach;
- trzech statycznych doświadczeń polowych zlokalizowanych w RZD IUNG-PIB w Grabowie (52°13' N, 19°37' E);

Warunki prowadzenia poszczególnych eksperymentów, zakres prac doświadczalnych oraz oznaczeń polowych i laboratoryjnych szczegółowo omówiono w metodykach poszczególnych prac dokumentujących osiągnięcie naukowe.

Główne wątki badawcze (cele szczegółowe) uwzględnione w opracowaniu to:

1. Określenie możliwości kompensacji niekorzystnego stanowiska (przedplon kłosowy) w produkcji pszenicy ozimej poprzez dobór odmian.
2. Ocena skuteczności specjalistycznych zapraw nasiennych przeciwko zgorzeli podstawy źdźbła *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier.
3. Kompensacja niekorzystnego następstwa w uprawie pszenicy ozimej poprzez chemiczną ochronę roślin obejmującą zwalczanie chorób podstawy źdźbła, chorób liści i kłosa oraz zwiększone nawożenie azotem.
4. Regeneracyjne oddziaływanie systematycznego nawożenia słomą w specjalistycznym zmianowaniu zbożowym.
5. Jakość ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od stanowiska.

Określenie możliwości kompensacji niekorzystnego stanowiska (przedplon kłosowy) w produkcji pszenicy ozimej poprzez dobór odmian

Tej problematyce poświęcono najwięcej uwagi, ponieważ wyniki badań zagranicznych wskazują, że prostym i tanim sposobem częściowego ograniczania obniżek plonów pszenicy powodowanych niekorzystnym następstwem roślin może być wysiew odpowiedniej odmiany (4, 5). W Polsce natomiast rozeznanie na ten temat jest jeszcze stosunkowo małe (7-8, 11, 15-16), gdyż badania COBORU dotyczące oceny nowych odmian pszenicy ozimej lokalizowane są na ogół po dobrych przedplonach (rzepak, motylkowate i okopowe), a stanowiska po kłosowych występują sporadycznie. Problematyki tej dotyczyły doświadczenia tzw. „wazonowe”, które prowadzono w pojemnikach winidurkowych bez dna wkopanych w ziemię, a następnie każdego roku wypełniano glebą pobraną z wybranych obiektów statycznego doświadczenia płodozmianowego. Umożliwiało to jednoczesne porównanie większej liczby odmian. Dodatkowo prowadzono systematyczne badania polowe, wykorzystując trwałe doświadczenie płodozmianowe z różną częstotliwością uprawy zbóż, założone w Grabowie.

Z wcześniejszych badań przeprowadzonych w IUNG oraz innych ośrodkach naukowych wynika, że podstawowym czynnikiem obniżającym plony pszenicy ozimej wysiewanej po przedplonach kłosowych jest nasilone występowanie kompleksu patogenów uszkadzających system korzeniowy i podstawę źdźbła, tzw. choroby podstawy źdźbła (3, 10, 11, 13, 15, 24). W związku z tym w badaniach najwięcej uwagi poświęcono tym chorobom, a w szczególności ocenie wrażliwości odmian pszenicy na porażenie patogenicznym grzybem *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier. Przeprowadzono również ocenę nasilenia występowania tej choroby na obiektach ze sztuczną infekcją tym patogenem. Grzyb ten został wyizolowany przez prof. Martyniuka (po uprzedniej jego identyfikacji) z porażonych korzeni pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze, a następnie namnożony na ziarnie owsa w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG. Tak wyhodowana grzybnia posłużyła do dalszych badań.

W pierwszym okresie (lata 1999–2000) ocenę podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez zgorzel podstawy źdźbła wywołanej obecnością grzyba *G.graminis v.tritici* przeprowadzono w doświadczeniu wazonowym. Testowanymi odmianami były: Korweta (pszenica jakościowa); Rysa (odmiana chlebowa) oraz pszenice ogólnoużytkowe (paszowe): Elena, Izolda, Kaja, Kobra, Liryka, Wanda. Glebę do doświadczenia pobierano każdorazowo ze statycznego doświadczenia polowego z dwóch stanowisk:

- po ziemniaku ze zmianowania typu norfolskiego (obiekt kontrolny – przedplon dobry)
- po pszenicy ozimej wysiewnej w monokulturze.

Do gleby dodawano inokulum grzyba *G.graminis v.tritici* wyhodowanego na ziarnie owsa. W doświadczeniu tym, w fazie dojrzałości młeczej, oceniono stopień uszkodzenia systemu korzeniowego przez tego patogena oraz określono plon suchej masy korzeni poszczególnych odmian pszenicy ozimej. W fazie dojrzałości pełnej oznaczono natomiast plon ziarna oraz wybrane elementy plonowania.

Analiza systemu korzeniowego wykazała obecność nekroz wywołanych obecnością pasożytniczego grzyba *G.graminis*, a istotnie większe ich nasilenie odnotowano na obiektach z glebą pobraną spod pszenicy dodatkowo sztucznie zainfekowanej tym patogenem. Towarzyszył temu spadek suchej masy korzeni (g/wazon), co w konsekwencji doprowadziło do zmniejszenia plonu ziarna oraz cech jego struktury (mniejsza masa 1000 ziaren, mniejszy plon z kłosa), średnio dla wszystkich odmian. W dobrym stanowisku nasilenie tej choroby było znacznie mniejsze, a plon ziarna istotnie większy.

Uzyskane wyniki wskazują również na mniejszą podatność odmian Rysa, Kaja i Korweta na porażenie przez zgorzel podstawy źdźbła w porównaniu z bardzo wrażliwą odmianą Elena. Szczegółowe wyniki tych badań przedstawiono w publikacji: „*Porażenie podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach przez patogeny ze szczególnym uwzględnieniem Gaeumannomyces graminis*”.

Tej samej problematyki, tj. oceny wrażliwości odmian pszenicy ozimej na niekorzystne następstwo roślin, dotyczą badania prowadzone w następnych latach. W doświadczeniu wazonowym (winidurowe pojemniki bez dna wkopane w glebę) badano dwa czynniki:

I. Gleba pobrana z dwóch stanowisk:

- a) po ziemniakach ze zmianowania typu norfolskiego;
- b) po pszenicy ozimej wysiewnej w monokulturze.

II. 10 odmian pszenicy ozimej (jakościowe - Korweta i Zyta; chlebowe - Kris, Mobela, Mewa, Rysa i Soraja oraz paszowe - Kaja, Mikula i Symfonia).

Spośród badanych odmian trzy, tj. Rysa, Kaja i Korweta, występowały także we wcześniej prowadzonych doświadczeniach, a do obecnych badań zostały włączone ze względu na mniejszą ich wrażliwość na porażenie zgorzelą podstawy źdźbła.

Zakres badań, obok plonu i cech jego struktury, obejmował ocenę stan odżywienia roślin azotem poprzez pomiary indeksu SPAD w 5 terminach.

Na podstawie różnicy w plonie ziarna pszenicy w obu porównywanych stanowiskach wydzielono 3 grupy odmian o różnej reakcji na wysiew w monokulturze:

- silnie reagujące (Mewa, Mobela, Symfonia), które w monokulturze plonowały o 25-27% niżej aniżeli po ziemniakach;
- średnio reagujące (Mikula, Korweta, Kris i Soraja), których obniżka plonu ziarna mieściła się w zakresie 10-18%;
- słabo reagujące (Kaja, Rysa i Zyta), których spadek plonu wynosił tylko 2-6% i mieścił się w granicach błędu eksperymentalnego.

Obniżka plonu ziarna pszenicy w monokulturze była spowodowana przede wszystkim dorodnością ziarna – mniejsza masa tysiąca ziaren.

Pomiary indeksu SPAD wskazały, że pszenica wysiewana na glebie spod monokultury była gorzej odżywiona azotem niż po ziemniakach, pomimo stosowania jednakowego poziomu nawożenia tym składnikiem w obu stanowiskach. W przypadku odmian silniej reagujących na niekorzystne stanowisko różnice te były większe, ponadto ulegały one dalszemu pogłębieniu w późniejszych fazach rozwojowych pszenicy. Prawdopodobną tego przyczyną mógł być różny stopień uszkodzenia roślin przez patogeny podstawy żdźbła, co ograniczało zdolność pobierania i transportu w roślinie składników nawozowych. Szczegółowe informacje dotyczące uzyskanych wyników badań przedstawiono w publikacji: „Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na przedplon”.

W kolejnym etapie (lata 2005–2008) przeprowadzono badania w warunkach polowych, wykorzystując statyczne doświadczenie płodozmianowe prowadzone od 1969 roku w RZD Grabów (powiat Zwoleń, woj. mazowieckie) na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. W doświadczeniu tym porównuje się cztery zmianowania o różnym udziale zbóż:

Roślina zmianowania	Zmianowanie – udział zbóż (%)			
	A-50	B-75	C-75	D-100
I	ziemniak ^{xx/}	ziemniak ^{xx}	strączkowe ^{xx}	owies ^{xx}
II	pszenica ozima			
III	pastewne ^{I/}	owies	pszenżyto ozime	żyto
IV	pszenica ozima			

^{xx/} obornik w dawce 30 t/ha raz w rotacji; ^{I/} międzyplon ozimy z żyta, a w plonie wtórnym kukurydza na kisonkę

W każdym z 8 pól pszenicy ozimej wysiewano 5 odmian należących do różnych grup użytkowych: jakościowe – Rywalka i Turnia, chlebowe – Nutka i Tonacja oraz paszowa – Symfonia.

W doświadczeniu tym oceniono plonowanie oraz porażenie systemu korzeniowego roślin i dolnych międzywęzli przez patogeny podstawy żdźbła w fazie dojrzałości mleczno-

woskowej (BBCH 75-83). Szczegółową ocenę wykonywano na pszenicy wysiewanej w trzech stanowiskach:

- po ziemniaku w zmianowaniu typu norfolckiego (zm. A) – teoretycznie najlepsze stanowisko;
- po owsie w zmianowaniu złożonym z samych zbóż (zm. D);
- po życie w zmianowaniu złożonym z samych zbóż (zm. D) – teoretycznie najgorsze stanowisko.

Najwyższy plon ziarna pszenicy ozimej – 7,40 t/ha, średnio dla 5 odmian za okres 4 lat, uzyskano po ziemniaku (obiekt kontrolny) w zmianowaniu typu norfolckiego. W stanowisku po owsie produktywność tego zboża była mniejsza tylko o 4-5%, natomiast pszenica wysiewana po życie plonowała aż o 1,5 t/ha, tj. 20% niżej w porównaniu z pszenicą wysiewaną po ziemniaku. Reakcja ocenianych odmian na uprawę w porównywanych stanowiskach była jednak zróżnicowana. W stanowisku po owsie odmiany Symfonia i Nutka plonowały o 7-8% niżej, zaś pozostałe 3 odmiany o 2-3% niżej, aniżeli w stanowisku po ziemniakach. W najgorszym stanowisku (po życie), przy tym samym porównaniu, odmiany Symfonia i Nutka plonowały niżej aż o 25-28%, Rywarka i Turnia o 16-18% niżej, natomiast wydajność odmiany Tonacja była jedynie o 13% mniejsza w porównaniu do uzyskanej po dobrym przedplonie, tj. po ziemniaku. Obniżka plonu pszenicy ozimej była następstwem mniejszej zwartości łanu oraz gorszej dorodności ziarna.

W badaniach wykazano, że indeks porażenia systemu korzeniowego pszenicy ozimej w fazie dojrzałości mleczno-woskowej, który można bezpośrednio wiązać z występowaniem grzyba *G.graminis*, zależał w istotny sposób od stanowiska i odmiany. Po życie porażenie to było około 6-krotnie większe niż w dwóch pozostałych stanowiskach (ziemniak, owies). Spośród porównywanych odmian istotnie silniej porażone były Nutka i Symfonia. W stanowisku po życie indeks porażenia korzeni tych odmian wyniósł około 26%, natomiast odmiany Rywarka jedynie 14%. Badania wskazują również, że porażenie dolnych międzywęźli przez grzyby uszkodzające podstawę źdźbła, a głównie przez *Pseudocercospora herpotrichoides*, nie zależało w istotny sposób od stanowiska. Odmianą najsilniej porażoną w badanym okresie była Symfonia, u której stwierdzono jednocześnie najwyższe spadki plonu ziarna sięgające 28%. Szczegółowe wyniki tych badań przedstawiono w opracowaniu: „Plonowanie i jakość ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od następstwa roślin i występowania chorób podstawy źdźbła”.

Ocena skuteczności specjalistycznych zapraw nasiennych przeciwko zgorzeli podstawy źdźbła *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier

Do końca lat 90. XX wieku jedyną możliwością ograniczania występowania zgorzeli podstawy źdźbła powodowanej obecnością grzyba *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier było profilaktyczne oddziaływanie zmianowania, czyli uprawy pszenicy jedynie po dobrych przedplonach. Wraz z pojawieniem się na rynku odpowiednich zapraw nasiennych zaistniała także możliwość chemicznej ochrony roślin przed tym patogenem (25, 27). W związku z tym podjęto badania nad oceną skuteczności zapraw nasiennych Latitude 125 FS firmy Monsanto (substancja aktywna siltiofam) oraz Jockey 201 FS firmy BASF (substancja aktywna fluchinkonazol + prochloraz w postaci kompleksu z miedzią) w ograniczeniu występowania *G. graminis* var. *tritici* na pszenicy ozimej uprawianej w niekorzystnych stanowiskach (przedplony kłosowe). Przyjęto hipotezę, że zastosowanie nowoczesnych zapraw nasiennych może skutecznie ograniczyć występowanie tej choroby i zwiększyć efektywność uprawy pszenicy po pszenicy i innych zbożach.

Wstępne takie obserwacje przeprowadzono w 2001 roku, wykorzystując doświadczenie mikropoletkowe (prowadzone od jesieni 1998 roku) z różną częstotliwością nawożenia słomą. Po wprowadzeniu do tego doświadczenia drugiego czynnika eksperymentalnego – różnych sposobów zaprawiania ziarna – oceniono możliwość chemicznej ochrony roślin ukierunkowanej na zwalczanie zgorzeli podstawy źdźbła na systemie korzeniowym pszenicy ozimej uprawianej po sobie. Wyniki pierwszych obserwacji przedstawiono w opracowaniu „Występowanie zgorzeli podstawy źdźbła i plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po sobie w zależności od zaprawy nasiennej oraz częstotliwości nawożenia słomą”. Stwierdzono wówczas pewną tendencję do lepszego plonowania pszenicy w obiektach, gdzie zastosowano dodatkowe zaprawianie ziarna przeciwko *G.graminis* var. *tritici*. W związku z powyższym w następnym okresie (lata 2002–2004) podjęto szersze badania dotyczące tego zagadnienia.

Badania takie przeprowadzono na bazie wieloletniego doświadczenia mikropoletkowego zlokalizowanego w Hali Wegetacyjnej IUNG w Puławach. Porównano w nim skuteczność dwóch zapraw nasiennych ukierunkowanych na zwalczanie zgorzeli podstawy źdźbła wywołanej obecnością grzyba *G.graminis* var. *tritici*:

- Latitude 125 FS firmy Monsanto, po uprzednim zaprawieniu zaprawą standardową – (zalecenie – wymóg producenta);
- Jockey 201 FS firmy Aventis (uniwersalna zaprawa przeciwko chorobom siewek, zgorzeli podstawy źdźbła i chorobom liści).

Porównanie działania tych zapraw oceniono na tle standardowej zaprawy nasiennej Maxim 025FS w uprawie dwóch odmian pszenicy ozimej: Korwety – odmiany jakościowej oraz Kris – odmiana chlebowa. Był to zarazem 15-17 rok uprawy tego zboża w monokulturze.

Analizując produktywność porównywanych odmian w zależności od chemicznej ochrony roślin stwierdzono, że reagowały one dość podobnie na zastosowane preparaty. Uzyskane zwwyżki plonu w wyniku ochrony roślin ukierunkowanej na zwalczanie zgorzeli podstawy źdźbła sięgały jedynie kilku procent. U odmiany Kris przyrost plonu ziarna w obiektach chronionych przed tym patogenem wyniósł 2–3% w porównaniu z obiektem kontrolnym. W przypadku odmiany Korweta stwierdzono natomiast nieco większy efekt plonochronny sięgający 3–6% pod wpływem takiego zabiegu. Jednak u obydwu odmian nie udowodniono statystycznych różnic w ich plonowaniu w zależności od zaprawiania ziarna. Podobne tendencje stwierdzono również w przypadku oceny plonu słomy na poszczególnych obiektach doświadczalnych, jednak obserwowane zwwyżki plonu były większe i sięgały 5–12%. Większa wydajność porównywanych odmian pszenicy ozimej w obiektach chronionych przed zgorzelą podstawy źdźbła w porównaniu z kontrolą (zaprawa standardowa) spowodowana była głównie lepszą dorodnością ziarna (średnio o 3–6% większa MTZ) szczególnie w obiekcie zaprawianym zaprawą Latitude 125 FS, po uprzednim zaprawieniu ziarna zaprawą standardową Maxim 025 FS. Można to wiązać z mniejszym nasileniem zgorzeli podstawy źdźbła. Szczegółowe wyniki dotyczące tych badań przedstawiono w opracowaniu: *„Skuteczność wybranych zapraw nasiennych w ochronie pszenicy ozimej przed zgorzelą podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*) w warunkach wieloletniej monokultury zbożowej”*.

Kompensacja niekorzystnego następstwa w uprawie pszenicy ozimej poprzez chemiczną ochronę roślin obejmującą zwalczanie chorób podstawy źdźbła, chorób liści i kłosa oraz zwiększone nawożenie azotem

Wyniki licznych badań przeprowadzonych w latach 80. i 90. XX wieku nad zabiegami kompensującymi niekorzystne stanowisko dla zbóż, w tym pszenicy ozimej (m.in. chemiczna ochrona roślin ukierunkowana na zwalczanie chorób liści i kłosa, chemiczna regulacja zachwaszczenia, wyższy poziom nawożenia mineralnego, uprawa międzyplonów, zwiększone normy wysiewu nasion) uprawianych w płodozmianach z dużym ich udziałem wskazują, że zabiegi te mogą tylko częściowo łagodzić ujemne konsekwencje produkcyjne, jednak nie

niwelują ich całkowicie (7, 8, 12, 14, 22, 26, 29). Wyniki te wskazują również, że pośród zbóż największym trendem wzrostu plonów na zastosowany postęp w agrotechnice reaguje pszenica ozima (2).

Jednakże w ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w chemicznej ochronie roślin przed chorobami oraz znaczący postęp w hodowli nowych odmian pszenicy ozimej w zakresie jej plonowania, a także podatności na choroby (2, 9, 27). W związku z tym przedstawione okoliczności wskazywały na celowość ponownego podjęcia badań nad możliwościami kompensacji niekorzystnego następstwa roślin – uprawa pszenicy po przedplonach kłosowych. Założono, że poprzez stosowanie poprawnej agrotechniki (kompleksowa ochrona roślin, odpowiednie nawożenie mineralne) można będzie skuteczniej niż dotychczas ograniczyć niekorzystne oddziaływanie złego stanowiska na produktywność pszenicy ozimej, a w konsekwencji zwiększyć efektywność jej uprawy po sobie i innych zbożach.

Badania takie przeprowadzono w oparciu o ścisłe, statyczne doświadczenia polowe zlokalizowane w RZD IUNG-PIB w Grabowie na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego. W pierwszym z nich oceniono plonowanie pszenicy ozimej w zależności od chemicznej ochrony roślin i nawożenia azotem. Czynnikiem doświadczalnym były programy ochrony zaproponowane przez trzy wiodące koncerny chemiczne: BASF, Syngenta i DuPont. W badaniach wykorzystano najnowsze (zarejestrowane) preparaty chemiczne o szerokim spektrum działania, wykazujące dużą skuteczność w ograniczaniu chorób podstawy źdźbła oraz chorób liści i kłosów. Obiekt kontrolny stanowiły poletka, na których nie stosowano żadnych syntetycznych środków ochrony roślin przed chorobami powodowanymi przez pasożytnicze grzyby. Drugim czynnikiem eksperymentalnym był poziom nawożenia azotem, w dawkach wzrastających każdorazowo o 40 kg w przedziale od 0 do 160 kg N/ha. Występowanie chorób na roślinach (dolnych międzywęźlach, liściu podflagowym i flagowym oraz kłosie) oceniano każdorazowo w fazie dojrzałości mleczej (BBCH 75-77). Pszenica ozima (w latach 2004–2006 odmiana Rywalka, w roku 2007 odmiana Turnia) była wysiewana w wielogatunkowej monokulturze zbożowej: owies – pszenica ozima – jęczmień jary – pszenżyto ozime.

Przeprowadzone badania wskazują, że zastosowanie pełnej chemicznej ochrony roślin istotnie redukowało porażenie przez patogeny. Jednocześnie stwierdzono wyższą skuteczność ochrony przeciwko chorobom występującym na liściach i kłosach (efektywność 60–80%), aniżeli na podstawie źdźbła, gdzie efektywność ochrony ukształtowała się na poziomie 21–36%. Badania potwierdziły również pogląd, że przebieg warunków pogodowych (głównie ilość i rozkład opadów, średnia dobową temperatura powietrza) istotnie różnicuje

występowanie chorobotwórczych grzybów oraz stopień porażenia (uszkodzenia) poszczególnych części roślin. W okresie o niekorzystnym przebiegu pogody dla rozwoju patogenów roślin (lata suche) stwierdzono istotnie mniejsze nasilenie występowania chorób grzybowych, a tym samym mniejszą skuteczność chemicznych zabiegów ochrony roślin. Udowodniono też lepsze wykorzystanie azotu (wyższa efektywność wzrastających jego dawek) w obiektach z chemiczną ochroną roślin. Zwyżki plonu pszenicy ozimej sięgały wówczas od 3 do 6 t/ha, natomiast w obiektach bez takiej ochrony od 2,3 do 4,4 t/ha. Szczegółowe wyniki dotyczące tego zagadnienia przedstawiono w publikacji: „*Interaction between nitrogen and chemical plant protection in yield formation of cereal crops.*”

W drugim doświadczeniu, prowadzonym również w Grabowie na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego, oceniono m.in. możliwości kompensacji niekorzystnego następstwa roślin dla pszenicy ozimej w zależności od następujących elementów (poziomów) agrotechniki:

- chemicznego zwalczania chorób (do 1985 r. porównywano dwie głębokości uprawy roli): a) bez stosowania fungicydów; b) z fungicydami, tj. wykonanie dwóch oprysków (pierwszy zabieg w fazie pierwszego kolanka – BBCH 31, drugi zabieg w fazie kłoszenia – BBCH 52-58).
- nawożenia: a) 1NPK (180 kg średnio rocznie); b) 2NPK (360 kg średnio rocznie). Od 1992 r. były to dwa poziomy nawożenia azotem: a) 1N oraz b) 1,5N.
- płodozmianu – udział zbóż 50–100% w strukturze zasiewów.

Wybór ten nie był przypadkowy, albowiem wykorzystano tu możliwość przeprowadzenia szczegółowej oceny tego problemu w dłuższym okresie czasu. Ostatnią taką syntezę wykonano w IUNG na bazie kilku statycznych doświadczeń płodozmianowych na początku lat 90. (15–21). W związku z tym, po uzupełnieniu bazy danych o kolejne lata do 2005 roku włącznie, wykonano obliczenia dla plonu ziarna pszenicy ozimej, w tym: plony średnie, minimalne i maksymalne, współczynniki jego zmienności oraz zależności regresyjne, tj. współczynniki determinacji i trendy plonowania. Ocena objęła okres aż 36 lat, czyli dziewięć pełnych 4-letnich rotacji.

Przeprowadzona analiza wskazuje, że największą wydajność pszenicy ozimej uzyskiwano wówczas, gdy stosowano wyższy poziom nawożenia mineralnego, natomiast ochrona roślin przed chorobami wywierała mniejszy wpływ na produktywność tego zboża. Stwierdzono również, że praktycznie we wszystkich porównywanych stanowiskach można uzyskać względnie duże plony ziarna pszenicy ozimej, sięgające w skrajnych przypadkach

nawet 11-12 t/ha. Są jednak lata, kiedy wydajność tego zboża jest stosunkowo mała, a uzyskiwane plony wynoszą poniżej 2 t/ha.

W analizowanym okresie we wszystkich płodozmianach stwierdzono dość duże wahania w plonowaniu pszenicy ozimej. Wyliczone wartości współczynnika zmienności plonu we wszystkich płodozmianach ukształtowały się na poziomie 33-36% przy wyrównanym i dość wysokim współczynniku determinacji wynoszącym 53-58%. Uzyskane przyrosty plonu w kolejnych latach i rotacjach były możliwe do osiągnięcia poprzez zastosowanie poprawnej agrotechniki (staranna uprawa roli, wzrost kultury gleby w następstwie pełnego nawożenia mineralnego NPK oraz Ca i Mg jak również stosowania obornika), właściwej – pełnej ochrony roślin oraz wykorzystanie postępu biologicznego – systematyczna wymiana i odpowiedni dobór odmian. Szczegółowe wyniki dotyczące tego problemu przedstawiono w opracowaniu: „*Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby*”.

Regeneracyjne oddziaływanie systematycznego nawożenia słomą w specjalistycznym zmianowaniu zbożowym

Ta tematyka budzi ostatnio duże zainteresowanie praktyki rolniczej, ponieważ w Polsce w ostatnich latach nastąpiły znaczne zmiany w produkcji rolniczej. Zboża w strukturze zasiewów stanowią około 75%, a znacząca liczba gospodarstw nie prowadzi produkcji zwierzęcej. W związku z tym w wielu gospodarstwach, a nawet całych rejonach kraju powstają nadwyżki słomy. Jednym ze sposobów rolniczego jej zagospodarowania jest wykorzystanie słomy jako nawozu organicznego, gdyż przy braku produkcji obornika, w wielu gospodarstwach dla utrzymania zrównoważonego bilansu próchnicy w glebie konieczne jest przyorywanie odpowiedniej ilości słomy. Dodatkowo, na co wskazują nieliczne przeprowadzone do tej pory badania, taki sposób zagospodarowania słomy może korzystnie oddziaływać na regenerację stanowisk pod rośliny następne, szczególnie w warunkach długotrwałego stosowania specjalistycznych płodozmianów zbożowych (26, 29). Może to jednak sprzyjać nasilonemu występowaniu chorób grzybowych na zbożach, ponieważ wiele patogenów przeżywa na resztkach poźniwnych uprawianych roślin. Problematyki tej dotyczyły doświadczenia mikropoletkowe oraz statyczne doświadczenie polowe zlokalizowane w Grabowie.

Wstępne badania w tym zakresie przeprowadzono w trzech sezonach wegetacyjnych (lata 1999-2001) na mikropoletkach wypełnionych mada średnią. Oceniono w nich plon ziarna i słomy, podstawowe elementy plonowania (MTZ, obsada kłosów) oraz porażenie korzeni pszenicy ozimej odmiany Kobra w zależności od częstotliwości stosowania słomy. Przyjęto następujące warianty:

- 1) słoma stosowana corocznie,
- 2) słoma stosowana corocznie bez dodatkowego azotu,
- 3) słoma stosowana każdego roku jako mulcz,
- 4) słoma stosowana co drugi rok.

Kontrolę stanowiły poletka bez słomy. W obiektach 1, 3 i 4 na słomę bezpośrednio po jej rozrzuceniu na powierzchni gleby stosowano azot w ilości 3g/m^2 . Ilość słomy, jaką zastosowano każdego roku na poletkach wymagających takiego nawożenia, odpowiadała ilości słomy zebranej (wraz z plewami) na tym poletku w danym roku.

Uzyskane wstępne wyniki badań wskazały, że stosowanie słomy jako czynnika kompensującego niekorzystne stanowisko w uprawie pszenicy ozimej w pierwszych dwóch latach prowadzenia doświadczenia nie powodowało istotnego zróżnicowania w produktywności (plon ziarna, plon słomy) tego zboża. Stwierdzono jednak tendencję do gorszego plonowania pszenicy w obiekcie z corocznym stosowaniem słomy bez dodatkowej dawki azotu na jej rozkład, średnio o 7%. Różnica ta uległa dalszemu pogłębieniu trzeciego roku badań. Towarzyszyła temu mniejsza obsada kłosów na tym obiekcie wynikająca m.in. z silniejszego porażenia systemu korzeniowego roślin. Badania te nie potwierdziły postawionej hipotezy o korzystnym oddziaływaniu stosowania słomy na plonowanie pszenicy uprawianej w monokulturze, co przedstawiono w opracowaniu: *„Występowanie zgorzeli podstawy źdźbła i plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po sobie w zależności od zaprawy nasiennej oraz częstotliwości nawożenia słomą”*. W związku z tym podjęto decyzję o przedłużeniu tych badań, poszerzając je o wątek dotyczący aktywności biologicznej gleby w celu lepszego udokumentowania wyników i potwierdzenia przyjętych założeń. Do szczegółowych badań wybrano 3 obiekty:

- 1) glebę bez słomy (kontrola)
- 2) glebę z corocznym stosowaniem słomy bez dodatkowej dawki azotu
- 3) glebę z corocznym stosowaniem słomy wraz z dodatkową dawką azotu.

Analiza wariancji nie wykazała i tym razem istotnego zróżnicowania badanych cech w zależności od częstotliwości stosowania słomy, w porównaniu z obiektem kontrolnym – gleba bez dodatku słomy. Jednocześnie stwierdzono istotność różnic badanych cech ilościowych w

latach. Największą przeciętną wydajność ziarna pszenicy ozimej uzyskano w roku 2004 (716 g/m²), natomiast istotnie mniejszą w pozostałych latach badań, średnio o 26% w roku 2003 i 8% w roku 2002. W przypadku plonu słomy różnice te były jeszcze większe i wyniosły odpowiednio 49 i 37%. Przeprowadzone równoległe badania mikrobiologiczne przez zespół prof. Król z Zakładu Mikrobiologii Rolniczej IUNG-PIB wykazały, że aktywność biologiczna wyrażona ogólną liczebnością bakterii i promieniowców oraz aktywnością dehydrogenazy była skorelowana i potwierdzona statystycznie z uzyskaną wielkością plonu słomy. Stwierdzono, że większy wpływ na oceniane parametry ilościowe (plon ziarna, plon słomy, podstawowe elementy plonowania) miał przebieg warunków pogodowych w danym roku. Szczegółowe wyniki tych analiz przedstawiono w opracowaniu: „Aktywność biologiczna mady średniej pyłowej nawożonej słomą pod uprawą pszenicy ozimej w monokulturze”.

Tej samej problematyki (stosowanie słomy jako czynnika regenerującego w specjalistycznych płodozmianach zbożowych) dotyczą również równoległe prowadzone badania w trwałym doświadczeniu polowym w Grabowie. Wybór ten był o tyle słuszny, że doświadczenie to jest prowadzone nieprzerwanie od 1987 roku, z małymi zmianami poczynionymi w 1997 roku, kiedy zrezygnowano m.in. z obiektu z wypalaniem słomy. W związku z powyższym można było ocenić wpływ długotrwałego oddziaływania nawożenia słomą w uproszczonym zmianowaniu zbożowym na produktywność pszenicy ozimej, żyzność gleby oraz występowanie chorób podstawy źdźbła. W zmianowaniu: rzepak ozimy – pszenica ozima – jęczmień jary porównywano następujące warianty:

- 1) kontrola (bez stosowania słomy)
- 2) słoma przyorywana jeden raz w rotacji (słoma rzepaku),
- 3) słoma przyorywana dwa razy w rotacji (słoma rzepaku i pszenicy) wraz z dodatkową dawką azotu
- 4) słoma przyorywana trzy razy w rotacji (słoma rzepaku, pszenicy i jęczmienia) wraz z dodatkową dawką azotu
- 5) słoma przyorywana trzy razy w rotacji (słoma rzepaku, pszenicy i jęczmienia) bez dodatkowego nawożenia azotem.

Słomę rzepaku i jęczmienia stosowano w ilości 3 t/ha, natomiast pszenicy 5 t/ha. Dodatkowo, w celu poprawienia stosunku C/N w przyorywanej słomie, w obiektach 3 i 4 stosowano azot w ilości 30 kg N/ha.

Analiza wariacji nie wykazała, średnio za 4 lata badań (2001-2004), istotnego zróżnicowania wydajności pszenicy ozimej w zależności od częstotliwości przyorywania słomy. Przeciętne plony ziarna tego zboża wyniosły 6,66 t/ha, wykazując tendencję spadkową

na poszczególnych obiektach doświadczenia w miarę zwiększania częstotliwości stosowania słomy. Większe, chociaż nieistotne, ubytki plonu ziarna (4–5%) zanotowano dla obydwu obiektów z corocznym przyorywaniem słomy.

Interesujących wyników dostarczyła dopiero szczegółowa analiza dla poszczególnych lat badań. Wynika z niej, iż częstotliwość przyorywania słomy w zmianowaniu (jeden, dwa lub trzy razy w rotacji) może w pewnych okolicznościach obniżać produktywność pszenicy ozimej. W analizowanym okresie stwierdzono, że są lata, w których plonowanie tego zboża jest istotnie mniejsze w obiektach, na których słomę przyorywano każdego roku po zbiorze roślin, tj. słomę rzepaku, pszenicy i jęczmienia (obiekt 4 i 5 w roku 2001, obiekt 4 w roku 2003) lub nawet dwa razy w rotacji, tj. słomę rzepaku oraz pszenicy ozimej (obiekt 3 w roku 2003). W porównaniu z obiektem kontrolnym, gdzie słomy w ogóle nie stosowano, obserwowane ubytki plonu ziarna sięgały od 6–7% w roku 2001 do 12–15% w roku 2003. Znalazło to potwierdzenie w analizie wariancji dla podstawowych elementów plonowania. Wynika z niej, że podstawową tego przyczyną była istotna redukcja obsady pędów produkcyjnych. Udowodniono bowiem w tych obiektach mniejszą liczbę kłosów, średnio o 9% w roku 2001 i 14–15% w roku 2003, w porównaniu z obsadą uzyskaną w obiekcie kontrolnym, tj. bez stosowania słomy. Jednocześnie nie zaobserwowano tu gorszej dorodności ziarna. Istotnie mniejszą jego wartość zanotowano jedynie w 2004 roku w obiekcie 5 (słoma przyorywana 3-krotnie w rotacji bez zastosowania dodatkowego azotu), co jednak nie obniżyło wydajności pszenicy ozimej. W badaniach oceniono również porażenie pszenicy ozimej przez patogeny podstawy źdźbła w zależności od częstotliwości przyorywania słomy w zmianowaniu. Analizę taką przeprowadzono w fazie dojrzałości mleczno-woskowej (BBCH 77–83) na dolnych międzywęźlach oraz systemie korzeniowym pszenicy ozimej. Uzyskane wyniki wskazują na brak zwiększonego nasilenia występowania chorób podstawy źdźbła w miarę wzrostu częstotliwości stosowania słomy, w porównaniu z obiektem kontrolnym – bez takiego nawożenia.

W doświadczeniu oceniono również niektóre chemiczne właściwości gleby, tj. zawartość próchnicy, przyswajalny fosfor, potas i magnez oraz odczyn gleby. Stwierdzono, że po 17 latach oddziaływania takiego sposobu uprawy przyorywanie słomy zwiększało w warstwie ornej zawartość przyswajalnych składników pokarmowych oraz próchnicy. Istotnie wyższe wartości tych wskaźników uzyskano w przypadku fosforu i potasu w obiekcie 5, tj. tam, gdzie słomę stosowano trzy razy w rotacji bez dodatkowej dawki azotu poprawiającej stosunek C/N w przyorywanej słomie, w porównaniu z obiektem kontrolnym – bez takiego nawożenia.

Podsumowując uzyskane wyniki można stwierdzić, że wnoszenie materii organicznej w postaci słomy w uproszczonym zmianowaniu zbożowym nie oddziaływało regenerująco na wydajność pszenicy ozimej. Udowodniono natomiast korzystny wpływ stosowania słomy na wybrane wskaźniki żyzności gleby. Szczegółowe wyniki tych badań przedstawiono w opracowaniu: *„Wpływ nawożenia słomą na plonowanie pszenicy ozimej, występowanie chorób podstawy źdźbła oraz niektóre właściwości chemiczne gleby”*.

Jakość ziarna odmian pszenicy ozimej w zależności od stanowiska

Powszechnie wiadomo, że pszenica jest podstawowym zbożem towarowym, a jej ziarno przy wykorzystaniu na cele konsumpcyjne musi charakteryzować się odpowiednimi parametrami jakościowymi. Spośród czynników agrotechnicznych wpływających bezpośrednio na ilość i jakość ziarna zbóż, w tym pszenicy ozimej, ma nawożenie azotem (23, 30). Jednak oddziaływanie stanowiska w zmianowaniu oraz poziom zastosowanej agrotechniki (m.in. pełna ochrona roślin ukierunkowana na zwalczanie chorób podstawy źdźbła oraz chorób liści i kłosa, odpowiednie nawożenie mineralne NPK, uprawa roli) ma zasadnicze znaczenie dla wielkości i wierności uzyskiwanych plonów (18-21), a co się z tym wiąże – pośrednio wpływa na jakość ziarna i jego wartość użytkową. U zbóż szczególnie wrażliwych na niekorzystny przedplon (np. pszenica i jęczmień uprawiane po przedplonach kłosowych) uzyskuje się bardzo często mniejszą dorodność ziarna (mniejsza MTZ). W związku z tym notuje się większy udział pośladu i gorsze wyrównanie ziarna oraz porażenie ziarniaków przez różne gatunki pasożytniczych grzybów, głównie tych z rodzaju *Fusarium*. Prowadzi to do mniejszej wartości użytkowej ziarna.

W związku z powyższym, wykorzystując wybrane obiekty statycznego doświadczenia płodozmianowego prowadzonego od 1969 roku w Grabowie, przeprowadzono 4-letnie badania, których celem było określenie wpływu doboru odmiany i różnego następstwa roślin na jakość ziarna pszenicy ozimej. Przyjęto hipotezę, że takie czynniki kompensujące, jak: dobór odmian i pełna chemiczna ochrona roślin przed chorobami prowadzi do poprawy zdrowotności łanu, co umożliwi w specjalistycznych płodozmianach zbożowych uzyskanie ziarna pszenicy ozimej o dobrej jakości użytkowej.

Badania takie podjęto w latach 2005–2008 na 5 odmianach pszenicy ozimej wybranych z różnych grup użytkowych: jakościowe – Rywarka i Turnia, chlebowe – Nutka i Tonacja oraz

paszowa – Symfonia. Szczegółową ocenę wykonywano na pszenicy wysiewanej w trzech stanowiskach:

- po ziemniaku w zmianowaniu typu norfolckiego (zmianowanie A)
- po owsie w zmianowaniu złożonym z samych zbóż (zmianowanie D)
- po życie w zmianowaniu złożonym z samych zbóż (zmianowanie D).

Potwierdzona statystycznie interakcja (odmiana x przedplon) umożliwiła porównanie jakości ziarna poszczególnych odmian pszenicy ozimej w różnych stanowiskach.

Po ziemniaku największą masą tysiąca ziaren wyróżniała się odmiana Tonacja oraz Turnia, natomiast istotnie mniejszą dorodność ziarna po tym przedplonie zanotowano u odmian Nutka i Symfonia. Należy również zaznaczyć, że uzyskane wartości masy tysiąca ziaren dla dwóch ostatnich odmian różniły się także istotnie od masy tysiąca ziaren dla odmiany Rywalka, przeciętnie o 4-6%. Podobne zależności, jednak przy ogólnie niższym poziomie wartości bezwzględnych, uzyskano w przypadku uprawy pszenicy po życie. W stanowisku po owsie natomiast zbliżone i jednocześnie najwyższe wartości masy tysiąca ziaren uzyskano dla odmian: Turnia, Tonacja i Rywalka, zaś istotnie mniejsze w porównaniu z nimi dla odmian Nutka i Symfonia.

Analiza wariancji dla gęstości ziarna w stanie zsylnym wykazała istotną zależność tej cechy od następstwa roślin w zmianowaniu oraz odmiany. Istotnie mniejszą masę hektolitra, niezależnie od odmiany, wykazało ziarno pszenicy ozimej wysiewanej po życie w porównaniu z uzyskaną po dobrych przedplonach, tj. po owsie oraz po ziemniaku. Jednocześnie stwierdzono istotnie wyższe wartości tej cechy u odmian: Tonacja, Turnia i Rywalka, natomiast u Nutki i Symfonii była ona niższa, przeciętnie o około 2 kg/hl. Oceniając tę cechę jakości ziarna pszenicy ozimej w zależności od stanowiska należy podkreślić, że ziarno odmian Tonacja, Rywalka i Turnia charakteryzowała istotnie większa gęstość w stanie zsylnym niż odmian Nutka i Symfonia. Jednocześnie obydwie odmiany zareagowały istotnym obniżeniem jakości ziarna (mniejsza masa hektolitra) na uprawę po złym przedplonie (żyto) w porównaniu z przedplonem dobrym – ziemniak uprawiany na oborniku w zmianowaniu typu norfolckiego – 50% zbóż w strukturze zasiewów.

Zawartość glutenu w ziarnie pszenicy ozimej, oceniona w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG-PIB, nie zależała w istotny sposób od odmiany i następstwa roślin. Pośród porównywanych odmian jedynie w przypadku Turni udowodniono istotnie mniejszą ilość glutenu mokrego w stanowisku po życie w porównaniu z jego zawartością uzyskaną po ziemniaku.

Zawartość białka w ziarnie, oceniona w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych IUNG-PIB, zależała w istotny sposób od odmiany oraz stanowiska w zmianowaniu. Największą jego zawartość w ziarnie pszenicy ozimej, średnio za 3 lata badań, stwierdzono po ziemniaku, natomiast po owsie i życie była ona istotnie mniejsza. Jednocześnie ziarno odmian: Tonacja, Turnia i Rywarka zawierało istotnie więcej białka ogólnego aniżeli odmian Nutka i Symfonia. Zależności te wystąpiły po obydwu dobrych przedplonach.

Przedstawione wyniki dotyczące oceny cech jakościowych ziarna odmian pszenicy ozimej oraz jej wydajności po różnych przedplonach wskazują, że spadki plonu ziarna tego gatunku uprawianego w złym stanowisku (przedplon żyto) wynikały z istotnie mniejszej zwartości ładu (średnio o 13% mniejsza obsada kłosów) oraz istotnie mniejszej dorodności ziarna, przeciętnie o 8%. Towarzyszyło temu kilkakrotnie większe porażenie systemu korzeniowego roślin przez zgorzel podstawy źdźbła po tym przedplonie w porównaniu z obiektem kontrolnym – uprawa pszenicy po ziemniaku. Oceniona równolegle jakość ziarna odmian pszenicy ozimej wyrażona masą tysiąca ziaren, masą hektolitra oraz zawartością białka była istotnie gorsza w złym stanowisku (po życie), natomiast ilość glutenu nie zależała w istotny sposób od następstwa roślin. Szczegółowy opis uzyskanych wyników przedstawiono w opracowaniu: *„Plonowanie i jakość ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od następstwa roślin i występowania chorób podstawy źdźbła”*.

Podsumowanie najważniejszych wyników dokumentujących osiągnięcie naukowe:

1. Udowodniono wyraźne różnice odmianowe w reakcji pszenicy ozimej na niekorzystny przedplon – uprawa po roślinach kłosowych. Interesujących wyników w tym względzie dostarczyły odmiany: Kaja, Rysa, Rywalka, Tonacja, Turnia i Zyta.
2. Jedną z podstawowych przyczyn spadku plonu pszenicy ozimej wysiewanej w złych stanowiskach (po przedplonach kłosowych) było wzmożone występowanie chorób podstawy źdźbła, w tym zgorzeli podstawy źdźbła powodowanej obecnością grzyba *Gaeumannomyces graminis*.
3. Istotnie wyższe plony ziarna niektórych odmian pszenicy ozimej uprawianych w stanowisku po zbożach wynikały z mniejszej ich wrażliwości na porażenie przez patogeny podstawy źdźbła.
4. Skuteczność specjalistycznych zapraw nasiennych przeciwko zgorzeli podstawy źdźbła nie została jednoznacznie potwierdzona. Wynika to prawdopodobnie z krótkiego okresu prowadzenia badań, co uniemożliwia pełną ocenę skuteczności tych preparatów w chemicznej ochronie pszenicy ozimej przed występowaniem grzyba *Gaeumannomyces graminis*.
5. Przebieg warunków pogodowych w danym roku (głównie ilość i rozkład opadów, średnia dobowa temperatura powietrza) istotnie różnicował nasilenie występowania patogenicznych grzybów i stopień porażenia poszczególnych części roślin. W latach o niekorzystnym przebiegu pogody dla rozwoju chorób roślin (lata suche) obserwowano istotnie mniejsze nasilenie występowania patogenicznych grzybów, a tym samym mniejszą skuteczność chemicznych zabiegów ochrony roślin.
6. Pełna ochrona roślin ukierunkowana na zwalczanie patogenów podstawy źdźbła oraz patogenów występujących na liściach i kłosach pszenicy ozimej w połączeniu z właściwym poziomem nawożenia azotem może istotnie zwiększyć efektywność jej uprawy w specjalistycznych płodozmianach zbożowych.
7. Systematyczne przyorywanie słomy w uproszczonym zmianowaniu zbożowym nie wpłynęło istotnie na wydajność pszenicy ozimej. W latach o mniejszej ilości opadów wydajność pszenicy ozimej nawożonej słomą może być wyraźnie mniejsza.
8. Długotrwałe nawożenie słomą zwiększyło w warstwie ornej gleby zawartość przyswajalnych składników pokarmowych oraz próchnicy. Wyższe wartości tych wskaźników żyzności gleby stwierdzano wówczas, gdy słomę stosowano każdego

roku bez dodatkowej dawki azotu poprawiającej stosunek C:N w przyorywanej słomie.

9. Jakość ziarna odmian pszenicy ozimej wyrażona masą tysiąca ziaren, masą hektolitra oraz zawartością białka w ziarnie była istotnie mniejsza w stanowisku po zbożach, co można bezpośrednio wiązać z występowaniem zgorzeli podstawy źdźbła powodowanej obecnością grzyba *Gaeumannomyces graminis* na korzeniach roślin. Zawartość glutenu nie zależała natomiast w istotny sposób od następstwa roślin w zmianowaniu.
10. W specjalistycznych płodozmianach zbożowych można uzyskać stosunkowo duże plony ziarna pszenicy ozimej, jednak w każdym przypadku mniejsze niż w poprawnym wielostronnym płodozmianie, a uzyskane w takich warunkach ziarno jest często gorszej jakości.
11. Zastosowanie poprawnej agrotechniki (wzrost kultury gleby w następstwie pełnego nawożenia mineralnego NPK oraz Ca i Mg, właściwa ochrona roślin) w połączeniu z wykorzystaniem postępu biologicznego (systematyczna wymiana i odpowiedni dobór odmian) w znacznym stopniu łagodzi wpływ niekorzystnego następstwa roślin na plonowanie pszenicy ozimej.

Literatura

1. Adamiak J., Adamiak E. 1991. Plonowanie 4 zbóż w monokulturze w warunkach różnego poziomu chemizacji na glebie ciężkiej. W: Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach, V Seminarium Płodozmianowe, Zbiór prac źródłowych, Olsztyn 1991, Cz. III: 213–220.
2. Arseniuk E., Oleksiak T. 2009. Postęp w hodowli głównych roślin uprawnych w Polsce i możliwości jego wykorzystania do 2020 roku. *Studia i raporty IUNG-PIB*, 14: 293–305.
3. Bockmann H., Knoth K.E. 1971. Der verstärkte Getreidebau aus pflanzenpathologischer und pflanzenhygienischen Sicht. *Z. Pfl Schutz u. Pfl krankh.* 78(1): 1–33.
4. Cavelier M., Couvreur L.: Effet du traitement antipietin sur les rendements du ble d'hiver et nuisibilité du pietin verse en Belgique. *Agronomie*, 1995, 15: 139-151
5. Collaud J.F., Fossati A., Fossati D.: Description des varietes de cereales du catalogue national 1999. *Revue suisse d'agriculture*, 1999, 31(4).
6. Deryło S., Szymankiewicz K. 1999. Plonotwórczy efekt płodozmianów i monokultury w warunkach zróżnicowanej agrotechniki. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 195, *Agricultura* 74: 233–238.
7. Harasim A. 1997. Możliwość kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie i efektywność produkcji pszenicy ozimej. Cz. I. Plon ziarna i jego związki z niektórymi czynnikami. *Pam. Puł.*, 109, 19–34.
8. Harasim A. 1998. Efektywność ekonomiczna wybranych elementów agrotechniki pszenicy ozimej w różnych stanowiskach. *Acta. Acad. Agricult. Techn. Olst. Agricultura*, 66: 67–71.
9. Korbas M. 2004. Choroby podstawy żdźbła – możliwości i perspektywy zwalczania. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin*, 44(1): 147–154.
10. Korbas M., Ławecki T., Kubiak K., Różalski K. 2000. Porażenie korzeni pszenicy przez *Gaeumannomyces graminis* w zachodniej Polsce. *Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin* 40(1): 201–205.
11. Kubiak K., Korbas M. 1999. Ocena występowania chorób grzybowych na wybranych odmianach pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin*, 39(2): 801–804.
12. Kuś J., Filipiak K., Kamińska M. 1993. Plonowanie zbóż w zależności od ich udziału w strukturze zasiewów. *Pam Puł.*, 103:123–132.
13. Kuś J., Mróz A. 1992. Występowanie chorób podstawy żdźbła pszenicy ozimej w zależności od zmianowania. *Mat. Konf. Polskiego Towarzystwa Fitopatologicznego pt.: „Płodozmian i zmianowanie w biologicznej ochronie roślin przed chorobami.”* Skierniewice: 34–37.
14. Kuś J., Mróz A. 1994. Wpływ chemicznego zwalczania chorób na plonowanie wybranych gatunków zbóż. *Mat. XXXIV Sesji naukowej IOR. Cz. II*: 196–201.
15. Kuś J., Mróz A. 1995. Podatność kilku odmian pszenicy ozimej na porażenie przez *Gaeumannomyces graminis*. *Mat. II Krajowego Sympozjum nt.: „Odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające czynniki środowiska”.* IHAR Radzików, 295–297.
16. Kuś J., Mróz A. 1997. Różnice odmianowe w podatności pszenicy ozimej na porażenie przez *Gaeumannomyces graminis*. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin*, 37(2): 301–304.
17. Kuś J., Mróz A., Kamińska M. 1993. Możliwość kompensacji niekorzystnego stanowiska w uprawie zbóż poprzez chemiczną ochronę zasiewów. *Mat. XXXIII Sesji Nauk. IOR, Cz. II*: 248–252.

18. Kuś J., Mróz A., Skiba H. 1991. Wpływ chemicznego zwalczania chorób na plonowanie zbóż w różnych zmianowaniach. *Fragm. Agron.*, 4 (32):72–83
19. Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990a. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. I. Doświadczenia na glebach żytnych słabych. *Pam. Puł.* 97: 7–22.
20. Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990b. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. II. Doświadczenia na glebach żytnych bardzo dobrych. *Pam. Puł.* 97: 23–38.
21. Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990c. Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. III. Doświadczenia na glebach pszenicznych dobrych. *Pam. Puł.* 97: 39–54.
22. Kuś J., Siuta A., Mróz A., Kamińska M. 1993. Możliwość kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.* 103: 133–143.
23. Małecka I., Bleharczyk A., Piechota T., Sawinska Z. 2005. Wpływ nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej uprawianej w okresowej monokulturze. *Fragm. Agron.* 22(2): 116–124.
24. Mróz A., Kuś J., Harasim A. 1991. Występowanie chorób podstawy źdźbła pszenicy ozimej w zależności od stanowiska i chemicznej ochrony roślin. W: *Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach, V Seminarium Płodozmianowe, Zbiór prac źródłowych, Olsztyn, Cz. II*: 7–14.
25. Parylak D., Kordas L. 2002. Efektywność zaprawy nasiennej Latitude 125 FS w ochronie pszenicy ozimej uprawianej po sobie. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 42: 844–846.
26. Pawłowski F., Wesołowski M. 1991. Sposoby regeneracji stanowiska w monokulturze a plonowanie jęczmienia jarego i pszenicy ozimej. W: *Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach, V Seminarium Płodozmianowe, Zbiór prac źródłowych, Olsztyn, Cz. III*: 181–188.
27. Różalski K. 1999. Nowe spojrzenie na zgorzel podstawy źdźbła. W: *Zagadnienia ochrony roślin w aspekcie rolnictwa integrowanego i ekologicznego. Konf. Szkol., Puławy, Cz. II, 1999*: 31–34.
28. Schönhammer A., Fischbeck G. 1987a. Untersuchungen an getreidereichen Fruchtfolgen und Getreidemonokulturen. 1. Die Differenzierung der Ertragsleistung und deren Struktur im Verlauf von 15 Versuchsjahren. *Bayer. Landw. Jahrb.* 64: 175–191.
29. Siuta A. 1998. Wpływ nawożenia słomą i uprawy międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 112: 179–185.
30. Stankowski S., Smagacz J., Hury G., Ułasik S. 2008. Wpływ intensywności nawożenia azotem na jakość ziarna i maki odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 7(3): 105–114.