UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI
W OLSZTYNIE
WYDZIAŁ ROLNICTWA I LEŚNICTWA

mgr inż. Paweł Wodzyński

Zdrowotność pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz w zależności od udziału zbóż w płodozmianie

Praca doktorska wykonana
w Katedrze Entomologii, Fitopatologii
i Diagnostyki Molekularnej
pod kierunkiem
prof. dr hab. Tomasza Kurowskiego

Olsztyn 2023

UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY
IN OLSZTYN
FACULTY OF AGRICULTURE AND FORESTRY

Paweł Wodzyński M. Sc.

Health status of *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* and *Triticum aestivum* ssp. *spelta* depending on cereals participation in the crop rotation

Doctorate Thesis carried out in the Department of Entomology, Phytopathology and Molecular Diagnostics under the supervision of prof. dr hab. Tomasz P. Kurowski

Olsztyn 2023

Spis treści

1. **WSTĘP** 5
2. **CEL, ZAKRES PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE** 8
Hipotezy badawcze 8
3. **PRZEGLĄD LITERATURY** 10
3.1. Uprawa pszenicy 10
3.2. Ważniejsze choroby grzybowe występujące w pszenicy ozimej 15
3.2.1. Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) 15
3.2.2. Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula yallundae, O. acuformis*) [Wallwork & Spooner] Crous & W.Gams. 15
3.2.3. Ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*, anamorfa: *Ceratorhiza cerealis*) 16
3.2.4. Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*) [de Candolle] Speer 17
3.2.5. Brunatna plamistość liści *Drechslera tritici-repentis* (Diedicke) Shoemaker 17
3.2.6. Rdza brunatna *Puccinia recondita* Rob. ex Desmazieres 18
3.2.7. Septorioza plew pszenicy *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller) Hedjaroude (syn. *Parastagonospora nodorum* (Berg.) Castellani et Germano 18
3.2.8. Septorioza paskowana liści pszenicy *Zymoseptoria tritici, Parastagonospora nodorum (Fuckel) J. Schröt.* 19
3.2.9. Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.) 19
3.2.10. Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.) 20
3.3. Wpływ uproszczonego zmianowania na zdrowotność pszenicy ozimej 21
3.4. Znaczenie doboru odmiany 21
3.5. Rola mikroorganizmów w ochronie pszenicy przed patogenami 25
4. **MATERIAŁ I METODY BADAŃ** 27
4.1. Lokalizacja doświadczenia polowego 27
4.2. Obiekty doświadczenia polowego 28
4.3. Odmiany pszenicy ozimej zastosowane w badaniach 29
4.4. Badania polowe 30
4.4.1. Ocena zdrowotności korzeni i podstawy źdźbła 30
4.4.2. Ocena zdrowotności liści 31
4.4.3. Ocena zdrowotności kłosów 32
4.5. Prace laboratoryjne 32
4.5.1. Izolacja grzybów zasiedlających korzenie pszenic 32
4.5.2. Izolacja grzybów zasiedlających podstawę źdźbła 33

4.5.3. Interakcje patogen-antagonista 33
5. **WARUNKI METEOROLOGICZNE I AGROTECHNIKA** 35
6. **WYNIKI** 43
6.1. Nasilenie zgorzeli korzeni i pochew liściowych 43
6.2. Nasilenie chorób podstawy źdźbła 47
6.3. Nasilenie chorób liści 54
6.4. Nasilenie chorób kłosa 62
6.5. Grzyby wyizolowane z porażonych korzeni i podstawy źdźbła pszenic 66
6.6. Interakcje patogen-antagonista 75
7. **DYSKUSJA WYNIKÓW** 79
8. **WNIOSKI** 84
9. **LITERATURA** 85
Streszczenie 97
Summary 99

1. WSTĘP

Uprawy zbóż na świecie już od kilku lat zajmują powierzchnię ok 700 mln ha. Rośliny te mają znaczenie strategiczne, gdyż zaspokajają potrzeby żywnościowe ludzi oraz stanowią źródło zaopatrzenia dla przemysłu zbożowo-młynarskiego. Są podstawowym komponentem do produkcji pasz oraz w dużej mierze decydują o ekonomicznej efektywności produkcji zwierzęcej, szczególnie żywca wieprzowego i drobiowego [Łopaciuk 2022]. W Unii Europejskiej znaczącym producentem zbóż jest Polska, która zajmuje drugie miejsce zaraz po Francji, wśród krajów członkowskich o największym areale uprawianych zbóż oraz trzecie po Francji i Niemczech, co do wielkości uzyskiwanych zbiorów. W Polsce według szacunkowych danych [GUS 2022] zboża zajmowały 7,2 mln ha, z czego 2,5 mln ha zajmowała pszenica (w tym 2,3 mln ha forma ozima i 0,2 mln ha forma jara), 1,3 mln ha pszenżyto, 1,2 mln ha kukurydza, 0,7 mln ha żyto, 0,6 mln ha jęczmień, 0,5 mln ha owies oraz 0,4 mln ha mieszanki zbożowe i pozostałe zbożowe [GUS 2022].

W strukturze zasiewów naszego kraju zboża zajmują ok. 72% powierzchni zasiewów ogółem, w tym ok. 34% stanowi pszenica. Popularność tej uprawy determinowana jest stosunkowo łatwą technologią produkcji, niską energochłonnością oraz łatwością przechowywania i transportu. Połączenie tych czynników z powtarzalnością produkcji w warunkach klimatu umiarkowanego, czyni z tej uprawy niezwykle atrakcyjne ekonomicznie [Baer-Nawrocka, Kiryluk-Dryjska 2015]. Jak wynika ze struktury zasiewów rolnicy do uprawy bardziej preferują formę ozimą niż jarą pszenicy. Jest to spowodowane mniejszym potencjałem plonowania formy jarej ze względu na długość okresu wegetacji. Forma jara ma również mniejszą tolerancję na okresowe susze wiosenne, które corocznie w Polsce są znaczącym czynnikiem ograniczającym plonowanie roślin [Wyzińska, Grabiński 2018].

Ze względu na to, że zboża w Polsce stanowią dominującą grupę roślin uprawnych, a ich udział w wielu regionach przekracza 75%, występuje konieczność uprawy ich po sobie lub w warunkach uproszczonego zmianowania. Konsekwencją takiej uprawy jest obniżka plonu oraz negatywne zmiany w siedlisku pola uprawnego [Parylak, Pytlarz 2013]. Uprawa z dużym udziale zbóż w płodozmianie niesie za sobą negatywne konsekwencje dla plonu pszenicy. Można to częściowo zniwelować poprzez odpowiednie nawożenie mineralne, organiczne oraz agrotechnikę ale nie zrekompensuje to całego spadku plonu spowodowanego wysyceniem roślinami zbożowymi [Kuś, Smagacz 2010]. Dodatkowo, duży udział zbożowych w płodozmianie sprzyja występowaniu sprawców chorób grzybowych. Do najczęściej

występujących należy zaliczyć choroby podstawy źdźbła, takie jak: zgorzel podstawy źdźbła, łamliwość źdźbła zbóż oraz fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła i korzeni [Korbas i in. 2001]. Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła może prowadzić do występowania fuzariozy kłosów, a w konsekwencji produkcji szkodliwych mykotoksyn [Wiśniewska 2005]. Kolejnym problemem uproszonego zmianowania jest kompensacja chwastów oraz szkodników, która wymaga od producentów większych nakładów na ochronę roślin. W efekcie tych działań opłacalność takiej uprawy maleje [Grabiński 2010].

Względy ekonomiczne zmuszają rolników do poszukiwania nowych technologii we własnych gospodarstwach oraz szukania nisz rynkowych w celu poprawy dochodowości. Coraz bardziej świadomi konsumenci poszukują na rynku żywności tzw. „prozdrowotnej", która jest produkowana przy całkowitym bądź zredukowanym wykorzystaniu środków ochrony roślin oraz nawozów. Wymogi stawiane przez Unię Europejską w celu ochrony ludzi i poprawy środowiska naturalnego obligują producentów do spełnienia wytycznych w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. Zakłada on redukcję zużycia chemicznych środków ochrony roślin o 50%. Oznacza to, że rolnicy będą musieli przestawić się na nowe metody produkcji żywności z wykorzystaniem środków biologicznych, prawidłowych płodozmianów oraz odmian o podwyższonej tolerancji na choroby.

Gatunkiem pszenicy, który wykazuje podwyższoną odporność na choroby względem pszenicy zwyczajnej jest orkisz. Jego uprawa może być prowadzona bez użycia fungicydów [Sulewska 2006; Rachoń, Szumiło 2009]. W Polsce, jak i w Europie jest on uprawiany w warunkach rolnictwa ekologicznego, ale zainteresowanie tym gatunkiem rośnie z roku na rok [Cacak-Pietrzak i in. 2011]. Pszenica orkisz wykazuje duże zdolności adaptacyjne do ekstensywnych warunków uprawy i tolerancję wobec stresów środowiskowych. Dodatkowo charakteryzuje się wyższą odpornością na choroby źdźbła i kłosów, jak: septorioza kłosów i rdza źdźbłowa. Wyjątkowo odporna jest na wiele szczepów rdzy żółtej, atakującej pszenicę, zwłaszcza w środkowej i północnej Europie. Ze względu na chroniące ziarno orkiszu twarde plewki, można ograniczyć przedsiewne zaprawianie. Dlatego też orkisz pszenny jest cennym gatunkiem wykorzystywanym do uprawy w gospodarstwach ekologicznych [Sulewska 2006; Hołubowicz-Kliza 2008]

Pszenica ozima atakowana jest przez wiele gatunków patogenów przez cały okres wegetacyjny. Straty spowodowane przez grzyby są znaczne i szczególnie dotyczą pszenic uprawianych przy dużym wysyceniu roślin zbożowych w płodozmianie. W badaniach autorów zajmujących się reakcją pszenicy na udział zbóż w płodozmianie [Parylak, Pytlarz 2013; Buraczyńska, Ceglarek 2008; Woźniak 2006] wykazano, że przedplon ma znaczący wpływ na

obniżkę plonu pszenicy. Największy spadek plonu, wynoszący prawie 22%, wystąpił po roślinach zbożowych, mniejszy – 6% po bobiku. Podobnie Smagacz i Kuś [2010] uzyskali mniejszą wydajność pszenicy w płodozmianie z 75% udziałem roślin kłosowych. Wyniki Sułek i in. [2016] potwierdziły negatywny wpływ zwiększonego udziału zbóż w strukturze zasiewów. Przyczynił się on do większego porażenia roślin pszenicy przez patogeny powodujące rdzę brunatną oraz brunatną plamistość liści. Ponadto, w badaniach tych wykazano zróżnicowanie wrażliwości porównywanych podgatunków pszenicy ozimej na niekorzystny przedplon. Pszenica orkisz odmiany Rokosz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) reagowała mniejszym spadkiem plonu ziarna przy zwiększonym udziale zbóż w płodozmianie, w porównaniu do pszenicy zwyczajnej odmiany Bamberka (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). Wystąpiły również różnice w odporności podgatunków na porażenie przez patogeny grzybowe. Pszenica orkisz wykazywała istotnie wyższą odporność na kompleks chorób podstawy źdźbła w stosunku do pszenicy zwyczajnej.

2. CEL, ZAKRES PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE

Dążenie do uzyskania jak najwyższej opłacalności produkcji rolniczej często wiąże się z uproszczeniami w produkcji. Najczęstszą formą takich uproszczeń, jaką wybiera producent rolny, są ograniczenia w prawidłowym płodozmianie. Przekroczenie dopuszczalnej granicy udziału roślin zbożowych w płodozmianie wiąże się m. in. z namnażaniem się w glebie mikroorganizmów odpowiedzialnych za występowanie chorób grzybowych, co w konsekwencji powoduje spadek uzyskiwanych plonów.

Celem badań było określenie zdrowotności pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz w zależności od udziału roślin zbożowych w zmianowaniu oraz ocena struktury ilościowej i jakościowej zbiorowiska grzybów zasiedlających korzenie i podstawę źdźbła pszenic.

Zakres badań

W czasie 4-letnich badań polowych dokonano oceny zdrowotności dwóch gatunków pszenicy ozimej uprawianych w czterech zmianowaniach o zróżnicowanym udziale roślin zbożowych. W okresie wegetacji pszenicy oceniano nasilenie porażenia przez patogeny: korzeni, liści, kłosa i podstawy źdźbła obydwu testowanych gatunków. W trakcie prowadzonych obserwacji polowych pobierano korzenie i podstawy źdźbła wykazujące objawy chorobowe. Z pobranych próbek w laboratorium wykonano izolacje grzybów zasiedlających porażone organy roślinne. Przeprowadzono testy dotyczące oddziaływania wybranych gatunków z rodzaju *Trichoderma* na grzyby rodzaju *Fusarium*.

Hipotezy badawcze

- Pszenica orkisz, niezależnie od udziału w zamianowaniu, jest mniej podatna na infekcje przez grzyby niż pszenica zwyczajna.
- Nasilenie chorób korzeni, aparatu asymilacyjnego, kłosa i podstawy źdźbła dwóch gatunków pszenicy wzrasta wraz z rosnącym udziałem tych roślin w płodozmianie.
- Liczebność grzybów patogenicznych w uprawie pszenic jest większa w zmianowaniach z dużym udziałem roślin zbożowych.
- Płodozmian o małym udziale pszenic sprzyja występowaniu grzybów o uzdolnieniach antagonistycznych w stosunku do patogenów zbóż.

- Grzyby rodzaju *Trichoderma* wykazują antagonistyczne oddziaływanie w stosunku do grzybów rodzaju *Fusarium.*

3. PRZEGLĄD LITERATURY

3.1. Uprawa pszenicy

Wybierając pszenicę ozimą do uprawy, trzeba pamiętać o kilku kluczowych czynnikach warunkujących powodzenie tej uprawy. Pierwszym z nich jest wybór odpowiedniego stanowiska. Pszenica pod względem doboru gleby jest najbardziej wymagająca ze wszystkich roślin zbożowych. Gleba to ważny czynnik pozwalający uzyskać wysoki plon pszenicy, ale również innym roślinom zbożowym. Dobrą glebę charakteryzują uregulowane stosunki powietrzno-wodne, odpowiedni skład granulometryczny, zasobność w składniki mineralne, zawartość próchnicy oraz prawidłowe pH [Noworolnik 2008]. Takie cechy zawierają gleby kompleksu pszennego bardzo dobrego i dobrego, do których możemy zaliczyć klasy od I do IIIb. W zależności od regionu, dla pszenicy są wybierane również gleby kompleksu pszennego górskiego, zbożowego górskiego, zbożowo-pastewnego mocnego oraz żytniego bardzo dobrego. Wielu autorów, a wśród nich Noworolnik [2008] opisuje wielkość plonu pszenicy jako czynnik zależny od kompleksu glebowo-rolniczego oraz od pH gleby.

Następnym ważnym czynnikiem jest odpowiednio dobrany przedplon. Zaleca się wysiew pszenicy po roślinach pozostawiających po sobie wartościową ilość resztek pożniwnych. Najkorzystniejszymi przedplonami dla pszenicy są: koniczyna, lucerna, rzepak ozimy oraz strączkowe grubonasienne. Dobre plony można również uzyskać po burakach cukrowych i ziemniakach. Ze strączkowych grubonasiennych dobrym przedplonem jest groch oraz łubin. Pozostawiają one po sobie stanowisko zasobne w azot z którego korzystają rośliny następcze. Badania Woźniaka [2006] wykazały, że wyższe plony pszenicy można uzyskać po grochu niż po ziemniakach, natomiast badania Małeckiej-Jankowiak i in. [2018] potwierdzają wyższe plonowanie pszenicy po strączkowych i łubinach, niezależnie od wybranego systemu uprawy.

W Polskich warunkach bardzo często dla pszenicy ozimej przedplonem jest rzepak ozimy. Ze względu na rozbudowany system korzeniowy, sięgający nawet do dwóch metrów w głąb gleby poprawia on jej strukturę oraz pozostawia resztki pożniwne bogate w azot. Roślina ta stymuluje rozwój mikroorganizmów antagonistycznych do sprawców chorób podstawy źdźbła, co ogranicza przenoszenie patogenów przez glebę [Sieling, Christen 2015].

Niekorzystnymi przedplonami są zboża oraz kukurydza. Resztki pożniwne pozostawione przez te rośliny, sprzyjają występowaniu grzybów rodzaju *Fusarium.* Są one sprawcami chorób takich, jak: zgorzel siewek, fuzariozy liści oraz fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni. Potwierdzają to badania Horoszkiewicz-Janki i in. [2012], gdzie stwierdzono największe nasilenie wyżej wymienionych chorób w uprawie po pszenicy, a w następnej kolejności po

kukurydzy. Nadmierne wysycenie płodozmianu zbożami może również prowadzić do pogorszenia zawartości białka i glutenu w ziarnie oraz obniżenia wskaźnika sedymentacji. Duży udział zbóż ma wpływ na nadmierne pojawianie się chwastów, takich jak: miotła zbożowa, owies głuchy czy wyczyniec polny [Artyszak 2006, Jasińska, Kotecki 2003].

Termin siewu to kolejny aspekt uprawy, który może wpływać pozytywnie lub negatywnie na plonowanie pszenicy. Jest to jeden z nienakładowych czynników obok doboru odmiany odpowiadający za plon i jakość ziarna. Termin siewu oraz ściśle z nim skorelowana długość dnia wpływają na morfogenezę, krzewistość ogólną i produkcyjną oraz formowanie stożka wzrostu powodując zróżnicowanie liczby kłosów, kłosków i kwiatów w kłosie, a tym samym plonu ziarna z kłosa [Budzyński i in., 2003, Grabiński i in., 2007]. Prawidłowy termin siewu dla pszenicy ozimej w warunkach Polski przypada między 15 września a 15 października w zależności od regionu. Siew w tym terminie pozwala zapewnić roślinom odpowiednią temperaturę i ilość światła potrzebną do prawidłowego rozwoju wegetatywnego. W literaturze wielokrotnie zajmowano się tematyką wpływu terminu siewu na plon pszenicy ozimej. W badaniach Webera i Podolskiej [2008] istotnie niższe plony uzyskano w siewie opóźnionym o dwa tygodnie w stosunku do terminu optymalnego i wczesnego. Potwierdzają to badania Szumiło i Rachonia [2008], gdzie opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie ograniczyło plonowanie ozimych form pszenicy orkisz, twardej i zwyczajnej średnio 17,3%. Wynikało to głównie z istotnego spadku liczby kłosów pszenicy wysiewanej w terminie opóźnionym. Opóźniony siew pszenicy ozimej niesie za sobą ryzyko niskiej temperatury podczas wzrostu wegetatywnego, co może prowadzić do słabego kiełkowania nasion, gorszej zdolności krzewienia i niskiej obsady roślin [Borras-Gelonch i in. 2012, Dreccer i in. 2013]. Może to również prowadzić do późnego kwitnienia, co naraża uprawę na działanie podwyższonych temperatur w okresie nalewania ziarna i może je skutecznie ograniczyć [Bailey-Serres i in., 2019, Dubey i in. 2019]. W doświadczeniu z opóźnionym terminem siewu oraz różną gęstością przeprowadzonym przez Shah i in. [2020] określono procent utraty plonu spowodowany opóźnionym terminem siewu. Wyniki wykazały, że plon ziarna spadł o 1% na każdy dzień opóźnienia optymalnego terminu. Zwiększenie normy wysiewu całkowicie złagodziło stratę plonu przy jednotygodniowym opóźnieniu siewu i częściowo zrekompensowało dwutygodniowe opóźnienie. W przypadku opóźnień w siewie przekraczających dwa tygodnie zwiększona dawka wysiewu nie zrekompensowała spadku plonów. Takie niepowodzenie można wytłumaczyć brakiem wydajności zwiększonej obsady roślin przy wyższej normie wysiewu.

Pozytywnym aspektem wynikającym z opóźnienia terminu siewu może być mniejsze porażenie przez patogeny grzybowe. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Dubisa i Budzyńskiego [2006] wykazano większe porażenie przez *Septoria nodorum* w wyniku przyspieszenia optymalnego terminu siewu. Potwierdzają to również badania Pisarka i in. [2013], w których opóźniony termin siewu pszenicy ograniczył nasilenie zgorzeli podstawy źdźbła.

Zwalczanie chwastów to kolejny element prawidłowej agrotechniki towarzyszący uprawie pszenicy. Chwasty segetalne, czyli występujące na polach uprawnych, ściśle związane z uprawą mogą przyczynić się znacząco do obniżki plonu. Konkurują z roślinami uprawnymi o miejsce, światło, wodę i składniki pokarmowe. Mają negatywny wpływ na wzrost i rozwój rośliny uprawnej oraz w skrajnych przypadkach mogą utrudniać jej zbiór [Woźniak, Soroka 2014]. Według wielu autorów wpływ na zachwaszczenie ma wybór systemu uprawy. Obecnie możemy wydzielić trzy systemy uprawy roli: uprawa tradycyjna, uproszczona oraz siew bezpośredni. W uprawie tradycyjnej podstawowym narzędziem jest pług. Uprawa uproszczona polega na zastąpieniu pługa agregatami biernymi lub czynnymi, które mają spulchnić warstwę orną gleby bez jej odwracania. Siew bezpośredni polega na precyzyjnym umieszczeniu nasion w nieuprawianej glebie [Sekutowski, Domaradzki 2009]. Każdy z systemów ma swoje wady i zalety, natomiast prawidłowa agrotechnika w połączeniu ze skutecznością herbicydów daje właściwe rezultaty. Tradycyjna uprawa z wykorzystaniem pługa stwarza odpowiednie warunki do kiełkowania oraz wzrostu nasilenia chwastów. Podczas orki występuje tendencja do rozmieszczenia nasion chwastów w całej warstwie ornej. Dodatkowo w kolejnych latach systemu orkowego, nasiona chwastów z wierzchnich warstw gleby ponownie trafiają na powierzchnię. W przypadku stosowania uproszczeń w uprawie, 50% nasion chwastów jest rozmieszczonych w warstwie do 10 cm, a 80% do 15 cm. W obu przypadkach zarówno zabiegi agrotechniczne, jak i odpowiednio dobrane herbicydy mają zasadniczy wpływ na ograniczenie występowania chwastów oraz na plon rośliny uprawnej [Sekutowski 2007]. Wielu autorów wskazywało na różne kierunki zmian zachwaszczenia pod wpływem uproszczeń w uprawie roli. Niektórzy podkreślali występowanie gatunków wieloletnich o dużej agresywności [Dzienia 1980, Nowicki i in. 1980, Krężel 1991] oraz wzrost różnorodności tej grupy gatunków [Gill i Arshad 1995, Pałys i in. 1997]. Zauważano również wzrost liczebności chwastów jednoliściennych oraz samosiewów rośliny przedplonowej [Jędruszczak i in. 2000a] Również uproszczenia w płodozmianach i zwiększenie w nich udziału roślin zbożowych sprzyja zachwaszczeniu. Badania Buczyńskiego i innych [2003] wykazały, że wzrost udziału pszenicy ozimej w płodozmianie z 25 do 50% doprowadził do

istotnego zwiększenia się jej zachwaszczenia w fazie krzewienia, natomiast w monokulturze liczba chwastów była o ponad 60% wyższa niż w czteropolówce kontrolnej (burak cukrowy- jęczmień jary- bobik- pszenica ozima). Ponadto, wzrost nasycenia płodozmianów pszenicą skutkował pojawieniem się na wiosnę siewek chwastów *Matricaria maritima, Viola arvensis oraz Myosotis arvensis* oraz silniejszym opanowaniem łanów przez *Avena fatua, Matricaria maritima oraz Apera spica-venti*. Potwierdzają to badania Wesołowskiej i in. [2023], w których krótkotrwała monokultura (2-3 lata) zwiększała liczbę i masę chwastów w łanie pszenicy ozimej, w porównaniu z uprawą w płodozmianie. Zachwaszczenie pszenicy ozimej tworzyły głównie chwasty krótkotrwałe. Wśród nich dominującymi taksonami w uprawie monokulturowej tej oziminy były: *Apera spica-venti, Viola arvensis, Stellaria media* i *Capsella bursa-pastoris.*

Warto podsumować, że we wszystkich systemach uprawy oraz płodozmianach zwalczanie chwastów w większości odbywa się przy użyciu środków chemicznych. Jednak użycie herbicydów jako jedynego sposobu walki z zachwaszczeniem prowadzi do selekcji genotypów odpornych, zwłaszcza w mało zróżnicowanych płodozmianach zbożowych [Richter i in. 2002, Mace i in. 2007].

Kolejną składową prawidłowej uprawy pszenicy jest odpowiednie nawożenie mineralne. Pszenica do wytworzenia zadowalającego nas plonu potrzebuje odpowiednich ilości składników pokarmowych, takich jak: azot, fosfor, potas, siarka, wapń, magnez oraz mikroelementów. Jest to gatunek o dużych wymaganiach pokarmowych, dlatego do wytworzenia jednej tony plonu wraz ze słomą potrzebuje ok. 22-26 kg azotu, 9-13 kg fosforu, 16-24 kg potasu, 3 kg magnezu oraz 4,5 kg siarki [Szczepaniak 2022]. Nawożenie azotem jest najbardziej efektywnym czynnikiem plonotwórczym spośród wszystkich składników pokarmowych [Koziara i in. 2007] Dostarczając azot w odpowiedniej ilości wpływamy produktywnie na rozwój kwiatostanu powodując wzrost liczby kwiatków i kłosków w kłosie oraz liczebność ziaren w kłosie [Kocoń, Podolska, 2008, Podolska, Wyzińska 2011] Azot wpływa nie tylko na poziom plonowania, ale również na zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacyjny, rozpływalność glutenu i rozmiękczenie ciasta [Podolska, Sułek 2002].

Fosfor jest konieczny do prawidłowego utrzymywania żyzności gleby. Wpływa korzystnie na możliwości krzewienia roślin oraz podwyższa odporność na wyleganie i suszę. Warunkiem pobrania przez rośliny fosforu, jest odpowiednie pH gleby. Na glebach silnie zakwaszonych tworzy niedostępne dla roślin fosforany żelaza i glinu [Sapek 2006].

Potas jest ważnym składnikiem pokarmowym większości roślin od początku rozwoju rośliny uprawnej. Pełni funkcje związane ze wzrostem komórek merystematycznych oraz

warunkuje plonotwórcze wykorzystanie i działanie azotu. Pszenica ozima, jest rośliną bardzo wrażliwą na zaopatrzenie w potas wbrew powszechnemu przekonaniu. Łan plonujący na poziomie 8-10 t/ha ziarna, w fazie maksymalnego wzrostu akumuluje ok 200-240 kg K_2O/ha, czyli niewiele mniej niż plantacja buraków cukrowych plonująca na poziomie 40-45 t/ha. Zapotrzebowanie pszenicy, zwłaszcza konsumpcyjnej, na potas wynika z funkcji jakie ten pierwiastek pełni w roślinie, ściśle związanych z pobieraniem azotu i przemianą składnika w białko, a także akumulacją skrobi w fazie nalewania ziarna. Prawidłowe odżywienie pszenicy ozimej potasem sprzyja uzyskaniu plonów ziarna o korzystnych cechach jakościowych [Grzebisz i in. 2004].

Wymagania pokarmowe pszenicy w stosunku do siarki nie są zbyt duże, natomiast jest ona niezbędna do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Badania Hitsuda i in. [2005] wykazały zaburzenia wzrostu we wczesnych fazach rozwoju pszenicy spowodowane brakiem siarki w podłożu. Dodatkowo, w wyniku braku tego pierwiastka zaobserwowano żółknięcie najmłodszych liści spowodowane niedożywieniem. Siarka ma również duży wpływ na jakość ziarna i wartości wypiekowe. Razem z azotem wchodzi w skład białek a ich właściwe proporcje N:S powinny wynosić od 12:1 do 15:1. Zachwianie tej równowagi skutkuje wzrostem w ziarnie ilości azotynów i amidów, które niekorzystnie wpływają na przydatność wypiekową [Hussain, Leitch 2005, Kaczor, Zuzańska 2009]. Rośliny mogą pobierać siarkę z roztworu glebowego bądź z atmosfery. W glebie pochodzi ona z wietrzenia minerałów zawierających ten pierwiastek. Z powietrza może być przyswajana jako siarkowodór lub ditlenek siarki. Niedostateczne zaopatrzenie roślin w siarkę powoduje pojawienie się symptomów ograniczenia aktywności fotosyntezy i w efekcie redukcji zawartości chlorofilu w liściach [Podleśna 2005].

Wapń jest składnikiem, który wchodzi w skład ścian komórkowych, decydując o ich odpowiedniej przepuszczalności i selektywności. Zwiększa również ich wytrzymałość i stabilność mechaniczną. Na poziomie komórkowym jony wapnia są niezbędne przy podziałach komórkowych. Zbyt niski ich poziom blokuje anafazę w mitozie, przez co zahamowany jest wzrost roślin. W warunkach obniżonych opadów stabilizuje micelle oraz membrany komórkowe [Błaziak 2007].

Magnez jest pierwiastkiem niezbędnym w procesie fotosyntezy. Uczestniczy w metabolizmie białek, węglowodanów i tłuszczów, intensyfikując ich zawartość w ziarnie. Odpowiednia ilość magnezu w roślinie wspomaga odpowiedź rośliny na krótkotrwałe okresy suszy i niskich temperatur. Na pobieranie tego pierwiastka przez rośliny znacząco oddziałuje odczyn gleby. Niedobór tego pierwiastka, często trudny do zweryfikowania ogranicza pobieranie innych składników, głównie fosforu. Niedobór magnezu zmniejsza odporność roślin

na choroby grzybowe, powoduje spadek zawartość białka w ziarnie, pogarszając jego wartość technologiczną, a przede wszystkim zaburzając syntezę chlorofilu, niezbędnego procesie fotosyntezy. Magnez pobierany jest przez system korzeniowy i liście w postaci kationów [Kopcewicz 2012, Błaziak 2007].

3.2. Ważniejsze choroby grzybowe występujące w pszenicy ozimej

3.2.1. Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.)

Jest to choroba wywoływana przez grzyby rodzaju *Fusarium,* takie jak: *F. culmorum, F. graminearum, F. avenaceum, F. nivale* oraz *F. oxysporum* [Jańczak 2006]. Porażenie powoduje odcięcie przewodzenia wody i składników pokarmowych. Objawy fuzaryjnej zgorzeli możemy łatwo zdiagnozować po kwitnieniu zbóż, kiedy są najbardziej widoczne. Na siewce, a później podstawie źdźbła widoczne są brunatne przebarwienia. Objawy te można porównać do zgorzeli źdźbła, powodowanej przez *Gaeumannomyces graminis.* Typowymi objawami fuzaryjnej zgorzeli są kreskowate, brunatne nekrozy na dolnych międzywęźlach. Uszkodzone zostają również korzenie roślin, które ulegają zbrunatnieniu i gniciu. Z upływem czasu widoczne są brązowe nekrozy sięgające do drugiego kolanka. Chore rośliny są niedożywione i przedwcześnie zasychają. Przy dużych porażeniach obniżają wypełnienie kłosa i masę tysiąca ziaren [Fiedorow i in. 2008, Kurowski 2005]. Infekcja grzybami rodzaju *Fusarium* może nastąpić podczas całego okresu wegetacji. Sprawca choroby może rozwijać się w zakresie temperatur od 0 do 20^0 C. Jeśli do infekcji dochodzi jesienią, wtedy źródłem zakażenia może być grzybnia saprotroficzna żyjąca w resztkach pożniwnych. Bardzo istotny jest moment porażenia przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Najgroźniejsza jest infekcja w okresie kwitnienia lub na początku dojrzałości mlecznej. Może wtedy dojść do bielenia kłosów oraz zainfekowania ziarna, co obniża jego parametry [Narkiewicz-Jodko i in. 2005].

3.2.2. Łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula yallundae, O. acuformis*) [Wallwork & Spooner] Crous & W.Gams.

Jest to jedna z ważniejszych chorób pszenicy oraz innych zbóż. Chorobę wywołują workowce *O. acuformis i O yallundae* różniące się kształtem i wielkością zarodników

konidialnych. Występuje szczególnie podczas łagodnych zim i chłodnych wiosen. Pierwsze objawy pojawiające się już jesienią, przybierają postać brunatnych nekroz występujących na koleoptylu a następnie na pochwach liściowych. Objawy łatwiejsze do zaobserwowania pojawiają się w fazie strzelania w źdźbło lub dopiero w fazie kłoszenia. Patogen z pochew liściowych przedostaje się na podstawy źdźbła, gdzie tworzą się owalne plamy o kremowym lub brunatnym zabarwieniu, odcięte od zdrowej tkanki brunatną obwódką. Podczas silnego porażenia, plamy łączą się, obejmując cały obwód źdźbła. Podstawa źdźbła próchnieje, co może powodować zginanie lub łamanie się źdźbeł w różnych kierunkach. Skutkuje to obniżką plonu nawet o 50% poprzez zmniejszenie długości kłosa, obniżenie masy 1000 ziarniaków oraz wyleganie [Kwiatek i in. 2016, Korbas i in. 2017]. Obydwa gatunki mogą przetrwać w glebie przez kilka lat. Zimują na resztkach pożniwnych, gdzie rozwija się stadium konidialne [Korbas 2008]. Przez wiele lat *O. yallundae* był w Polsce gatunkiem dominującym. W ostatnich latach obserwowany jest wzrost częstości występowania gatunku *O. acuformis* [Głazek 2010].

3.2.3. Ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*, anamorfa: *Ceratorhiza cerealis*)

Ceratobasiudium cereale jest sprawcą ostrej oczkowej. Choroba ta występuje powszechnie na wszystkich gatunkach zbóż i wielu gatunkach traw. W Polsce straty spowodowane porażeniem przez patogena są niewielkie. W Chinach, Angli i Nowej Zelandii straty spowodowane rozwojem tej choroby mogą sięgać nawet 20%. Pierwszymi objawami choroby są zbrunatnienia części korzeni, które są przyczyną zgorzeli kiełków. Najbardziej charakterystyczne objawy można zaobserwować w dojrzewających już roślinach na dolnych międzywęźlach. Widoczne są wtedy jasne plamy w kształcie soczewki o średnicy 3-5 mm z wąską brunatną obwódką o ostrych końcach. Obwódka jest odgraniczona od zdrowej tkanki co ułatwia rozpoznianie pomiedzy ostrą plamistością oczkową a łamliwością źdźbła zbóż. W obrębie plam może występować beżowa grzybnia z brunatnymi sklerocjami. Formami zimującymi są sklerocja (struktury przetrwalnikowe) oraz strzępki grzybni, które są źródłem infekcji. U *Ceratobasiudium cereale* nie występuje zarodnikowanie konidialne dzięki czemu jest on mniej ekspansywny. Optymalne warunki do rozwoju patogena są w zakresie temperatur 9-12^{0}C i ph ok 5. Metodami ograniczającymi występowanie tej choroby jest unikanie dużego udziału monokultury zbożowej, stosowanie uprawy płużnej oraz poprawny płodozmian. [Hamada i wsp. 2011, Kryczyński, Weber 2011].

3.2.4. Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*) [de Candolle] Speer

Jest chorobą powszechnie występującą na terenie całego kraju na wszystkich gatunkach zbóż i licznych gatunkach traw. Największe straty powoduje w uprawach pszenicy i jęczmienia. Istotnie obniża plony, zwłaszcza gdy wystąpi na liściu flagowym i kłosie.

Pierwsze objawy pojawiają się na zbożach ozimych już jesienią w postaci białych, a później szarobiałych nalotów grzybni. Wiosną liczba nalotów szybko rośnie. Często łączą się ze sobą i pokrywają znaczną powierzchnię liści, źdźbeł i innych nadziemnych części roślin. Pasożyt opanowuje różne części roślin (liście, pochwy liściowe) a przy dużym nasileniu, także kłosy. Na starszych roślinach nalot grubieje i przybiera szarobrunatną formę z licznymi czarnymi punktami. Są to tzw. chasmotecja, dawniej nazywane kleistotecjami. Silnie porażone rośliny przedwcześnie zamierają. Pierwotnym źródłem zakażenia zbóż jarych są zarodniki konidialne przenoszone ze zbóż ozimych i traw. W naszych warunkach klimatycznych *B. graminis* zimuje w postaci grzybni na oziminach, trawach wieloletnich i samosiewach. Podobnie jak wszystkie gatunki powodujące mączniaki prawdziwe, *B. graminis* jest pasożytem bezwzględnym. Stadium workowe w formie brunatnych kulistych chasmotecjów, tworzy się wczesnym latem na porażonych organach roślin. W chasmotecjach znajduje się 5-30 worków jajowatego kształtu a w nich zarodniki workowe w liczbie 4-8 [Kryczyński, Weber 2011; Fiedorow i in. 2001].

3.2.5. Brunatna plamistość liści *Drechslera tritici-repentis* (Diedicke) Shoemaker

Choroba ta notowana jest w bardzo szerokim zasięgu geograficznym. Szczególnie na obszarach, gdzie preferowany jest system uprawy bezorkowej. Występuje powszechnie na pszenicy, pszenżycie i życie, rzadziej na jęczmieniu. Na liściach pojawiają się brunatne plamy w kształcie nieregularnego owalu otoczone chlorotyczną obwódką. Często w środku tej nekrozy występuje mała czarna plama. W przypadku dużego nasilenia choroby, plamy łączą się powodując zamieranie całych roślin. Patogen atakuje na początku dolne liście, a następnie wyżej położone liście, łącznie z liściem flagowym. Patogen zimuje na resztkach pożniwnych gdzie z fragmentów obumarłych roślin powstają pseudotecja z zarodnikami workowymi. Na porażonych roślinach w okresie wegetacji występują zarodniki konidialne,

które są przenoszone z prądami powietrza. Nasilenie choroby występuje w szerokim zakresie temperatury. Do zakażenia potrzebny jest długi okres rosy lub deszczu i wysoka wilgotność powietrza. Zwykle okres pomiędzy infekcją a pojawieniem się objawów wynosi 3 do 8 dni. [Kryczyński, Weber 2011, Wakuliński i in. 2002]

3.2.6. Rdza brunatna *Puccinia recondita* Rob. ex Desmazieres

Choroba występuje we wszystkich rejonach uprawy pszenicy i pszenżyta. W Polsce jest to najczęściej spotykaną rdzą w uprawach zbóż. Ogólne straty plonu powstałe w wyniku porażenia są niewielkie i sięgają 10%. Do zakażenia może dojść już jesienią, co może prowadzić do słabszego krzewienia i gorszego zimowania porażonych roślin. Drugim takim okresem jest okres przed kwitnieniem, kiedy zaatakowany zostaje liść flagowy. Pierwszym objawem na liściach bywają chlorotyczne plamki które poprzedzają pojawienie się urediniów. Po kilku dniach widoczne są pomarańczowo-rdzawe skupienia zarodników rdzawnikowych. Uredinia mogą powstawać pojedynczo lub występować w zagęszczeniach. Przy silnym porażeniu mogą pokrywać całą blaszkę liściową. Sprawca rdzy brunatnej zimuje na oziminach, trawach łąkowych i samosiewach w postaci grzybni lub urediniospor. Urediniospory są odporne na niekorzystne warunki. Ich przeżywalność jest mimo wszystko uzależniona od obecności okrywy śnieżnej oraz temperatury [Kryczyński, Weber 2011].

3.2.7. Septorioza plew pszenicy *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller) Hedjaroude (syn. *Parastagonospora nodorum* (Berg.) Castellani et Germano

Choroba powszechnie występuje w rejonach uprawy pszenicy na całym świecie. W Polsce występuje głównie na pszenicy i pszenżycie, ale może także wystąpić na jęczmieniu i życie. Septorioza plew poraża plewy, ale występuje także na liściach i siewkach. Może powodować zamieranie siewek. Już jesienią można zaobserwować na młodych liściach owalne plamy ze słabo widoczną obwódką. Z czasem na powierzchni plam tworzą się bursztynowe lub prawie czarne piknidia. Wyraźniejsze objawy choroby obserwowane są na roślinach starszych. Grzyb *S. nodorum* poraża wiosną dolne liście roślin. Następnie patogen przenosi się na górne liście, dokłosie i kłos. Na liściach początkowo tworzą się drobne czarne cętki rozrastające się w nekrotyczne plamy. Świeże plamy mają nekrotyczną obwódkę. Starsze zwykle są jasnobrązowe i w miarę nasilania objawów choroby tworzą rozległe nekrozy przyczyniające

się do zasychania liści. W obrębie nekroz tworzą się nieregularnie rozmieszczone piknidia grzyba. W okresie kwitnienia na kłosach można zaobserwować fioletowe lub brunatne plamki na brzegach plew. Z czasem plamki ciemnieją, a plewy stają się ciemnobrunatne. Grzyb zimuje na resztkach pożniwnych oraz trawach i samosiewach w postaci piknidiów i pseudotecjów. Piknidia mogą przezimować na porażonych jesienią siewkach zbóż i nasionach. Porażone nasiona są główną przyczyną porażenia wschodzących roślin, natomiast resztki pożniwne są najgroźniejszym źródłem późniejszych zakażeń [Kryczyński, Weber 2011, Fiedorow i in. 2001].

3.2.8. Septorioza paskowana liści pszenicy *Zymoseptoria tritici, Parastagonospora nodorum (Fuckel) J. Schröt.*

Choroba ta jest powszechnie obserwowana na pszenicy, rzadziej na pszenżycie i innych gatunkach traw. Jej szkodliwość polega na przedwczesnym zasychaniu i zamieraniu liści. Największe szkody wynikają z porażenia liścia flagowego, co przekłada się do zmniejszenia liczby ziaren w kłosie oraz masy tysiąca ziaren. Objawy po infekcjach pierwotnych obserwowane są na siewkach już jesienią. Widoczne są owalne lub okrągłe jasnoszare plamy ulegające z czasem nekrozie. Na plamach tych jeszcze jesienią tworzą się wyraźnie widoczne koncentrycznie ułożone piknidia grzyba. Wiosną na liściach pszenicy tworzą się już typowe symptomy w postaci brunatne plamy ograniczone nerwami liścia. Z czasem plamy te ulegają rozszerzeniu doprowadzając do przedwczesnego zamierania roślin. Na powierzchni plam tworzą się w równoległych rzędach, wzdłuż nerwów liścia, ciemnobrunatne piknidia. Do porażenia roślin dochodzi już jesienią. Piknidia i pseudotecja zimują na porażonych resztkach roślin. Infekcji pierwotnej dokonują zarodniki workowe uwalniane z pseudotecjów lub zarodniki konidialne znajdujące się na resztkach pożniwnych. Warunkiem uwalniania zarodników konidialnych jest wilgotność powietrza między 35-100% oraz zwilżenie liści przez około 30 minut [Kryczyński, Weber 2011, Fiedorow i in. 2001].

3.2.9. Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)

Fuzarioza kłosów stanowi istotny problem w uprawie wszystkich zbóż, ponieważ porażeniu kłosów zwykle towarzyszy infekcja ziarna. Znaczenie gospodarcze fuzariozy kłosów dotyczy nie tylko obniżenia plonu ziarna i jego parametrów, lecz także obniżenia jakości ze względu na obecność mykotoksyn [Sikora i in. 2007]. Za proces chorobowy na kłosach

odpowiedzialne są różne gatunki z rodzaju *Fusarium* takie jak: *F. culmorum, F. avenaceum, F. graminearum, F. tricinctum, F. poae, F. sporotrichioides* [Korbas, Ławecki 2003]. Objawy chorobowe pojawiają się w okresie dojrzewania, w postaci różowych przebarwień na niektórych kłosach. Kłosy, które zostały zakażone wcześnie, zwykle zawierają drobne ziarniaki, pomarszczone, różowo zabarwione i nie zdolne do kiełkowania. Ziarniaki, z kłosów które zostały później zakażone mogą nie różnić się wielkością od zdrowych, jednak występują na nich mniejsze lub większe plamki świadczące o rozwinięciu się w okrywie owocowo-nasiennej grzybni pasożyta [Kochman i in. 1997]. Gatunki *Fusarium* wymagają różnych warunków pogodowych sprzyjających ich rozwojowi. Zwykle jeden lub dwa gatunki mogą się rozwijać w warunkach, w których zahamowaniu ulega rozwój pozostałych. Źródłem infekcji pierwotnych są porażone ziarniaki, natomiast za wtórne odpowiedzialne są zarodniki konidialne. Rozprzestrzenianie zarodników następuje w temperaturze pow. 20^{o}C w czasie opadów lub silnego osiadania rosy i wysokiej wilgotności powietrza. Infekcja kłosów rozpoczyna się podczas kwitnienia, wówczas patogen poraża kwiatki i wnika do zarodka. Źródłami zakażenia może być również gleba i obumarłe resztki roślin w których grzyby te żyją saprotroficznie [Korbas, Ławecki 2003, Wiśniewska 2005].

3.2.10. Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.)

Choroba ta zwykle objawia się na dojrzałych roślinach. Powoduje w głównej mierze obniżenie jakości ziarna spowodowane zawartością mykotoksyn wydzielanych przez rozwijające się grzyby. Patogeny rozwijają się w warunkach wilgotnej i deszczowej pogody. Charakterystycznym objawem jest czernienie dojrzałych i zasychających części roślin, głównie kłosów. Objawy nasilają się jeśli zbiór zbóż jest opóźniony od momentu dojrzałości pełnej. Czarny kolor jest spowodowany rozwijaniem się brunatnych lub czarnych kolonii grzybów saprotroficznych. Do tej pory za sprawców tej choroby uznaje się grzyby rodzajów *Cladosporium, Alternaria* i *Epicoccum* mające wspólną cechę w postaci czarnych lub brunatnych skupień grzybni, trzonków i zarodników konidialnych. Przy zapobieganiu rozwojowi patogenow bardzo ważnym czynnikiem jest ochrona liścia flagowego i kłosa odpowiednimi fungicydami [Kryczyński, Weber 2011]. Wśród taksonów *Cladosporium*, sprawcami czerni zbóż są głównie *C. herbarum* i *C. cladosporioides*. Straty gospodarcze powodowane nasilaniem czerni sięgają od 5 do 10% plonu, choć jakościowo zawlekanie sprawców choroby do przechowalni może skutkować wzrostem ubytku plonu . Ochronę przed

nasilaniem objawów choroby należy zacząć od poprawy struktury płodozmianu i agrotechniki [Mrówczyński 2017].

3.3. Wpływ uproszczonego zmianowania na zdrowotność pszenicy ozimej

Płodozmian jest znany jako podejście przyjazne dla środowiska, ponieważ zapewnia dywersyfikację systemów zarządzania uprawami, modyfikuje intensywną presję na ekosystem rolniczy, wykorzystuje różne poziomy glebowe i zapobiega zadomowieniu się określonych patogenów, szkodników i chwastów [Bowles i in. 2020]. Płodozmian tworzy specyficzny biom relacji roślina-gleba, co prowadzi do większej różnorodności roślin i organizmów glebowych [Hunt i in. 2017]. Uproszczenia w zmianowaniu z dominującym udziałem pszenicy ozimej są typowe dla regionów Europy środkowej i północnej. W Polsce uprawa pszenicy w warunkach nadmiernego udziału zbóż w zasiewach jest prowadzona od połowy lat 90-tych. Duże wysycenie zmianowania zbożami ogranicza efektywność czynników plonotwórczych oraz jest przyczyną zwiększonego występowania patogenów [Budzyński, Krasowicz 2008, Korbas i in. 2008]. Choroby grzybowe w uproszczonych płodozmianach mogą występować regularnie i ze zwiększonym nasileniem w kolejnych latach. Presję chorób dodatkowo zwiększają resztki pożniwne w postaci słomy, będącej idealnym środowiskiem do ich rozwoju. Głównie są to choroby podsuszkowe: zgorzel podstawy źdźbła, łamliwość źdźbła, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni [Solarska i in. 2003]. W literaturze znane jest również zjawisko „decline effect" charakteryzujące się obniżką poziomu plonowania pomiędzy drugim, a czwartym rokiem uprawy po sobie. W kolejnych latach plon się stabilizuje, ale na niższym poziomie niż w prawidłowym płodozmianie [Blecharczyk i in. 2005].

3.4. Znaczenie doboru odmiany

Istotnym elementem agrotechniki jest dobór odmiany. W krajowym rejestrze COBORU znajduje się 149 odmian pszenicy ozimej oraz 50 odmian pszenicy jarej [COBORU 2023]. Do tego dochodzą również odmiany niezarejestrowane w Polsce, wprowadzone do sprzedaży na podstawie Wspólnotowego katalogu roślin uprawnych CCA. Wśród pszenic na krajowym rynku wyróżnia się następujące typy : elitarny E, jakościowy A, chlebowy B, ciastkowy K oraz C paszowy. Obecnie w krajowym rejestrze największą grupę stanowi pszenica jakościowa, która jest chętniej wybierana przez rolników ze względu na plon i parametry technologiczne

ziarna. Tendencja w kierunku innego spojrzenia na jakość pszenicy została zapoczątkowana po wejściu Polski do Unii Europejskiej. Ma to odzwierciedlenie w krajowym rejestrze COBORU, z którego wynika, że w 2003 roku liczba zarejestrowanych w Polsce odmian należących do grupy A, przydatnych do uprawy na cele jakościowe, wynosiła niewiele ponad 10, a w roku 2018 takich odmian było ponad 50. Podobnie duże zmiany zaszły w wymienionym okresie w przypadku odmian należących do grupy B. Należy nadmienić, że początkowo odmiany o podwyższonych parametrach jakościowych charakteryzowały się na ogół obniżoną plennością w porównaniu do pozostałych odmian, ale w ostatnich kilkunastu latach ta zasada zaczęła się zmieniać. Obecnie, odmiany należące do grupy A i B cechują się wysoką plennością, porównywalną do odmian zaliczanych do grupy C (paszowa), w której dotychczas były rejestrowane odmiany o znacznie wyższej plenności. Tym samym odmiany pszenicy paszowej zaczęły tracić na znaczeniu, czego przejawem jest także zmniejszenie liczby rejestrowanych odmian zaliczanych do tej grupy [Podleśny, Grabiński 2019].

Każda odmiana, niezależnie od jej przynależności do danej grupy powinna być dopasowana do regionalnych warunków klimatycznych i glebowych. Odpowiednie dopasowanie do warunków regionalnych zmniejsza znacznie ryzyko produkcyjne. Poprzez odpowiedni wybór odmiany, w tym odmiany nowo wprowadzonej można uzyskać wyższą wydajność w produkcji roślinnej [Wicka 2013, Filipiak 2014]. W związku z tym że, przy tych samych warunkach regionalnych i klimatycznych, tych samych nakładach, możemy uzyskać większą produktywność odmiany w porównaniu do innej, jest miarą postępu biologicznego [Wicki 2016]. Dzięki wykorzystaniu tego postępu w nowych odmianach, możemy lepiej wykorzystać składniki pokarmowe oraz ograniczyć negatywne skutki powodowane przez stresy biotyczne i abiotyczne. Pełne wykorzystanie potencjału odmiany pozwala na uzyskanie wyższej produkcyjności nakładów takich jak nawożenie i ochrona chemiczna [Chotkowski, Stypa 2007].

Ważnym kryterium wyboru odmiany do uprawy powinna być także tolerancja na okresowe niedobory wody. Szacuje się, że w związku ze zmianami klimatu, intensywność niekorzystnych zjawisk pogodowych w Europie, takich jak susza, będzie w kolejnych latach wzrastać. Będzie to prowadzić do dużych strat w plonach, a nawet klęski nieurodzaju [Trnka i in., 2014, 2015] W Polsce susze rolnicze są monitorowane przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, IUNG — PIB, w Puławach [Doroszewski i in., 2012]. Według kryteriów ONZ uważa się, iż kraj jest zagrożony suszą, gdy roczne wykorzystanie wody słodkiej przekracza 20% zasobów. Zaburza to ich naturalną odnawialność. W Polsce według [FAO 2003] wykorzystuje się 26% zasobów. Ten wynik stawia nas w czołówce krajów narażonych

na niedobór wody. Rozwój produkcji odmian pszenicy tolerujących stres suszy, a szczególnie w okresie reprodukcyjnym jest obecnie dużym wyzwaniem dla hodowców pszenicy [Mwadzingeni i in. 2016]. Tolerancja na suszę nie jest cechą jakościową, ale złożonym zbiorem cech ilościowych rośliny, które są kontrolowane przez liczne geny i inne cechy roślin przy ich niewielkim indywidualnym udziale [Serba i Yadav 2016]. Deficyt wody w komórkach roślin indukuje mechanizmy adaptacyjne, które zaburzają gospodarkę wodną rośliny. Prowadzi to do spadku turgoru i objętości komórek, ograniczenia transpiracji, spowolnieniu wzrostu i w efekcie redukcji plonu a nawet zamierania tkanek [Cutler i in. 2010]. Z ekonomicznego punktu widzenia jest to nie do zaakceptowania. Dla rolnictwa ważne są formy które będą potrafiły dobrze zaplonować w warunkach znacznego deficytu wody, a nie jedynie przeżyć w warunkach suszy. Dlatego też wiele nowych odmian o większej odporności na suszę charakteryzuje się obniżoną transpiracją, pozwalającą na utrzymanie turgoru komórek, co ogranicza zahamowanie wzrostu i spadek plonu w krótkotrwałych niedoborach wody. Optymalnej transpiracji towarzyszy lepsze pobieranie oraz transport wody przez mocno rozwinięty system korzeniowy i naczynia przewodzące o szerszym przekroju [Shao i in. 2009; Vadez i in. 2013 b]. Istotne czynniki środowiskowe takie jak temperatura, opady, gleba mające znaczny wpływ na powodzenie uprawy skłaniają rolników do poszukiwania odmian pszenicy odznaczających się stabilnością plonowania niezależnie od warunków środowiskowych. Odpowiedzią na ich potrzeby pomimo popularności pszenicy zwyczajnej, twardej i orkiszowej może być pszenica mieszańcowa. Charakteryzuje się ona wyższą produktywnością ziarna i słomy oraz dużo większą stabilnością plonowania w stosunku do odmian populacyjnych [Whitford i in. 2013]. Odmiany pszenicy mieszańcowej mogą dawać wyższe plony od odmian populacyjnych nawet do 15%. U pszenic mieszańcowych krzyżowane są odpowiednio dobrane linie dające wysoki efekt heterozji oraz cechy oczekiwane w produkcji roślinnej takie jak: wysoki wigor, szybsze tempo wzrostu i różnicowania się rośliny, większy przyrost biomasy, wyższą odporność na stres i stabilność plonowania [Singh i in. 2010, Ogihara i in. 2015]. Zainteresowanie mieszańcami znacząco wzrosło w krajach Europejskich w ostatnich latach. W Polsce odmiany mieszańcowe dopiero wchodzą do uprawy jednak rosnące zainteresowanie hodowców produkcją mieszańców, może spowodować, że w niedalekiej przyszłości odmiany tego typu będą dominować u większości gatunków roślin zbożowych. Zwiększenie popularności mieszańców niewątpliwie zwiększy poziom wykorzystania postępu odmianowego, który obecnie jest wykorzystywany tylko w 50-60% [Święcicki i in. 2011, Jańczak-Pieniążek i in. 2020].

Przy wyborze odmiany warto zwrócić również uwagę na odporność na patogeny. Choroby zbóż mogą w skrajnych przypadkach spowodować utratę nawet 50 % plonu. Infekcje powodowane przez grzyby odpowiadają bowiem za połowę wszystkich chorób zbóż [Yadav i in. 2020]. Wybierając odmiany o wyższej odporności genetycznej na choroby możemy zredukować koszty ochrony chemicznej oraz zmniejszyć straty w plonie. Jednocześnie w strategii Unii Europejskiej „od pola do stołu" rolnicy będą musieli ograniczyć wykorzystanie substancji aktywnych środków ochrony roślin o połowę do 2030 roku. Dodatkowo wycofywanie wielu substancji aktywnych ograniczy skuteczność ochrony chemicznej. W samej Polsce w ciągu ostatnich 5 lat wycofano 14 substancji aktywnych. Nowy „Zielony Ład" zakłada również zwiększenie upraw ekologicznych do 25 % powierzchni, czego wynikiem będzie wyłączenie znacznego obszaru upraw z ochrony chemicznej [Prandecki i in 2021; Spence i in. 2020] Można zakładać, że w kolejnych latach metody agrotechniczne takiej jak : dobór odpornych gatunków odmian, prawidłowy płodozmian, ochrona biologiczna i różne modyfikacje upraw będą jednymi z głównych metod kontrolowania patogenów wywołujących choroby grzybowe [Korbas 2004, Majchrzak i in. 2005, Radzikowski i in. 2023] Analizując trendy w hodowli odpornościowej pszenicy, można stwierdzić że są one podobne we wszystkich krajach europejskich. Duży nacisk kładzie się na podniesienie odporności w kierunku ograniczenia objawów rdzy żółtej, która z roku na rok przybiera na sile. Bardzo ważną chorobą z punktu widzenia praktyki rolniczej była i jest nadal fuzarioza kłosów. Walka z tą chorobą jest trudna i złożona z uwagi na fakt że odporność na nią jest warunkowana przez wiele genów. Można te geny przenieść ze starych odmian, ale wiąże się to też z jednoczesnym przeniesieniem szeregu niepożądanych cech takich jak niska plenność czy wrażliwość na inne patogeny. Ważnymi z punktu widzenia rolniczego chorobami są również septoriozy liści oraz plew pszenicy. W ich przypadku również odporność jest warunkowana wieloma genami [Kobus 2017]. Warto wyjaśnić, że dla każdego gatunku nie tylko pszenicy wykorzystuje się przede wszystkim dwa rodzaje odporności: odporność rasowo-specyficzną (tzw. pionową, wertykalną) oraz odporność rasowo-niespecyficzną (tzw. poziomą, poligeniczną, ilościową, trwałą). Zarówno pierwszy, jak i drugi rodzaj odporności, charakteryzuje się dużą trwałością odporności na nowe rasy patogenów. Jednakże odporność pionowa jest zwykle kodowana przez pojedyncze geny i może zostać przełamana w momencie ataku przez patogen, na który dany genotyp nie będzie odporny. Bardziej trwała jest odporność rasowo-niespecyficzna (pozioma). Odpowiada za nią wiele genów i zabezpiecza roślinę przeciwko różnym rasom (patotypom). Natomiast jej efektywność jest mniejsza niż odporności pionowej [Czembor, Pietrusińska 2015] Odporność na choroby jest cechą dziedziczoną jednak należy pamiętać, że patogeny

grzybowe bardzo szybko ewoluują i tworzą nowe rasy zdolne przełamywać odporność danej odmiany. Ponadto, czynniki klimatyczne takie jak temperatura i opady przyczyniają się do rozwoju sprawców chorób.

Z rolniczego punktu widzenia warto sprawdzać poziom plonowania A1 odmiany oceniany zarówno przez hodowców jak i COBORU. Jest to poziom plonowania danej odmiany bez użycia fungicydów i regulatorów wzrostu. Jeśli odmiana dobrze plonuje na poziomie A1, to jest duże prawdopodobieństwo, że radzi sobie lepiej niż inne odmiany z chorobami, które występowały w danym sezonie wegetacyjnym. Warto przed wyborem odmiany przeanalizować wszystkie dostępne wyniki, aby jak najlepiej dopasować odmianę do warunków uprawy [Kobus 2017].

3.5. Rola mikroorganizmów w ochronie pszenicy przed patogenami

Ograniczenia w doborze substancji aktywnych oraz wykorzystania środków ochrony roślin powodują wzrost zainteresowania alternatywnymi metodami ochrony upraw. Jedną z nich jest wykorzystanie mikroorganizmów, takich jak: wirusy, bakterie i grzyby, działających antagonistycznie w stosunku do patogena [Jamiołkowska, Wagner 2007, Sharma i in. 2009]. Jest to tzw. metoda biologiczna, w której wykorzystuje się organizmy antagonistyczne, które w wyniku antybiozy, konkurencji pasożytnictwa obniżają liczebność lub eliminują ze środowiska gatunki patogeniczne [Okorski 2007]. Do biologicznej ochrony pszenicy najczęściej są wykorzystywane grzyby rodzaju *Trichoderma.* Są to saprotrofy bytujące w glebie na korzeniach roślin. Dzięki szybkiemu rozwojowi bardzo szybko kolonizują podłoże. Wykazują działanie antagonistyczne względem grzybów rodzaju *Fusarium*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum* spp., *Sclerotinia sclerotiorum, Rhizopus* spp. Antagonizm rodzaju *Trichoderma* polega na zdolności tych grzybów do nadpasożytnictwa, konkurencji i antybiozy. Podczas bezpośredniego kontaktu z patogenem następuje rozpoznanie, atak, oraz penetracja komórek w wyniku której dochodzi do śmierci patogena [Vinale i in. 2008, Błaszczyk i in. 2014]. Grzyby rodzaju *Fusarium* stanowią szczególny problem dla upraw zbożowych powodując m.in.: fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła i korzeni oraz fuzariozę kłosów. Dodatkowo potrafią produkować mykotoksyny szkodliwe dla ludzi i zwierząt. Potwierdzeniem antagonistycznych zdolności grzybów rodzaju *Trichoderma* są badania Błaszczyk i in. [2023], w których wyizolowano trzy szczepy *Trichoderma* (*T. atroviride* AN240, *T. viride* AN430, *T. koningiopsis* AN251). Miały one najwyższy potencjał ograniczania *Fusarium culmorum* na pożywce PDA. W tych samych badaniach przenalizowano również dwa szczepy *Clonostachys*

rosea (AN291, AN298), które podobnie jak *Trichoderma* hamowały rozwój *Fusarium culmorum.*

Pożyteczne działanie mikroorganizmów nie ogranicza się tylko do zwalczania patogenów w glebie występuje wiele mikroorganizmów, których działanie korzystnie wpływa na kondycję, wzrost i rozwój wielu gatunków roślin. Mikroorganizmy takie, których najliczniejszą grupę stanowią bakterie, nazwano bakteriami stymulującymi wzrost roślin. Kolejnym przykładem jest zdolność mikroorganizmów do wytwarzania fitohormonów (auksyny, gibereliny, cytokininy i innych) w środowisku glebowym w bezpośredniej okolicy korzeni. Przyczynia się to do poprawy zdrowia i kondycji roślin żywicielskich [Sobiczewski 2009].

Optymalne warunki mikroorganizmom antagonistycznym mogą stworzyć m. in. gatunki i odmiany roślin oraz wydzieliny ich tkanek. Skład ilościowy i jakościowy związków wydzielanych przez korzenie często warunkuje rozwój mikroorganizmów antagonistycznych znajdujących się w glebie [Weller 1988].Właściwe interakcje między mikroorganizmami w mykoryzosferze mogą wzmagać utrzymanie urodzajnej gleby i regulować liczebność roślinnych patogenów. Ważne jest utrzymanie dynamicznej równowagi między pasożytami i saprotrofami w agroekosystemach poprzez optymalne nawożenie i właściwe stosowanie herbicydów oraz konstrukcję płodozmianu.

4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

4.1. Lokalizacja doświadczenia polowego

Badania były prowadzone w latach 2014-2017 na poletkach doświadczalnych założonych w 2012 roku w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach (fot. 1) przez prof. dr hab. Marię Wanic z Katedry Agroekosystemów. Było to doświadczenie statyczne, trzyczynnikowe, założone metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Założono je na glebie średnio zwięzłej, kompleksu pszennego dobrego i żytniego bardzo dobrego. Gleba charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH KCl 5,8-6,5), średnią do wysokiej zawartością fosforu i potasu oraz niską magnezu. Pod względem przydatności rolniczej glebę zakwalifikowano do klasy bonitacyjnej R-IIIa.



Fot. 1. Lokalizacja doświadczenia

4.2. Obiekty doświadczenia polowego

Lata badań polowych: 2014-2017

Roślina uprawna: pszenica orkisz odm. Rokosz, pszenica zwyczajna odm. Muszelka, Julius

Udział zbóż w płodozmianie:

A - 50% (25% pszenic),

B - 50% (50% pszenic),

C - 50% (50% pszenic),

D - 75% (50% pszenic)

SCHEMAT DOŚWIADCZENIA

- **Płodozmian A**
- ❑ Rzepak ozimy + polon ścierniskowy
- ❑ Jęczmień jary
- ❑ Groch siewny
- ❑ P. orkisz/P. zwyczajna

- **Płodozmian B**
- ❑ Rzepak ozimy
- ❑ P. orkisz/P. zwyczajna + poplon ścierniskowy
- ❑ Groch siewny
- ❑ P. orkisz/P. zwyczajna

- **Płodozmian C**
- ❑ Rzepak ozimy + poplon ścierniskowy
- ❑ Groch siewny
- ❑ P. orkisz/P. zwyczajna
- ❑ P. orkisz/P. zwyczajna

- **Płodozmian D**
- ❑ Rzepak ozimy
- ❑ P. orkisz/P. zwyczajna + poplon ścierniskowy
- ❑ Jęczmień jary
- ❑ P. orkisz/P. zwyczajna

4.3. Odmiany pszenicy ozimej zastosowane w badaniach

Pszenica zwyczajna ozima MUSZELKA

Odmiana chlebowa (grupa B), o małej do średniej mrozoodporności. Odporność na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną dość duża, na septoriozę liści dość mała, na brunatną plamistość liści, septoriozę plew i fuzariozę kłosów mała, na pozostałe choroby średnia. Rośliny bardzo niskie, o przeciętnej odporności na wyleganie. Termin kłoszenia dość wczesny, dojrzewania średni. Odporność na porastanie w kłosie średnia. Masa 1000 ziaren dość mała, wyrównanie słabe, zawartość białka średnia, ilość glutenu dość duża. Plenność dobra. Tolerancja na zakwaszenie gleby przeciętna [www.coboru.pl].

Pszenica zwyczajna ozima JULIUS

Pszenica ozima odmiana Julius charakteryzuje się wysoką plennością oraz dobrą mrozoodpornością. Dobra odporność na mącznika prawdziwego, septoriozę liści, rdzę brunatną i brunatną plamistość liści. Odporność na wyleganie średnia. Termin kłoszenia wczesny, termin dojrzewania średni. Jako pszenica jakościowa (A) o świetnej jakości posiada odpowiednią zawartość białka jak również wysoką i stabilną liczba opadania [www.kws.com]

Pszenica ozima orkisz ROKOSZ

Mrozoodporność dość mała (4,0). Odporność na rdzę brunatną – duża, septoriozę plew – dość duża, na choroby podstawy źdźbła, brunatną plamistość liści i septoriozę liści – średnia, na mączniaka prawdziwego i fuzariozę kłosów – dość mała. Rośliny bardzo wysokie, o małej do bardzo małej odporności na wyleganie. Termin kłoszenia i dojrzewania dość późny. Masa 1000 ziaren mała, gęstość w stanie zsypnym duża. Liczba opadania duża, zawartość białka bardzo duża, wskaźnik sedymentacyjny SDS średni, ilość glutenu bardzo duża. Tolerancja na zakwaszenie gleby przeciętna. [ROKOSZ (Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR)].

W doświadczeniu zostały wykorzystane dwie odmiany pszenicy zwyczajnej ozimej. W sezonie wegetacyjnym 2013/2014 oraz 2014/2015 była to odmiana MUSZELKA. W sezonie wegetacyjnym 2015/2016 i 2016/2017 odmiana JULIUS. Pszenice charakteryzowały się

podobnym rozkładem faz fenologicznych i cechami zdrowotności w ujęciu odporności na patogeny (fot. 2).



Fot. 2. Rośliny na poletkach podczas okresu wegetacji

4.4. Badania polowe

4.4.1. Ocena zdrowotności korzeni i podstawy źdźbła

Ocenę zdrowotności korzeni przeprowadzono w 4-stopniowej skali opracowanej przez Łacicową (1964). W fazie strzelania w źdźbło (BBCH 31) z każdego poletka pobrano losowo po 20 roślin. Następnie próby były czyszczone z gleby i płukane trzykrotnie w wodzie. Tego samego dnia na oczyszczonych korzeniach i pochwach liściowych oceniano nasilenie chorób zgorzelowych według 5-stopniowej skali:

0^0 - rośliny zdrowe bez plamistości na korzeniach i pochwach liściowych,

1^0- rośliny z plamistościami na 1 do 3 korzeni,

2^0- rośliny z plamistościami na więcej niż 3 korzeniach,

3^0- rośliny o całkowicie nekrotycznych korzeniach,

4^0- rośliny o całkowicie nekrotycznych korzeniach z plamistościami na pochwie liściowej.

Kolejno obliczano średni indeks porażenia [%] korzeni pszenicy ozimej. Istotność różnic między średnimi oceniano na podstawie testu Tuckey'a przy poziomie 0,05.

Obserwacje zdrowotności podstawy źdźbła pszenicy ozimej prowadzono w fazie dojrzałości woskowej (BBCH 87). Źdźbła pszenicy ozimej (po 25 roślin z powtórzenia, łącznie 100 roślin z obiektu doświadczenia) pobierano losowo z poletek i oceniano nasilenie występowania chorób uwzględniając objawy ostrej plamistości oczkowej (*Ceratobasidium* spp.), łamliwości źdźbła zbóż i traw (*Oculimacula* spp.) oraz fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.). Oceny zdrowotności podstawy źdźbła pszenicy ozimej dokonano posługując się 3-stopniową skalą Poncheta zmodyfikowaną przez Mackiewicza i Drath (1972), gdzie:

0 - rośliny zdrowe,

1 - pojedyncze plamy na źdźble,

2 - więcej niż jedna plama.

4.4.2. Ocena zdrowotności liści

Przeprowadzona w fazie dojrzałości mlecznej (BBCH 75) ocena zdrowotności liści pszenicy ozimej objęła diagnozę wszystkich występujących na liściach chorób: mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*), septorioza liści (*Mycosphaerella graminicola*), brunatna plamistość liści (*Drechslera tritici-repentis*), rdza brunatna (*Puccinia recondita).* Określono stopień porażenia blaszki liściowej. Zdrowotność oceniano wybierając losowo 20 liści flagowych z każdego poletka, posługując się 5° skalą Hinfnera i Hommonay [1964], gdzie:

0 - brak objawów

1 - porażenie obejmuje do 2% blaszki liściowej,

2 - porażenie obejmuje od 5-10% blaszki liściowej,

3 - porażenie obejmuje od 11-30% blaszki liściowej,

4 - porażenie obejmuje od 31-50% blaszki liściowej,

5 - porażenie obejmuje powierzchnię powyżej 50% blaszki liściowej.

Wyniki posłużyły do obliczenia Ip[%] i zostały poddane analizie statystycznej (test Tuckey'a; p=0,05).

4.4.3. Ocena zdrowotności kłosów

Obserwacje zdrowotności kłosów dokonano na 25 losowo pobranych z każdego poletka kłosach pszenicy ozimej w fazie dojrzałości woskowej (BBCH 87) z wykorzystaniem 5-stopniowej skali Hinfnera i Hommonay [1964]. Na podstawie obserwacji makroskopowej określono stopień nasilenia objawów septoriozy plew (*Phaeosphaeria nodorum*), fuzariozy kłosów (*Fusarium* spp.) oraz czerni zbóż (*Cladosporium* spp.) i obliczono indeks porażenia [%].

4.4.4. Opracowanie wyników i obliczenia statystyczne

Wszystkie uzyskane wyniki posłużyły do obliczenie średniego stopnia nasilenia objawów choroby. Nasilenie to przedstawiono w postaci indeksu porażenia, obliczonego metodą Towsenda i Heubergera (1943):

$$IP[\%] = \frac{\sum_{0}^{i} n \times v}{i \times N} \times 100$$

n– liczba roślin w danym stopniu porażenia,
v– stopień porażenia,
i– najwyższy stopień skali porażenia,
N– całkowita liczba badanych roślin

Uzyskane w ten sposób wyniki poddano analizie wariancji. Istotność różnic wyznaczono na podstawie testu Tuckey'a przy poziomie istotności 0,05 (Statistica 13.1).

4.5. Prace laboratoryjne

4.5.1. Izolacja grzybów zasiedlających korzenie pszenic

W laboratorium Katedry Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej analizowano zbiorowiska grzybów zasiedlających korzenie ozimych form pszenicy zwyczajnej (odm. Julius, Muszelka) i orkisz (odm. Rokosz). Do badań laboratoryjnych z każdego obiektu doświadczalnego pobierano rośliny wskazujące objawy chorobowe. Fragmenty korzeni z nekrozami (po 7 fragmentów na płytkę Petriego w pięciu powtórzeniach) płukano w wodzie destylowanej, a następnie odkażano przez 30 sekund w 50% roztworze alkoholu etylowego i przez 30 sekund w 0,1% roztworze podchlorynu sodu. Po trzykrotnym płukaniu w sterylnej

wodzie, osuszeniu na bibule 0,5 cm fragmenty wykładano na pożywkę PDA. Kultury inkubowano w cieplarce w temperaturze 25^{o}C przez 5 – 7 dni. Po tym czasie kolonie grzybów strzępkowych szczepiono na skosach z pożywką glukozowo - ziemniaczaną. (Martyniuk i Myśków 1983). Przynależność systematyczną określano przy pomocy dostępnych kluczy i opracowań monograficznych [Arx 1970, Barnett 1965, Booth 1971, Borowska 1986, Domsch i Gams 1972, Ellis 1971, Fassatiova 1983, Gams 1971, Gilman 1957, Kawaśna i in. 1991, Litwinow 1967, Skirgiełło 1954, Skirgiełło i Zadara 1979].

4.5.2. Izolacja grzybów zasiedlających podstawę źdźbła

Z pobranego materiału roślinnego wycinano 1 cm odcinki źdźbeł z charakterystycznymi objawami chorób. Następnie obmywano je i odkażano przez 30 sek. w 50% alkoholu etylowym i przez 30 sek. w 1% podchlorynie sodu. Po trzykrotnym opłukaniu w sterylnej wodzie fragmenty wykładano na zestaloną pożywkę glukozowo-ziemniaczaną (PDA) (Martyniuk i Myśków 1983). Po 4-5 dniach wyrastające kultury grzybów przeszczepiono na skosy z pożywką PDA, a po upływie 1-2 miesięcy określano ich skład gatunkowy przy pomocy dostępnych kluczy i monografii [Arx 1970, Booth 1971, Domsch, Gams 1972, Ellis 1971, Gilman 1957].

4.5.3. Interakcje patogen-antagonista

Analizę wyników liniowego wzrostu kolonii grzybów saprotroficznych rodzaju *Trichoderma* i patogeniczych rodzaju *Fusarium* badano posługując się metodyką Mańki (1974). Na sterylne płytki Petriego wylewano pożywkę glukozowo–ziemniaczaną, a następnie kolejno wykładano 5 mm krążki z wyraźnymi strzępkami grzybów. Testowane grzyby wyszczepiano parami (*Trichoderma* spp./*Fusarium* spp.) w postaci dwóch krążków w centrum płytki w odległości 3 cm od siebie. Do doświadczenia wybrano kultury wcześniej wyosobnione z gleby, korzeni i podstawy źdźbła pszenic testowanych w doświadczeniu.

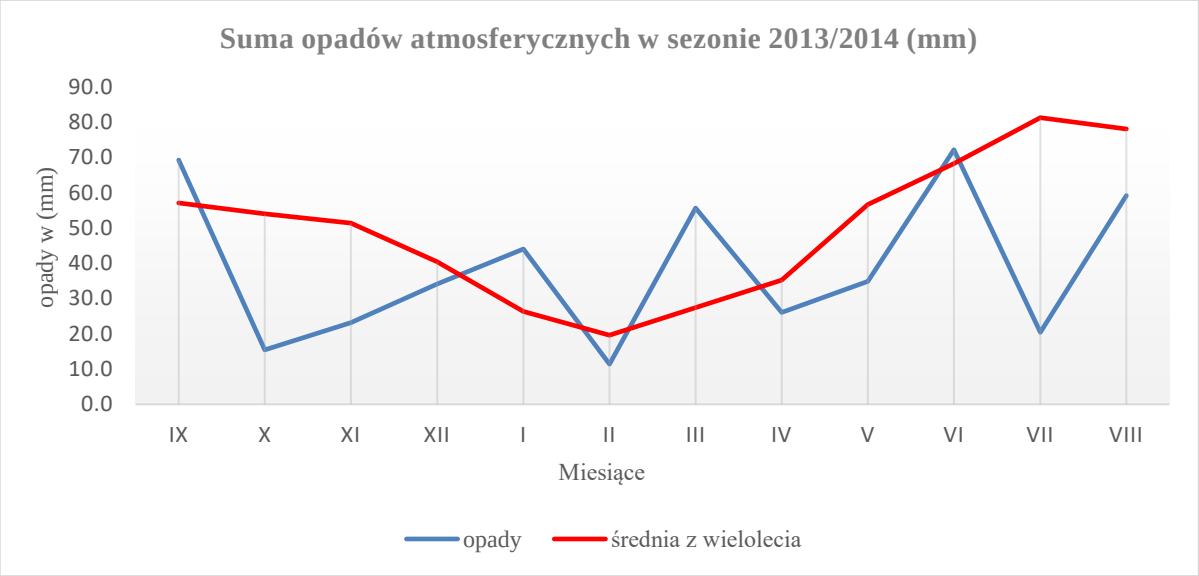
Doświadczenie wykonano w 5 powtórzeniach. Kontrolę stanowiły płytki z kulturami grzybów, które rosły na pożywce bez udziału kultury knkurencyjnej. Obserwacje prowadzono mierząc średnicę kolonii grzybów i porównując z koloniami kontrolnymi. Kultury inkubowano w ciemności w temperaturze 25^{o}C. Przez 7 kolejnych dni dokonywano pomiarów przyrostu grzybni w dwóch prostopadłych kierunkach, aż do całkowitego zarośnięcia płytki.

Wyniki przedstawiono porównując średnie wartości liniowego wzrostu grzybni z kontrolą w mm i w procentach oraz poddając analizie wariancji dwuczynnikowej przy pomocy testu Tukey’a na poziomie istotności 0,05. (Statistica 13.1).

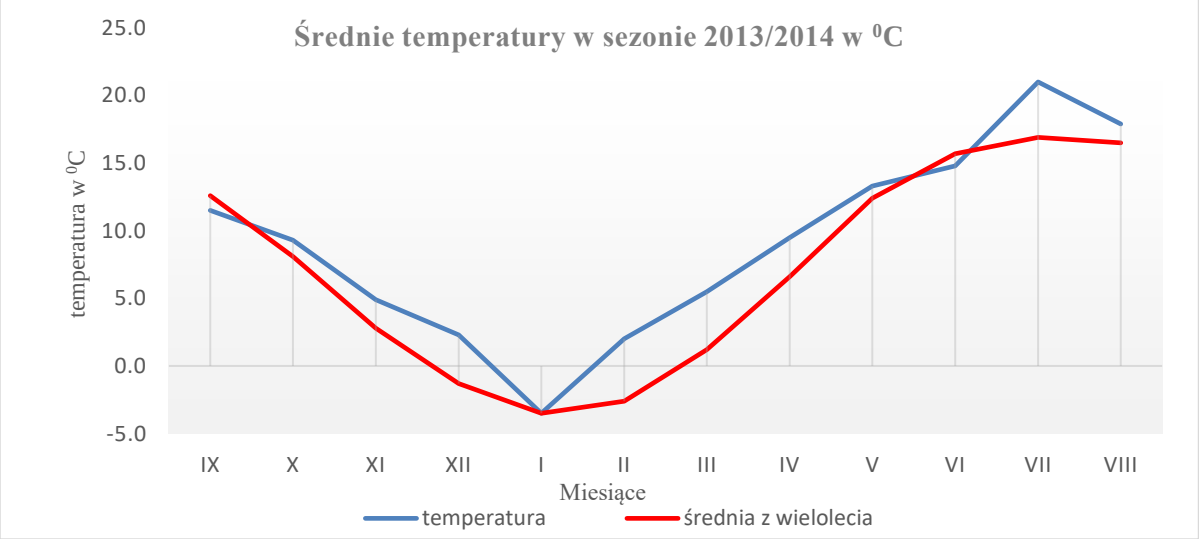
5. WARUNKI METEOROLOGICZNE I AGROTECHNIKA

Wysiew pszenic w pierwszym roku prowadzonych badań nastąpił 21 września 2013 roku (Tab.3). Temperatura od siewu do fazy trzech liści kształtowały się na optymalnym poziomie i były wyższe niż średnie temperatury z wielolecia 1981-2010 r.(Rys. 2). Opady od sierpnia do grudnia utrzymywały się znacznie poniżej średnich z wielolecia.(Rys. 1) Wegetacja ruszyła na początku marca 2014 r. W kwietniu i maju temperatura była wyższa od przeciętnej, w czerwcu zbliżona do średniej, a lipiec był bardzo ciepły. Marzec 2014 roku okazał się wilgotny, natomiast kolejne okazały się umiarkowanie suche. Takie warunki sprzyjały rozwojowi pszenicy. Nie sprzyjały natomiast rozwojowi patogenów liści i kłosa.

Rys.1

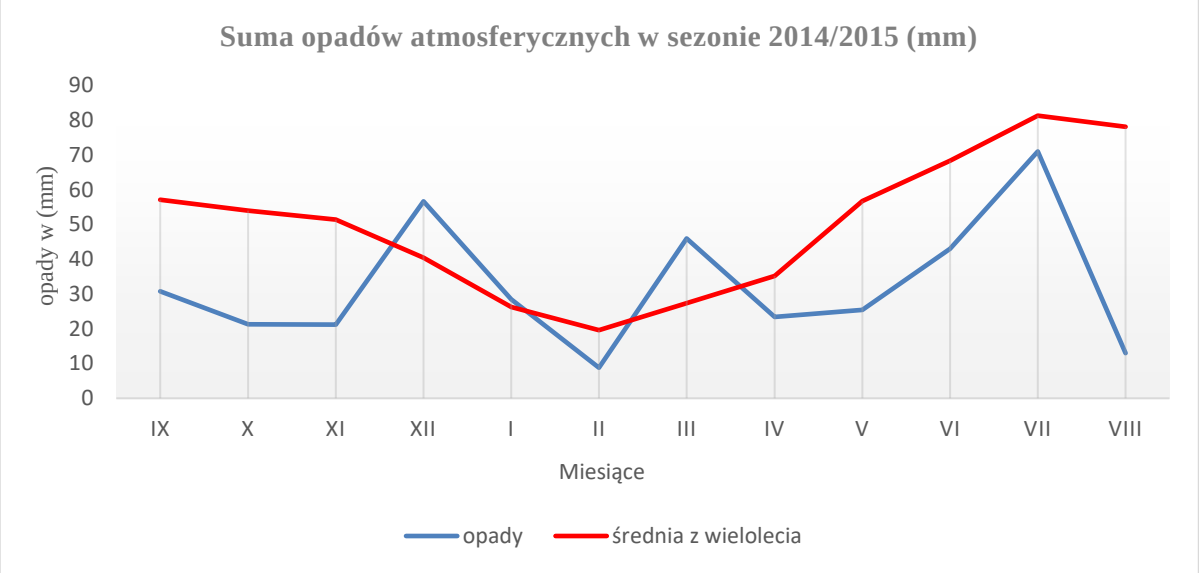


Rys.2

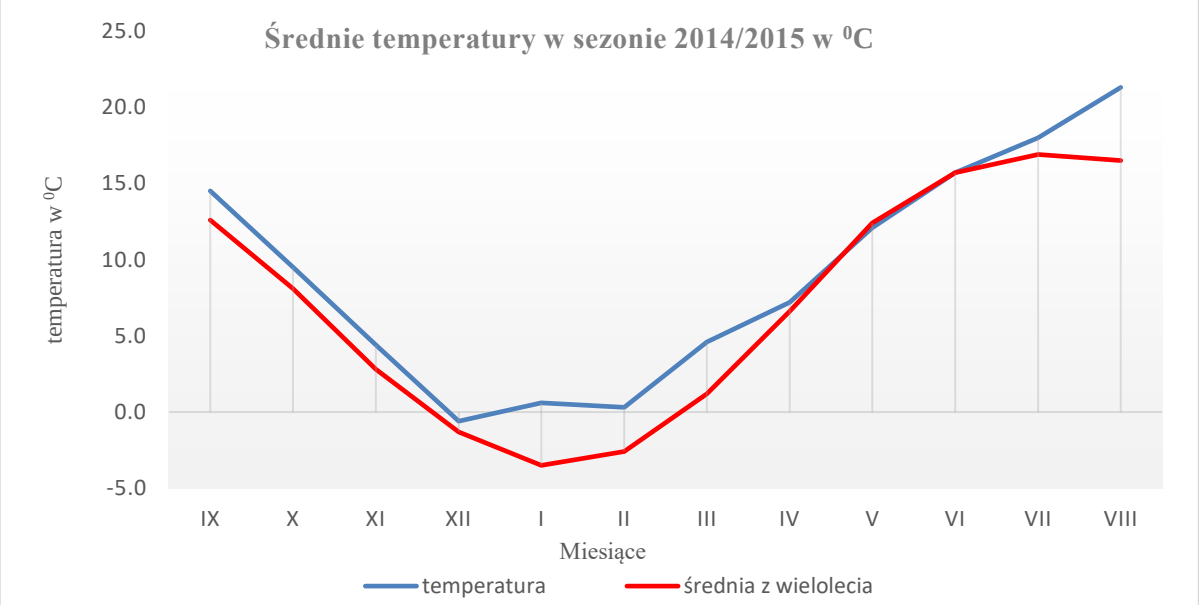


Sezon wegetacyjny 2014/2015 charakteryzował się temperaturą wyższą niż średnia z lat 1981-2010 (Rys. 3).Okres od siewu do spoczynku zimowego z tempreaturami nieznacznie wyższymi niż średnia. Łagodna zima oraz wyższe temperatury w lutym i marcu sprzyjały wcześniejszemu ruszeniu wegetacji pszenic (Tab. 1) Opady były niższe w porównaniu do średnich sum z wielolecia.(Rys. 3) Druga połowa 2014 roku oraz początek 2015 roku okazały się dosyć suche. Takie warunki sprzyjały niskiemu osadzeniu węzła krzewienia. Opady w kwietniu i maju 2015 roku, czyli kluczowych miesiącach dla roślin okazały się niższe niż średnia z wielolecia. Również czerwiec i lipiec z niskimi opadami nie sprzyjał rozwojowi chorób liści i kłosa (Rys 3 i 4).

Rys.3

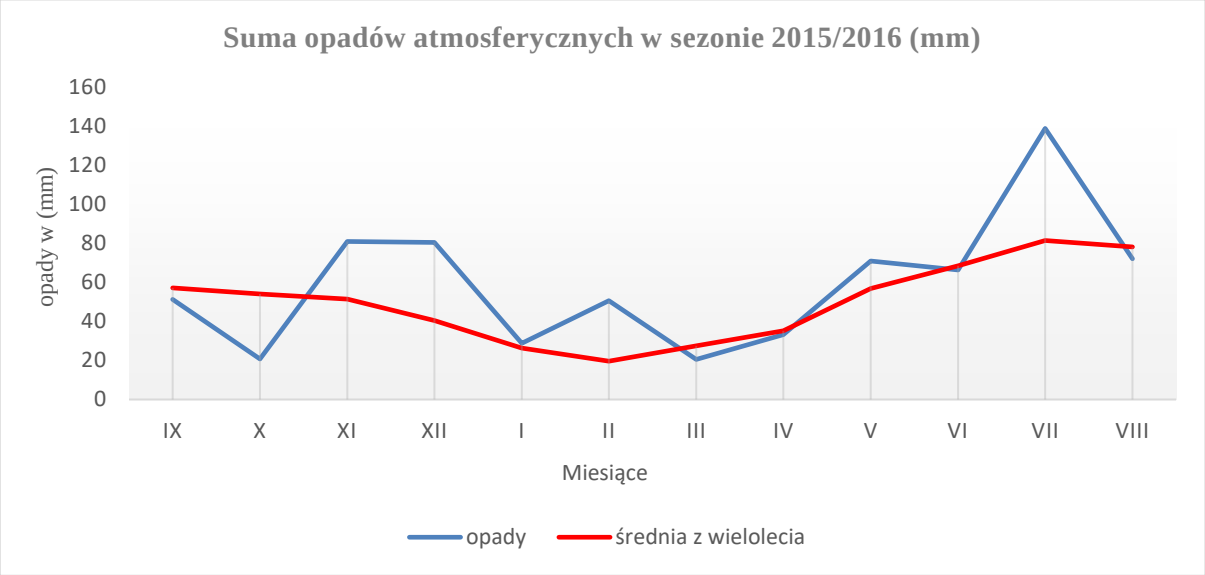


Rys.4

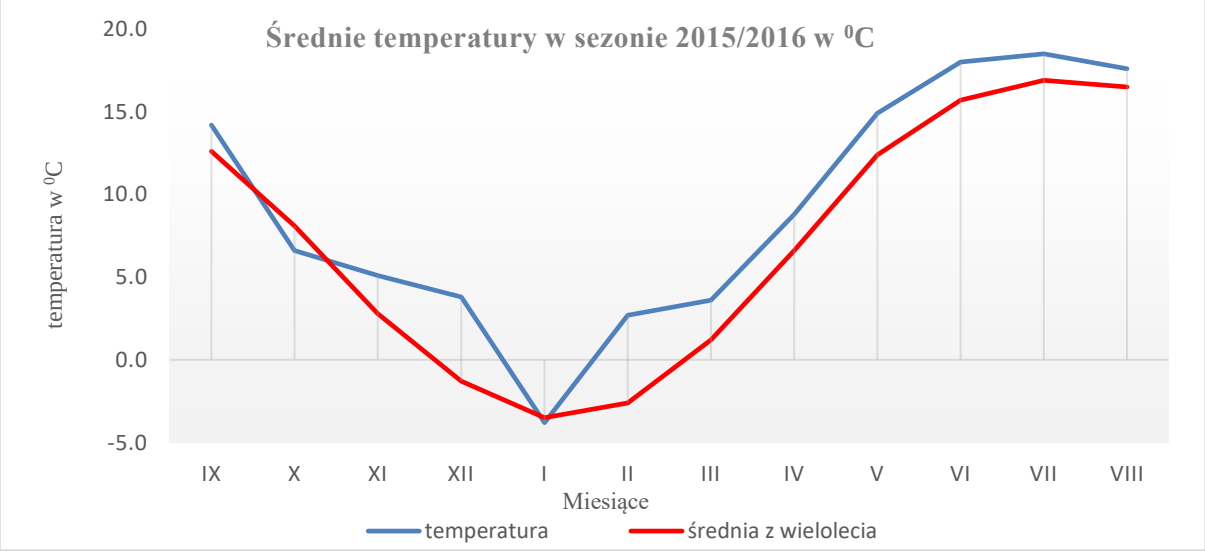


Warunki w sezonie wegetacyjnym 2015/2016 były dobre dla rozwoju pszenic. Wieloletnia suma opadów była znacząco wyższa niż średnia z wielolecia (Rys 5). Temperatury powietrza również wyższe w sezonie wegetacyjnym porównując do średniej z wielolecia (Rys.6) Ciepły i względnie wilgotny wrzesień umożliwił sprawne przeprowadzenie prac agrotechnicznych i wysiew pszenic 12.09 (Tab. 3) Październik okazał się miesiącem redukcji opadów w stosunku do wielolecia oraz niższymi temperaturami. Od listopada do stycznia znacząca zwyżka opadów spowodowało nagromadzenie zapasów wody w glebie, które korzystnie wpłynęły na rozwój zbóż po wznowieniu wegetacji wiosennej. Ciepły luty i marzec spowodowały wznowienie wegetacji pszenic już 21 marca. Miesiącem sprzyjającym rozwojowi chorób grzybowych był lipiec z sumą opadów wynoszącą 138,6 mm.

Rys.5

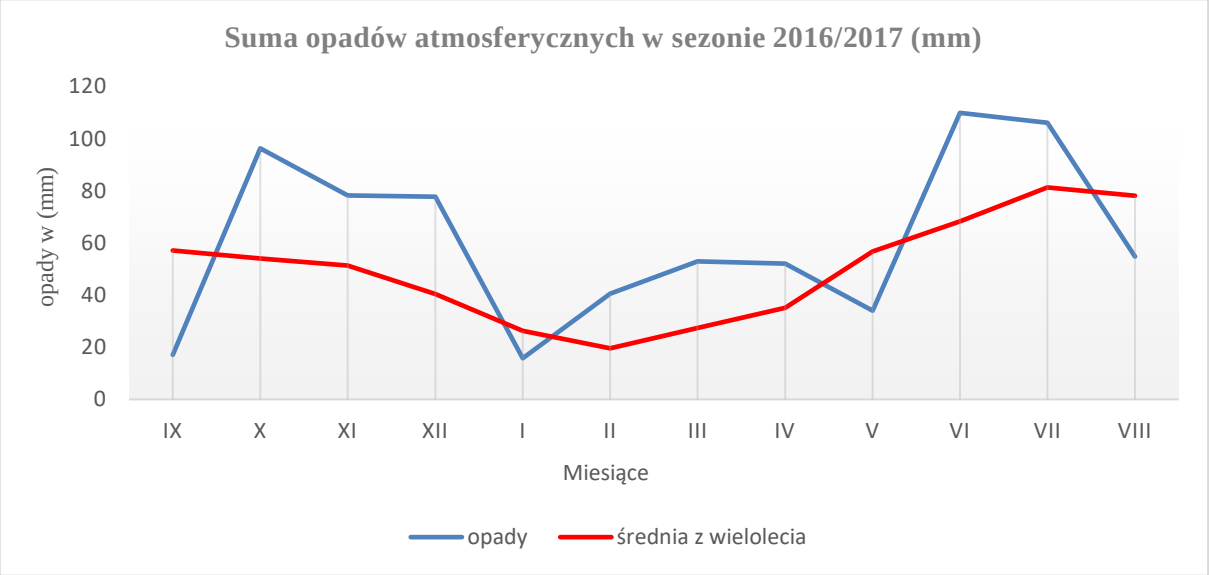


Rys.6

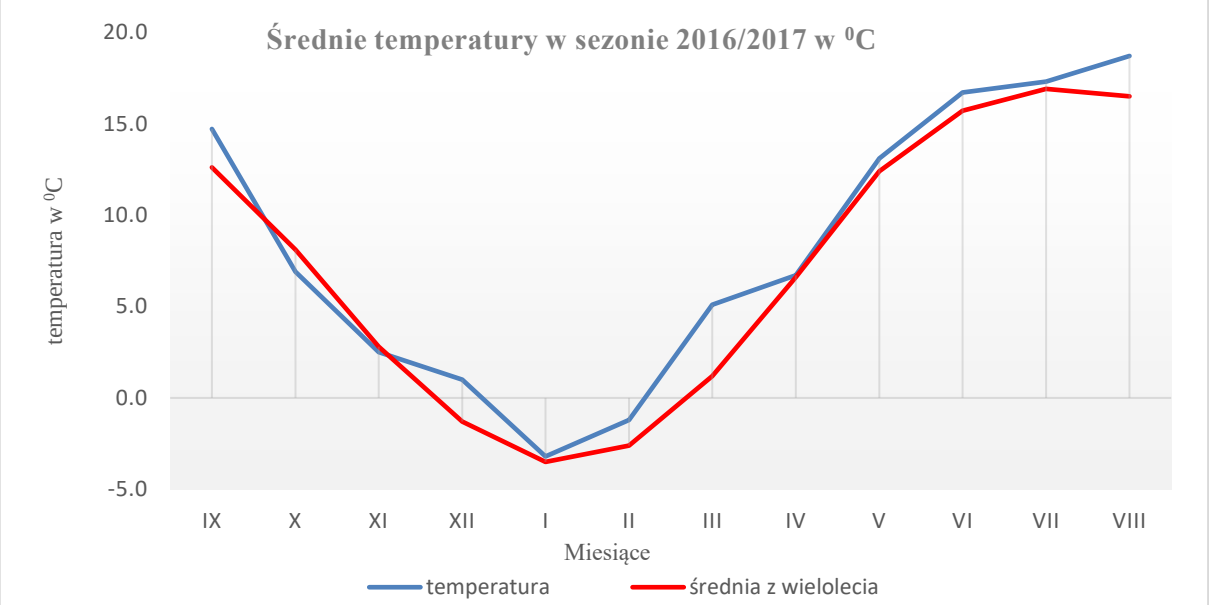


Sezon 2016/2017 podobnie jak poprzedni charakteryzował się wyższą sumą opadów oraz temperatur w stosunku do wielolecia (Rys. 7 i 8). Wyjątkowo suchy wrzesień umożliwił przeprowadzenie prac polowych i wysiew pszenic 17.09 (Tab. 3) Kolejne miesiące od października do grudnia znacząco poprawiły zawartość wody w glebie. Ponadto wyższe temperatury pod koniec roku korzystnie wpłynęły na wegetację pszenic.

Rys.7



Rys.8



Rozpoczęły one fazę krzewienia już 17.10 i osiągnęły pełnię krzewienia po czterech dniach. Listopad i grudzień charakteryzował się znacznie wyższymi opadami w stosunku do wielolecia co sprzyjało nagromadzeniu wody. Pszenice zahamowały wegetację 25.11. Ruszenie wegetacji nastąpiło 23.03 w miesiącu ze znacznymi opadami deszczu oraz wyższymi

temperaturami do wielolecia. Początek fazy strzelania w źdźbło pszenice osiągnęły pod koniec kwietnia a pełnię osiągnęły na początku maja. Zbiegło się to z niskimi opadami w tym okresie które niekorzystnie wpłynęły na rozwój pszenic. Czerwiec i lipiec z bardzo dużymi opadami w stosunku do wielolecia. W czerwcu o ponad 50 % natomiast w lipcu ok 30%. Takie warunki korzystnie wpłynęły na nalewanie ziarna w kłosach, ale bardzo mocno sprzyjały rozwojowi patogenów grzybowych i przedłużyły dojrzewanie ziarna.

Fazy fenologiczne pszenic ozimych w doświadczeniu polowym Tab.1

Faza fenologiczna			Data wystąpienia							
			pszenica orkisz				pszenica zwyczajna			
			Lata							
			2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Wschody		początek	11.10	04.10	21.09	25.09	10.10	04.10	21.09	25.09
		pełnia	14.10	08.10	25.09	28.09	14.10	08.10	25.09	28.09
Krzewienie		początek	24.10	21.10	13.10	17.10	24.10	21.10	13.10	17.10
		pełnia	27.10	25.10	17.10	21.10	27.10	25.10	17.10	21.10
Zahamowanie wegetacji			25.11	19.11	21.11	25.11	25.11	19.11	21.11	25.11
Ruszenie wegetacji			03.03	10.03	21.03	23.03	03.03	10.03	21.03	23.03
Strzelanie w źdźbło		początek	10.04	25.04	26.04	29.04	10.04	25.04	25.04	29.04
		pełnia	14.04	30.04	30.04	02.05	14.04	30.04	30.04	02.05
Kłoszenie		początek	25.05	29.05	30.05	03.06	22.05	29.05	30.05	03.06
		pełnia	28.05	03.06	02.06	08.06	25.05	03.06	02.06	08.06
Kwitnienie		początek	01.06	08.06	06.06	12.06	30.05	08.06	06.06	12.06
		pełnia	04.06	12.06	09.06	16.06	02.06	12.06	09.06	16.06
		koniec	11.06	21.06	17.06	27.06	08.06	21.06	17.06	27.06
Dojrzałość	mleczna	początek	30.06	03.07	04.07	08.07	25.06	03.07	30.06	08.07
		pełnia	05.07	07.07	07.07	11.07	30.06	07.07	04.07	11.07
	mleczno-woskowa	początek	10.07	12.07	11.07	16.07	05.07	11.07	08.07	16.07
		pełnia	14.07	16.07	14.07	19.07	08.07	15.07	11.07	19.07
	woskowa	początek	18.07	20.07	18.07	22.07	13.07	19.07	15.07	22.07
		pełnia	21.07	24.07	22.07	25.07	17.07	23.07	19.07	25.07
	pełna	początek	24.07	29.07	24.07	29.07	21.07	28.07	22.07	29.07
		pełnia	27.07	02.08	28.07	03.08	24.07	01.08	27.07	03.08

Dane meteorologiczne z lat 2013-2017, dotyczące średniej temperatury i sumy opadów przedstawiono w tabeli 2a i 2b. Dane pochodzą ze Stacji Meteorologicznej w Bałcynach.

Średnia temperatura powietrza [^{o}C] Tab.2a

Rok	**Miesiąc**											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2013	-4,5	-0,8	-4,0	6,3	15,0	17,4	17,9	18,0	11,5	9,3	4,9	2,3
2014	-3,5	2,0	5,5	9,5	13,3	14,8	21,0	17,9	14,5	9,5	4,4	-0,6
2015	0,6	0,3	4,6	7,2	12,1	15,7	18,0	21,3	14,2	6,6	5,1	3,8
2016	-3,8	2,7	3,6	8,8	14,9	18,0	18,5	17,6	14,7	6,9	2,5	1,0
2017	-3,2	-1,2	5,1	6,7	13,1	16,7	17,3	18,7	13,5	9,4	4,3	1,9
Średnia z lat 1981-2010	**-3,5**	**-2,6**	**1,2**	**6,6**	**12,4**	**15,7**	**16,9**	**16,5**	**12,6**	**8,1**	**2,8**	**-1,3**

Suma opadów atomsferycznych [mm] Tab.2b

Rok	**Miesiąc**											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2013	34,6	21,3	14,0	22,5	46,2	45,4	163,8	25,3	69,3	15,4	23,2	34,1
2014	44,0	11,4	55,7	26,1	34,9	72,2	20,4	59,2	30,8	21,3	21,2	56,6
2015	28,5	8,8	46,0	23,4	25,4	43,0	71,0	13,0	51,2	20,8	80,8	80,4
2016	28,7	50,5	20,5	33,1	70,8	66,3	138,6	71,9	17,1	96,3	78,2	77,8
2017	15,8	40,5	53,0	52,1	34,0	109,9	106,1	54,8	211,1	160,3	49,0	53,8
Średnia z lat 1981-2010	**26,3**	**19,6**	**27,4**	**35,2**	**56,7**	**68,3**	**81,3**	**78,1**	**57,1**	**54,0**	**51,4**	**40,4**

W doświadczeniu wszystkie zabiegi agrotechniczne zostały wykonane w oparciu o zasady dobrej praktyki rolniczej i ujęte w tab. 3.

Uprawa roli składała się z orki wykonanej na głębokość 25 cm, po której bezpośrednio zastosowano agregat uprawowy i bronę. Agregat uprawowy połączony z bronowaniem zastosowano drugi raz po wysiewie nawozów NPK. Na kilka dni przed siewem orkiszu i pszenicy ponownie zastosowano agregat połączony z broną w celu wymieszania z glebą nawózów NPK. Siew obu pszenic we wszystkich latach doświadczenia wykonano

w optymalnym terminie agrotechnicznym. Obsada roślin obu pszenic wynosiła 450 szt·m-2 . Do siewu użyto kwalifikowanego materiału siewnego chronionego zaprawą fungicydową. Ilość nawozów NPK była ustalana w oparciu o zasobność gleby w te pierwiastki i oczekiwaną wielkość plonu. W każdym roku wiosną, przed wznowieniem wegetacji oznaczano zawartość N mineralnego w glebie. Na tej podstawie ustalano wielkość dawki N. Średnio dla lat wynosiła ona: po rzepaku, orkiszu i pszenicy zwyczajnej 160 kg·ha-1 . Jedynie po grochu została ona obniżona do 130 kg kg·ha-1 . Dawki P i K pod wszystkie poletka były takie same i wynosiły: K-91,3 kg·ha-1 i P-35,2 kg·ha-1 . Fosfor i potas stosowano jesienią, na kilka dni przed siewem zbóż. Całą dawkę azotu przeznaczoną pod orkisz i pszenicę podzielono na 4 części i zastosowano: przed siewem (20 kg·ha-1), w fazie krzewienia - BBCH 25-29 (80 kg·ha-1), w fazie strzelania w źdźbło - BBCH 30-31 (40 kg·ha-1) i w fazie kłoszenia BBCH 56 (20 kg·ha-1). Do ochrony herbicydowej oraz insektycydowej użyto środków ochrony roślin zarejestrowanych do ochrony pszenicy ozimej. Zbiór ziarna wykonywano w fazie pełnej dojrzałości pełnej (BBCH 89).

Dane agrotechniczne dotyczące uprawy pszenic w doświadczeniu polowym Tab.3

Data przeprowadzenia	Zabieg agrotechniczny
16.08.2013 18.08.2014 26.08.2015 12.08.2016	Orka, agregat uprawowy, brona
20.08.2013 21.08.2014 10.09.2015 16.09.2016	Wysiew nawozów NPK pod orkisz i pszenicę zwyczajną, agregat uprawowy, brona
21.09.2013 18.09.2014 12.09.2015 17.09.2016	Wysiew ziarna orkiszu odmiana 'Rokosz' 450 szt·m-^{2} ; wysiew ziarna pszenicy odmiana 'Julius'/'Muszelka' 450 szt·m-^{2}
05.03.2014 13.03.2015 08.03.2016 13.03.2017	Nawożenie pogłówne N orkiszu i pszenicy zwyczajnej
25.04.2015	Oprysk orkiszu i pszenicy zwyczajnej (Mustang 306 SE 0,7 dm^{3} ·ha-^{1})
02.05.2016	
04.04.2017	Oprysk orkiszu i pszenicy zwyczajnej (Lancet 125 WG 0,2 kg·ha-^{1})
24.04.2014 22.04.2015 29.05.2016 17.05.2017	Nawożenie pogłówne N orkiszu i pszenicy zwyczajnej
25.05.2014 26.05.2015	Nawożenie pogłówne N orkiszu i pszenicy zwyczajnej

29.06.2016 29.05.2017	
16.06.2015 06.06.2017	Oprysk orkiszu i pszenicy zwyczajnej (Decis Mega 50 EW 0,1 $dm^3 \cdot ha^{-1}$)
03.06.2016	Oprysk orkiszu i pszenicy zwyczajnej (Karate Zeon 50 EW 0,12 $dm^3 \cdot ha^{-1}$)
01.08.2014 03.08.2015 28.07.2016 03.08.2017	Zbiór ziarna

6. WYNIKI

6.1. Nasilenie zgorzeli korzeni i pochew liściowych

W pierwszym roku obserwacji (2014) na korzeniach i pochwach liściowych pszenicy zwyczajnej oraz pszenicy orkisz obserwowano występowanie zgorzeli korzeni we wszystkich obiektach doświadczenia (tab. 4).

Indeks porażenia pszenic przez zgorzel korzeni w 2014 roku Tab.4

Indeks porażenia/choroba	**2014**							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
zgorzel korzeni (kompl. grzybów)	16%	18%	12%	29%	9%	11%	9%	18%

W pszenicy zwyczajnej najwyższy indeks porażenia wystąpił w płodozmianie z najwyższym udziałem roślin zbożowych D po jęczmieniu jarym – 29%. Wysoki stopień porażenia wystąpił również w płodozmianie z 50% udziałem pszenicy w zmianowaniu B – 18%. Najniższy stopień porażenia wystąpił w płodozmianie C, gdzie pszenica była uprawiana po pszenicy – 12%. Dla pszenicy orkisz najwyższy stopień porażenia przez grzyby kompleksu zgorzeli korzeni uzyskano w płodozmianie z najwyższym udziałem roślin zbożowych D – 18%. Najniższe nasilenie zgorzeli korzeni wystąpiło w płodozmianach A i C – po 9% (Rys. 9).

Rys.9



W drugim roku badań (2015) odnotowano większe porażenie pszenicy zwyczajnej prawie we wszystkich kombinacjach płodozmianowych. Największe nasilenie wystąpiło, podobnie jak w roku poprzednim, w płodozmianie D – 28% (Tab. 5)

Indeks porażenia pszenic przez zgorzel korzeni w 2015 roku Tab.5

Indeks porażenia/choroba	2015							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
zgorzel korzeni(kompl. grzybów)	17%	21%	20%	28%	17%	12%	8%	16%

Wyższe porażenie w porównaniu z rokiem poprzednim wystąpiło również w płodozmianie C, gdzie pszenica była przedplonem dla pszenicy – 20%. Najniższy stopień porażenia stwierdzono w płodozmianie A z 25% udziałem pszenicy – 17%. Nasilenie objawów zgorzeli korzeni w orkiszu w trzech kombinacjach był na podobnym poziomie co w roku 2014 – 8-16%. Wyjątek stanowił płodozmianu A, z najmniejszym udziałem pszenicy w zmianowaniu, gdzie indeks porażenia wynosił 17%. Najniższy indeks porażenia wystąpił w płodozmianie C-8%, gdzie przedplonem dla pszenicy jest pszenica (Rys. 10).

Rys.10



W trzecim roku badań (2016) porażenie korzeni pszenicy ozimej we wszystkich kombinacjach płodozmianowych występowało na znacząco wyższym poziomie (Tab. 6).

Indeks porażenia pszenic przez zgorzel korzeni w 2016 roku Tab.6

Indeks porażenia/choroba	2016							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
zgorzel korzeni (kompl. grzybów)	31%	24%	28%	25%	8%	8%	6%	11%

Najwyższy wynik porażenia wystąpił w płodozmianie A- 31% z najniższym udziałem pszenicy w płodozmianie. Równie wysokie wyniki porażenia pszenicy uzyskano płodozmianie C- 28 %. Najniższy w płodozmianie B-24% z 50% udziałem pszenicy. Wyraźny spadek nasilenia choroby w stosunku do lat poprzednich stwierdzono dla pszenicy orkisz we wszystkich kombinacjach płodozmianów. Najwyższe porażenie odnotowano w płodozmianie D- 11 % z największym udziałem roślin zbożowych, natomiast najniższe w kombinacji C- 6 % z pszenicą po pszenicy (Rys. 11).

Rys. 11



W ostatnim roku doświadczenia (2017) dla pszenicy zwyczajnej najwyższy indeks porażenia wystąpił w płodozmianie z najwyższym udziałem roślin zbożowych D po jęczmieniu jarym – 27%, gdzie stwierdzono wyższe porażenie w porównaniu z rokiem 2016. Wysoki wynik porażenia uzyskano również w płodozmianie C- 17% (Tab. 7).

Indeks porażenia pszenic przez zgorzel korzeni w 2017 roku Tab.7

Indeks porażenia/choroba	**2017**							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
zgorzel korzeni (kompl. grzybów)	14%	12%	17%	27%	9%	6%	6%	17%

Najniższe porażenie zgorzelą korzeni na pszenicy zwyczajnej stwierdzono w płodozmianie B- 12 % z 50 % udziałem pszenicy. Był to najniższy wynik dla tego płodozmianu z czteroletniego doświadczenia. Nasilenie choroby na orkiszu w ostatnim roku badań było na podobnym poziomie do roku 2016. Wyższy indeks porażenia uzyskano tylko w płodozmianie D- 17% z najwyższym udziałem roślin zbożowych (Rys. 12)

Rys.12

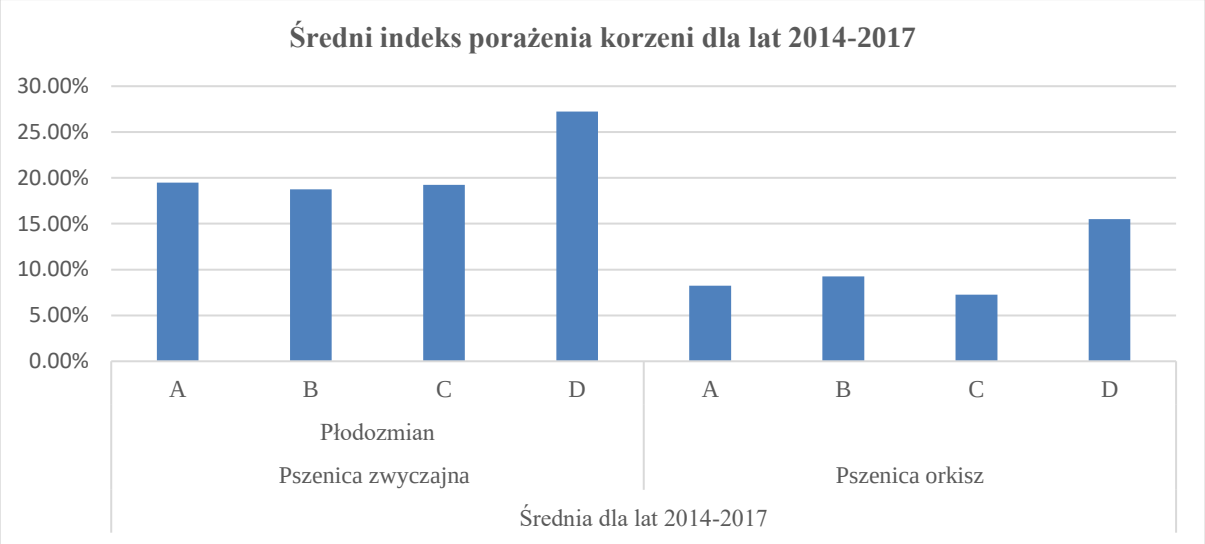


We wszystkich latach badań i w każdym płodozmianie porażenie pszenicy orkisz przez zgorzel korzeni było na niższym poziomie w porównaniu do pszenicy zwyczajnej. We wszystkich obiektach kontrolnych w każdym roku doświadczenia wystąpiła zgorzel korzeni. Średnio dla wszystkich lat badań największy indeks porażenia dla pszenicy zwyczajnej wystąpił w płodozmianie D z największym udziałem zbóż, średnio 27,25 % porażenia. Nasilenie w płodozmianach A, B i C kształtowało się w okolicach 19 % średnio dla czterech lat. W pszenicy orkisz największy indeks porażenia dla czteroletniego doświadczenia wystąpił podobnie jak w pszenicy zwyczajnej w płodozmianie D- 15,5 %. W płodozmianach A, B i C średni indeks porażenia był w przedziale od 7,25 % do 9,2% - płodozmian B (Tab. 8, Rys. 13).

Średnie nasilenie zgorzeli korzeni pszenicy w latach 2014-2017 (Ip w %) Tab.8

Indeks porażenia/choroba	**Średnia dla lat 2014-2017**							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
zgorzel korzeni (kompl. grzybów)	19.50	18.75	19.25	27.25	8.25	9.25	7.25	15.50

Rys. 13



Tab. 16. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia zgorzeli korzeni

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla:		Istotność
					p=0,05	p=0,01	p=0,05
Powtórzenia	169.500	3					
Czynnik I	391.000	3	130.333	118.25	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	3444.500	1	3444.500	3125.25	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	668.500	3	222.833	202.18	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	1277.000	3	425.667	386.21	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	636.000	9	70.667	64.12	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	52.500	3	17.500	15.88	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	354.500	9	39.389	35.74	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**102.500**	93	1.102	% średniej:		6.6	
Całkowita	7096.000	127					

NIR (test Tukey'a)	I=	**0.687**	II=	**0.369**	III=	**0.687**
	II/I=	**0.737**	I/II=	**0.971**	III/I=	**1.373**
	I/III=	**1.373**	III/II=	**0.971**	II/III=	**0.737**

Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian

*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

6.2. Nasilenie chorób podstawy źdźbła

W pierwszym roku badań (2014) nasilenie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) było najwyższe ze wszystkich lat badań, zarówno na pszenicy zwyczajnej jak i pszenicy orkisz. Pszenica zwyczajna porażona została najmocniej w płodozmianie A- 90% z najniższym udziałem pszenicy w płodozmianie w stanowisku po grochu. Równie wysoki stopień porażenia wystąpił w płodozmianach B i D - 86%. W płodozmianie C porażenie

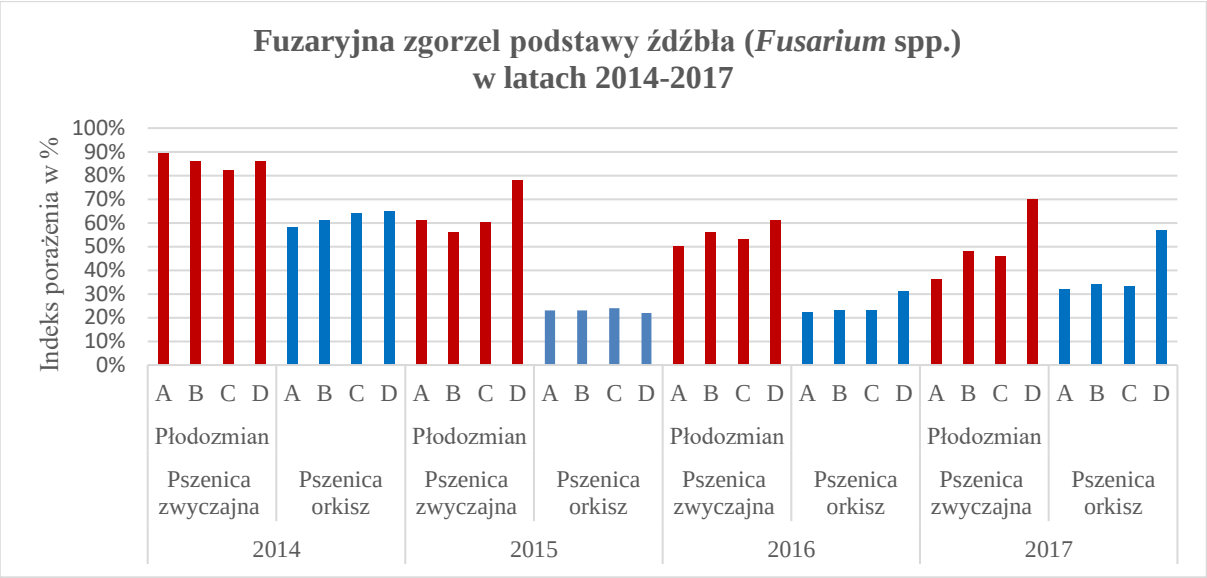
wystąpiło nieco niższym lecz nadal wysokim poziomie- 82%. W pszenicy orkisz odnotowano niższe nasilenie choroby w porównaniu do pszenicy zwyczajnej. Najwyższy indeks porażenia 65 % wystąpił w płodozmianie D na stanowisku po rzepaku, najniższy 58% w płodozmianie A po grochu.

W kolejnym roku doświadczenia (2015) nasilenie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) było niższe niż w 2014 roku zarówno dla pszenicy zwyczajnej jak i orkisz. Najwyższe porażenie na pszenicy zwyczajnej stwierdzono w płodozmianie D -78%, a najniższe w B -56%. W pozostałych płodozmianach nasilenie było w granicach 60%. W dużo mniejszym stopniu wystąpiło nasilenie choroby w pszenicy orkisz. We wszystkich płodozmianach porażenie nie przekraczało 25% i było o prawie 40% niższe w porównaniu z rokiem 2014.

W trzecim roku obserwacji (2016) opisywana choroba wystąpiła na pszenicy zwyczajnej i orkisz na zbliżonym poziomie jak w roku poprzednim. Warto jednak wspomnieć że, dla pszenicy zwyczajnej w płodozmianie D nasilenie choroby zmalało o 17% w porównaniu z poprzednim rokiem, natomiast dla orkiszu w tej samej kombinacji wzrosło o 9%. Również zmalało nasilenie w płodozmianach A i C pszenicy zwyczajnej. W płodozmianie A o 11 % w porównaniu z rokiem poprzednim a w C o 9%.

Ostatni rok badań (2017) dla pszenicy zwyczajnej pokazał spadek nasilenia fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) we wszystkich kombinacjach płodozmianowych. Najniższe porażenie odnotowano w płodozmianie A-36 % z najniższym udziałem pszenicy. Najwyższy indeks porażania wystąpił w płodozmianie D- 56 %. Nasilenie porażenia w płodozmianie B i C na podobnym poziomie, odpowiednio 48 % i 46 %. Najwyższe nasilenie choroby na pszenicy orkisz wykazano w płodozmianie D -57%. Indeks porażenia dla reszty kombinacji płodozmianów A, B i C nie przekroczył 35% (Rys. 14).

Rys. 14



Tab. 17. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla:		Istotność
					p=0,05	p=0,01	p=0,05
Powtórzenia	351.563	3					
Czynnik I	24799.000	3	8266.333	6717.81	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	21012.500	1	21012.500	17076.24	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	4650.500	3	1550.167	1259.77	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	2157.000	3	719.000	584.31	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	1056.000	9	117.333	95.35	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	24.500	3	8.167	6.64	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	1180.500	9	131.167	106.60	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**114.438**	93	1.231	% średniej:		2.2	
Całkowita	55346.000	127					

NIR (test Tukey'a)	I=	**0.726**	II=	**0.389**	III=	**0.726**
	II/I=	**0.779**	I/II=	**1.026**	III/I=	**1.451**
	I/III=	**1.451**	III/II=	**1.026**	II/III=	**0.779**

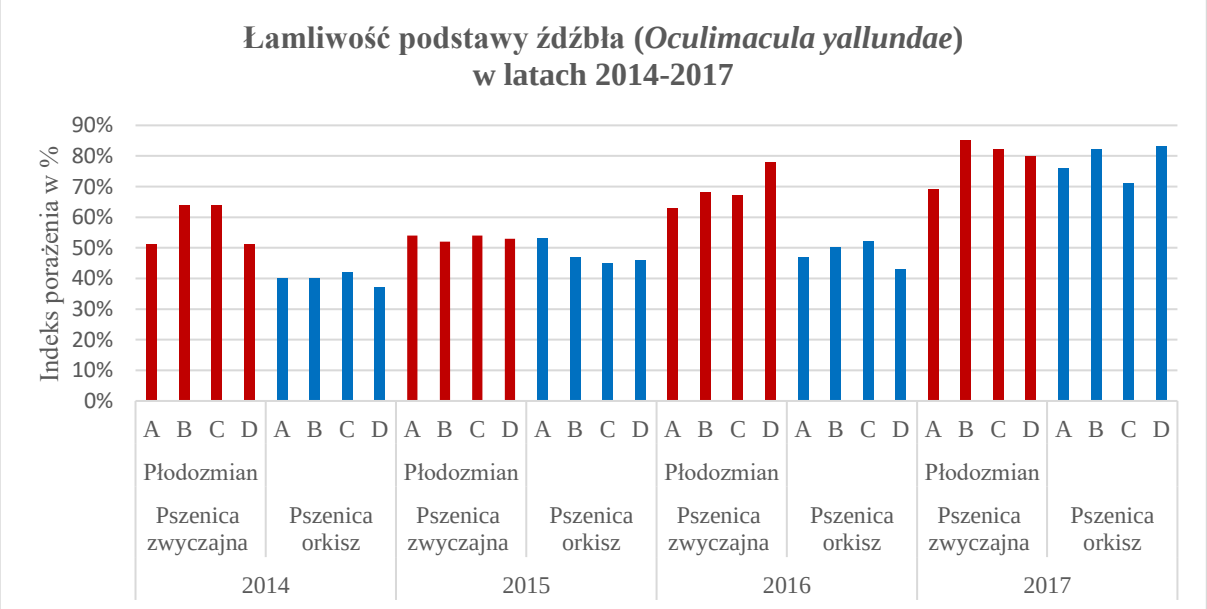
Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian
*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

Kolejną chorobą odnotowaną we wszystkich latach doświadczenia była łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula yallundae*). W roku (2014) w pszenicy zwyczajnej odnotowano najwyższe nasilenie w płodozmianach B- 64% po grochu oraz C- 64% gdzie pszenica uprawiana jest po pszenicy. Również wysokie wyniki odnotowano w płodozmianie A i D – 58%. Pszenica orkisz wykazała mniejszą podatność na patogena niż pszenica zwyczajna a najniższy indeks porażenia w tym roku wystąpił w płodozmianie D- 37 %. W pozostałych

płodozmianach porażenie wynosiło między 40-42 %. W sezonie (2015) nasilenie patogena na pszenicy zwyczajnej wynosiło 54%- w płodozmianach A i C oraz między 52 a 53 % w płodozmianach B i D. Nasilenie łamliwości źdźbła (*Oculimacula yallundae)* w pszenicy orkisz było o kilka procent niższe niż w roku poprzednim we wszystkich kombinacjach płodozmianowych. Najwyższy indeks porażenia odnotowano w płodozmianie A- 53%. Niższe porażenie odnotowano w płodozmianach B, C i D między 45-47%.

W trzecim roku doświadczenia (2016) nasilenie łamliwości źdźbła (*Oculimacula yallundae)* zwiększyło się wyraźnie na pszenicy zwyczajnej. Najsilniej został zaatakowany płodozmian D- 78% z największym udziałem zbóż. Płodozmiany A, B i C wykazały wzrost porażenia w porównaniu z ubiegłym rokiem 63%, 68%, i 67%. Pszenica orkisz wykazała mniejszą podatność na patogena w badanym roku w stosunku do pszenicy zwyczajnej. Najwyższy wynik stwierdzono w płodozmianie C- 52%. Równie wysokie wyniki uzyskano w płodozmianach B i A odpowiednio 50% i 47%. Najniższe porażenie wystąpiło w płodozmianie D- 43% i było niższe o 3% niż w poprzednim roku badań (Rys. 15).

Rys. 15



Tab. 18. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia łamliwości źdźbła zbóż (*Oculimacula yallundae*)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla:		Istotność
					p=0,05	p=0,01	p=0,05
Powtórzenia	315.094	3					
Czynnik I	17930.344	3	5976.781	2527.63	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	4072.531	1	4072.531	1722.30	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	2184.094	3	728.031	307.89	2.70	4.00	**tak**

Czynnik III	329.344	3	109.781	46.43	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	994.531	9	110.503	46.73	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	402.094	3	134.031	56.68	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	807.781	9	89.753	37.96	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**219.906**	93	2.365	% średniej:		2.6	
Całkowita	27255.719	127					

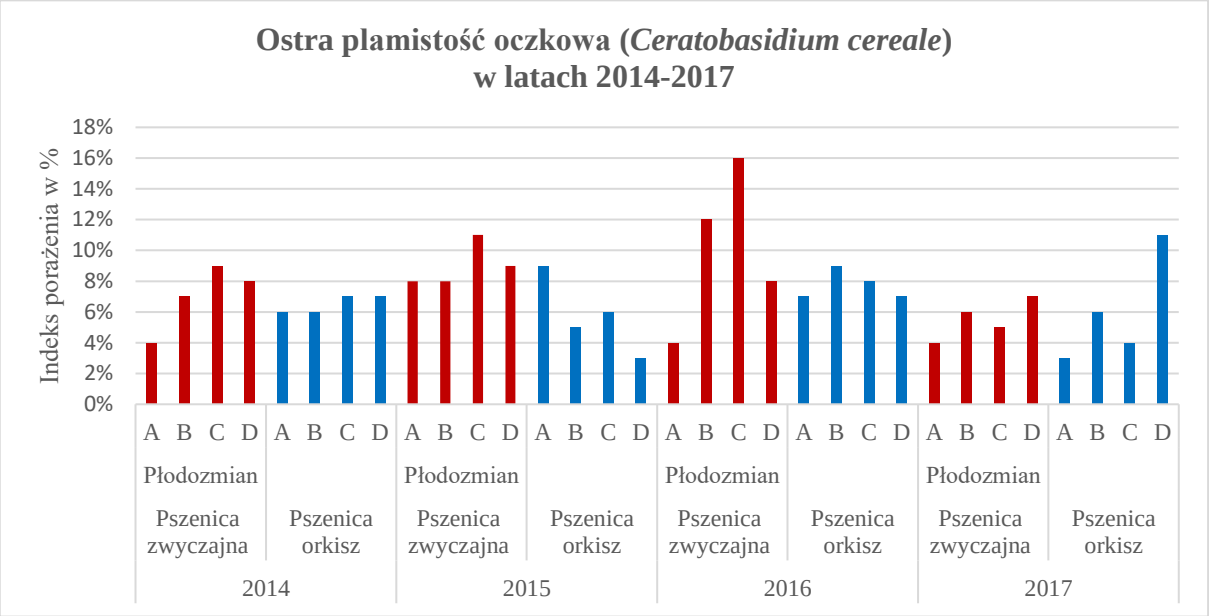
NIR (test Tukey'a)	I=	**1.006**	II=	**0.540**	III=	**1.006**
	II/I=	**1.080**	I/II=	**1.422**	III/I=	**2.012**
	I/III=	**2.012**	III/II=	**1.422**	II/III=	**1.080**

Czynnik I **Czynnik II** **Czynnik III**
Lata badań Podgatunek pszenicy Płodozmian
*Przeprowadzona analiza zmienności wykazała istotność różnic

Ostatni rok doświadczenia (2017) wskazał najwyższe wyniki porażenia łamliwością źdźbła zbóż (*Oculimacula yallundae)* w całym doświadczeniu. Zarówno stopień porażenia pszenicy zwyczajnej, jak i pszenicy orkisz był bardzo wysoki we wszystkich kombinacjach płodozmianowych. Odnotowano najwyższy indeks porażenia pszenicy zwyczajnej w płodozmianie B -85%. Równie wysokie wyniki uzyskano w płodozmianach C- 82% i D- 80%. Najniższy stopień porażenia wystąpił w płodozmianie A-68%. W pszenicy orkisz najwyższy indeks porażenia odnotowano w płodozmianie D-83% i był on wyższy od roku poprzedniego o 40 %. Podobny wynik porażenia wykazano w płodozmianie B- 82 %. Był on wyższy o 32 % niż w sezonie 2016. Niższy indeks porażenia uzyskano w płodozmianach C- 71% i A- 76 %. Porażenie w płodozmianie C było 19% wyższe w porównaniu z 2016 rokiem natomiast porażenie w płodozmianie A o 29 %.

Ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*) występowała w niewielkim nasileniu we wszystkich latach badań (2014-2017) na pszenicy zwyczajnej i orkiszu we wszystkich obiektach kontrolnych. Największe nasilenie tej choroby wystąpiło w (2016) roku w płodozmianie B-12% i C-16%. W pozostałych płodozmianach zarówno w pszenicy zwyczajnej jak i pszenicy orkisz indeks porażenia wyniósł od 3% do 11% (Rys. 16)

Rys. 16



Tab. 19. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia ostrej plamistości oczkowej (*Ceratobasidium cereale*)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla: p=0,05	F tabelaryczne dla: p=0,01	Istotność p=0,05
Powtórzenia	154.086	3					
Czynnik I	150.211	3	50.070	14.45	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	53.820	1	53.820	15.54	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	78.273	3	26.091	7.53	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	105.023	3	35.008	10.11	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	317.258	9	35.251	10.18	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	121.461	3	40.487	11.69	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	128.820	9	14.313	4.13	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**322.164**	93	3.464	% średniej:		25.5	
Całkowita	1431.117	127					

NIR (test Tukey'a)	I=	**1.217**	II=	**0.653**	III=	**1.217**
	II/I=	**1.307**	I/II=	**1.722**	III/I=	**2.435**
	I/III=	**2.435**	III/II=	**1.722**	II/III=	**1.307**

Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian

*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

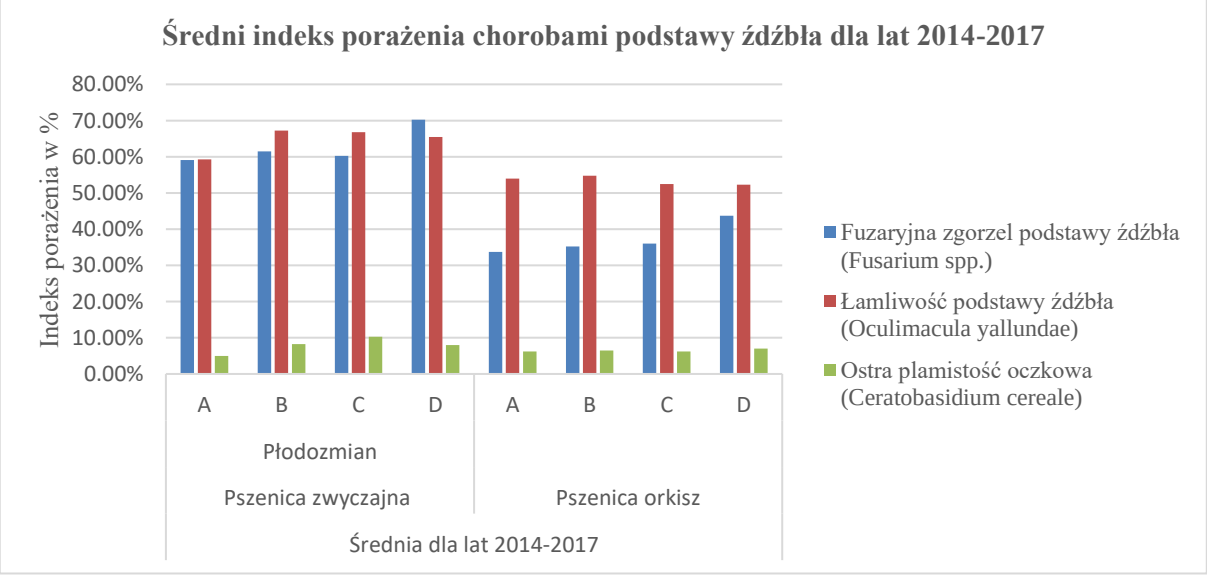
Chorobami jakie obserwowano na pszenicy zwyczajnej oraz orkisz we wszystkich latach badań (2014-2017) były fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) łamliwość źdźbła

zbóż (*Oculimacula yallundae*) oraz w mniejszym stopniu ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*) – (Tab. 9). Najwyższy indeks porażenia pszenicy ozimej fuzaryjną zgorzelą podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) we wszystkich latach badań wystąpił w płodozmianie D-72.25%. Średnia ze wszystkich lat dla reszty płodozmianów A, B i C wyniosła ok 60%. Również pszenica orkisz była najsilniej porażona w płodozmianie D- 43.75% w czterech latach badań. Płodozmiany A, B i C -33-36%. Łamliwość podstawy źdźbła (*Oculimacula yallundae*) wystąpiła najsilniej w płodozmianie B-67.25% w pszenicy zwyczajnej. Również wysokie wyniki odnotowano w płodozmianie C i B odpowiednio 66.75% i 67.25%. Nieco mniejsze nasilenie w czterech latach badań wystąpiło na pszenicy zwyczajnej w płodozmianie A- 59.25%. Pszenica orkisz we wszystkich latach badań i na wszystkich obiektach kontrolnych była porażona przez łamliwość podstawy źdźbła miedzy 52-54%. Ostra plamistość oczkowa wystąpiła w niewielkim stopniu na obu pszenicach we wszystkich latach doświadczenia. Średnia dla czterech lat badań przekroczyła 10 % tylko w płodozmianie C-10.25% pszenicy zwyczajnej (Rys.17)

Średnie nasilenie chorób na podstawie źdźbła pszenicy w latach 2014-2017 (Ip w %) Tab. 9

Indeks porażenia/choroba	**Średnia dla lat 2014-2017**							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.)	59.13	61.50	60.25	70.25	33.75	35.25	36.00	43.75
Łamliwość podstawy źdźbła (*Oculimacula yallundae)*	59.25	67.25	66.75	65.50	54.00	54.75	52.50	52.25
Ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*)	5.00	8.25	10.25	8.00	6.25	6.50	6.25	7.00

Rys. 17



6.3. Nasilenie chorób liści

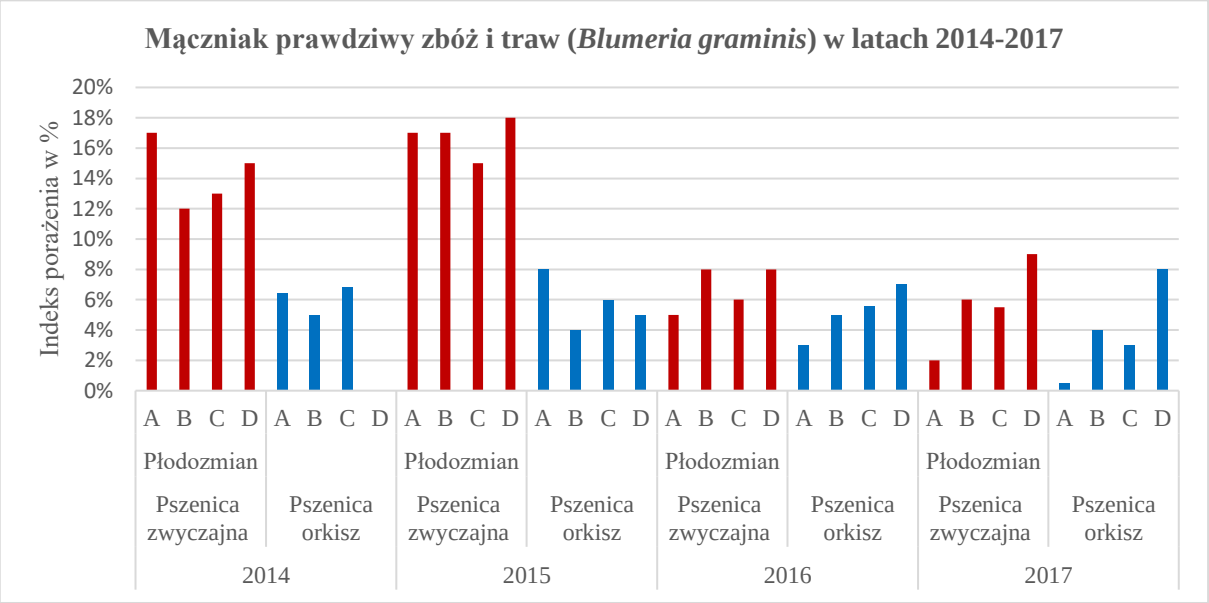
W pierwszym roku doświadczenia (2014) Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*), wystąpił we wszystkich obiektach kontrolnych, oprócz płodozmianu D pszenicy orkisz. W pozostałych obiektach kontrolnych pszenicy orkisz porażenie wynosiło 5-7%. Dla pszenicy zwyczajnej najwyższy wynik zanotowano w płodozmianie A- 17%, gdzie przedplonem był groch siewny. Podobny wynik odnotowano w płodozmianie D- 15 % natomiast w płodozmianach B i C odpowiednio 12% i 13%.

W drugim roku doświadczenia (2015) Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*) w pszenicy zwyczajnej wystąpił najsilniej w płodozmianie z największym udziałem zbóż D- 18%. Porównywalny wynik uzyskano w płodozmianach A i B po 17 %. W pszenicy orkisz porażenie w badanych płodozmianach mieściło się w przedziale 4-8% przy czym 8% zanotowano w płodozmianie A.

W trzecim roku doświadczenia (2016) porażenie pszenicy zwyczajnej było o ponad 50 % niższe niż w roku poprzednim. Indeks porażenie dla dla płodozmianów D i B wyniósł 8 %. W płodozmianach A i C odnotowano odpowiednio wynik 5% i 6%. Niski indeks porażenia odnotowano w pszenicy orkisz. Wyniki mieściły się w przedziale 3-7% przy czym najwyższy wynik odnotowano w płodozmianie D-7%.

W ostatnim roku badań (2017) również nie odnotowywano dużego nasilenia mączniaka. Najwyższy indeks porażenia odnotowano w płodozmianie D-9% pszenicy zwyczajnej. Taki sam wynik porażenia wystąpił w płodozmianach B i C- 6%. Najmniej został porażony płodozmian A-2% gdzie przedplonem dla pszenicy był groch. W pszenicy orkisz również najniższy wynik indeksu porażenia zanotowano w płodozmianie A- 1% a najwyższy w płodozmianie D-8% (Rys. 18)

Rys. 18



Tab. 20. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia mączniaka prawdziwego zbóż i traw (*Blumeria graminis*)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla:		Istotność
					p=0,05	p=0,01	p=0,05
Powtórzenia	76.204	3					
Czynnik I	837.120	3	279.040	166.10	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	1152.120	1	1152.120	685.79	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	618.915	3	206.305	122.80	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	35.020	3	11.673	6.95	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	310.115	9	34.457	20.51	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	36.995	3	12.332	7.34	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	111.990	9	12.443	7.41	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**156.238**	93	1.680	% średniej:		16.5	
Całkowita	3334.717	127					

NIR (test Tukey'a)	I=	**0.848**	II=	**0.455**	III=	**0.848**
	II/I=	**0.910**	I/II=	**1.199**	III/I=	**1.696**
	I/III=	**1.696**	III/II=	**1.199**	II/III=	**0.910**

Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian
*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

W pierwszym roku doświadczenia (2014) Septorioza paskowana liści (*Zymoseptoria tritici, Parastagonospora nodorum*) osiągnęła najwyższy indeks porażenia dla pszenicy zwyczajnej w płodozmianie D- 49% z największym udziałem zbóż. Również wysoki

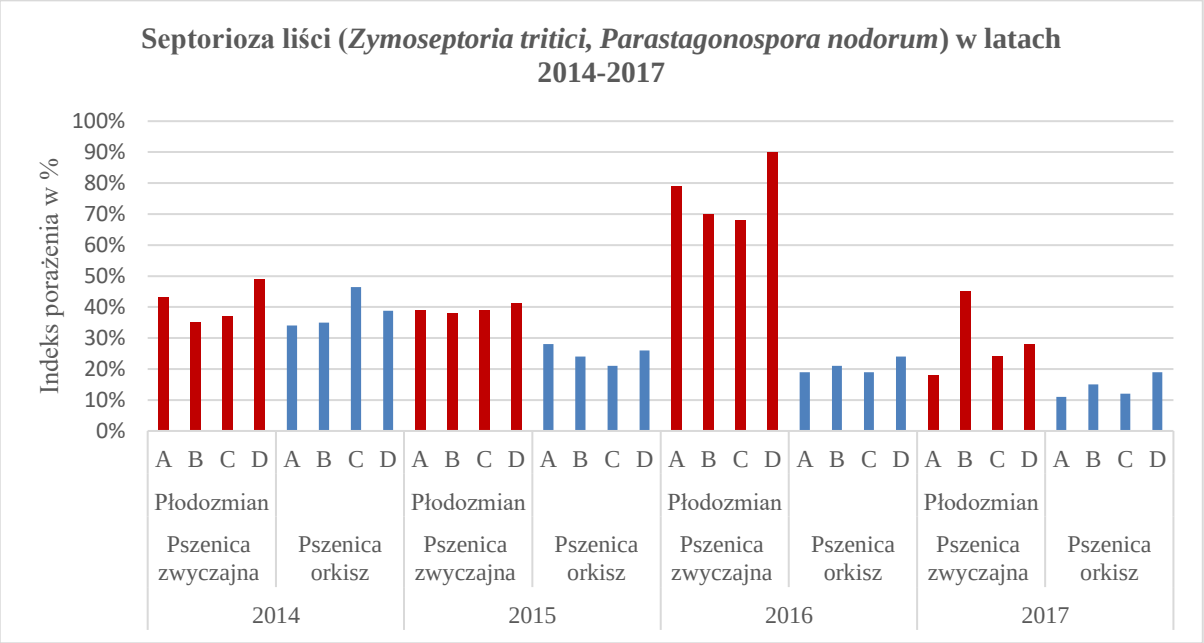
wynik uzyskano w płodozmianie A-43%. W pozostałych płodozmianach nasilenie mieściło się w granicach-35-37%. Najwyższy indeks porażenia na orkiszu wystąpił w płodozmianie C-46% gdzie przedplonem dla pszenicy była pszenica. Również wysoki wynik zanotowano w płodozmiane D-39% z największym udziałem zbóż.

W kolejnym roku (2015) najwyższy indeks porażenia dla pszenicy zwyczajnej odnotowano w płodozmianie D-41%. W roku poprzednim również uzyskano najwyższy indeks porażenia właśnie w tym płodozmianie. Pozostałe obiekty kontrolne A,B i C porażone były w takim samym stopniu 38-39%. Obniżenie nasilenia Septoriozy paskowanej liści (*Zymoseptoria tritici,Parastagonospora nodorum*) odnotowano w pszenicy orkisz w porównaniu z rokiem poprzednim. Najwyższy indeks porażenia wystąpił w płodozmianie A- 28%, a najniższy w płodozmianie C-21%.

W trzecim roku badań (2016) stwierdzono bardzo duże nasilenie opisywanej choroby we wszystkich kombinacjach na pszenicy zwyczajnej. Najsilniej został porażony płodozmian D-90% z 75% udziałem zbóż w zmianowaniu. Indeks porażenia dla płodozmianu A z 25 % udziałem pszenicy również bardzo wysoki -79%. W płodozmianach B i C zanotowano odpowiednio wyniki 70%. i 68% Odwrotną sytuację obserwowano dla pszenicy orkisz. W płodozmianie D z najwyższym udziałem zbóż indeks porażenia wyniósł -24%. Jeszcze niższe nasilenie zaobserwowano dla płodozmianów A i C – 19%. Porażenie w każdym płodozmianie pszenicy orkisz było niższe porównując je do roku 2015 (Rys. 19).

W ostatnim roku badań (2017) nastąpił wyraźny spadek nasilenia Septoriozy paskowanej liści (*Zymoseptoria tritici, Parastagonospora nodorum*) w stosunku do roku 2016. Najwyższy indeks porażenia uzyskano w płodozmianie B pszenicy zwyczajnej- 45%. Najniższy w płodozmianie A-18%. W płodozmianach C i D odpowiednio indeks wyniósł 24% i 28%. Indeks porażenia pszenicy orkisz był najniższy ze wszystkich lat badań i nie przekraczał 19% w płodozmianie D, a najniższy wynik uzyskano w płodozmianie A-11%.

Rys. 19



Tab. 21. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia septoriozy paskowanej liści (*Zymoseptoria tritici, Parastagonospora nodorum*)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla:		Istotność
					p=0,05	p=0,01	p=0,05
Powtórzenia	284.813	3					
Czynnik I	12860.000	3	4286.667	1770.35	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	15312.500	1	15312.500	6323.90	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	13189.500	3	4396.500	1815.71	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	759.000	3	253.000	104.49	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	1629.000	9	181.000	74.75	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	246.500	3	82.167	33.93	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	1371.500	9	152.389	62.93	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**225.188**	93	2.421	% średniej:		4.4	
Całkowita	45878.000	127					

NIR (test Tukey'a)	I=	**1.018**	II=	**0.546**	III=	**1.018**
	II/I=	**1.093**	I/II=	**1.439**	III/I=	**2.036**
	I/III=	**2.036**	III/II=	**1.439**	II/III=	**1.093**

Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian

*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

Rdza brunatna (*Puccinia recondita*) występowała w każdym z badanych obiektów w całym doświadczeniu (Rys. 20) W pierwszym roku badań (2014) największe porażenie dla pszenicy zwyczajnej uzyskano w płodozmianie D-26% i było to najwyższe porażenie w

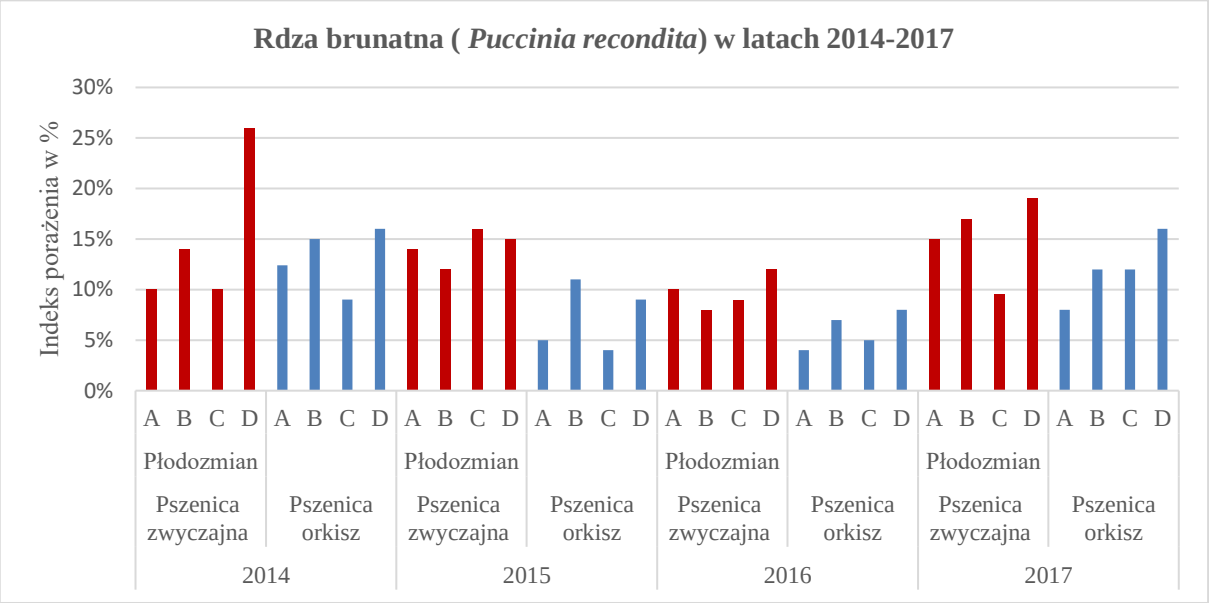
wszystkich latach badań. Dla płodozmianu B uzyskano wynik 14% natomiast płodozmiany A i C po 10%. Dla pszenicy orkisz nieznaczenie większe porażenie względem pszenicy zwyczajnej uzyskano w płodozmianie A-12% i B-15 %. Najwyższy wynik porażenia Rdzą brunatną (*Puccinia recondita*) odnotowano w płodozmianie z największym udziałem zbóż D-16%.

W drugim roku badań (2015) dla pszenicy zwyczajnej uzyskano podobne wyniki indeksu porażenia dla obiektów kontrolnych. Odpowiednio płodozmian D-15%, C-16%, B-12% i A-14%. Nasilenie porażenia na orkiszu w niewielki stopni wystąpiło w płodozmianie B-11% i D-9% , pozostałe płodozmian nie przekroczyły 5 % porażenia.

W trzecim roku badań (2016) najwyższy indeks porażenia pszenicy zwyczajnej uzyskano na stanowisku z największym udziałem zbóż D-12% a najniższy w płodozmianie C-9%. Największe porażenie pszenicy orkisz również zanotowano w płodozmianie D-8%. Podobny wynik odnotowano dla płodozmianu B-7% i jest on podobny do wyniku z roku poprzedniego.

W ostatnim roku doświadczenia (2017) nastąpił kilkuprocentowy wzrost porażenia dla pszenicy zwyczajnej i orkisz w porównaniu do roku 2016. W badanych obiektach kontrolnych pszenicy zwyczajnej najwyższy wynik indeksu porażenia uzyskano w płodozmianie D- 19%. Równie wysoki wynik zanotowano w płodozmianie B-17%. Najniższy wynik porażenia uzyskano w płodozmianie C- 10%. Pszenica orkisz w 2017 roku była bardziej atakowana przez sprawcę Rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*) niż w latach 2016 i 2015. Najwyższy wynik indeksu porażenia uzyskano w płodozmianie D- 16% z największym udziałem zbóż, a najniższy w stanowisku po grochu A - 8%.

Rys. 20



Tab. 22. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla:		Istotność
					p=0,05	p=0,01	p=0,05
Powtórzenia	37.781	3					
Czynnik I	687.844	3	229.281	53.15	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	621.281	1	621.281	144.01	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	101.344	3	33.781	7.83	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	537.844	3	179.281	41.56	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	279.031	9	31.003	7.19	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	137.344	3	45.781	10.61	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	302.531	9	33.615	7.79	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**401.219**	93	4.314	% średniej:		18.3	
Całkowita	3106.219	127					

NIR (test Tukey'a)	I=	**1.359**	II=	**0.729**	III=	**1.359**
	II/I=	**1.458**	I/II=	**1.921**	III/I=	**2.717**
	I/III=	**2.717**	III/II=	**1.921**	II/III=	**1.458**

Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian

*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

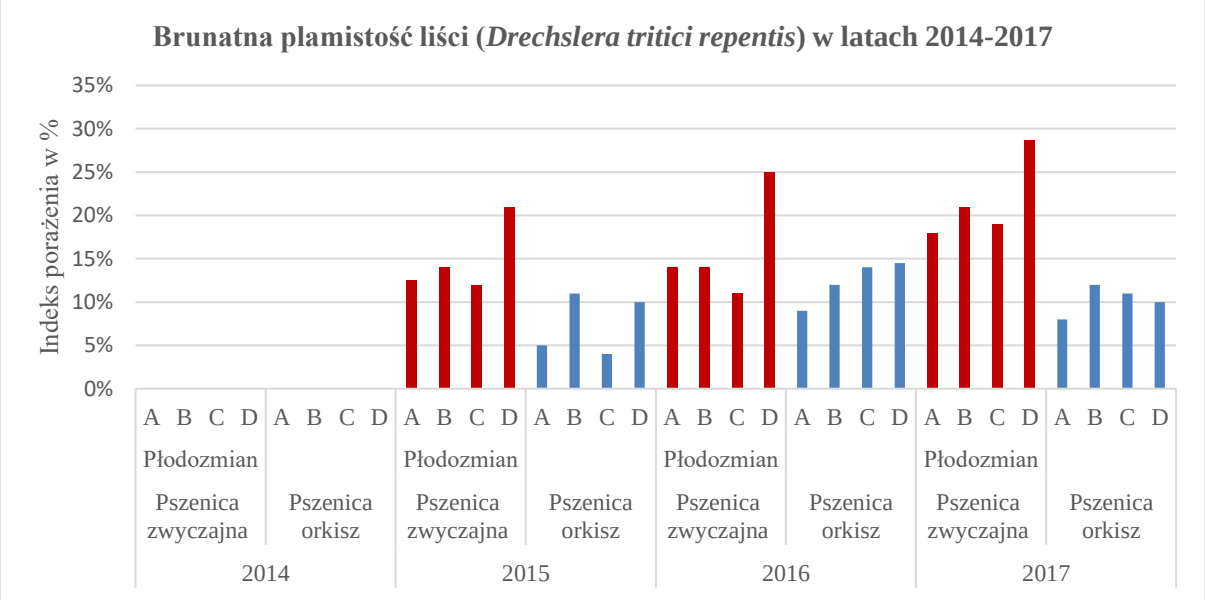
Brunatna plamistość liści (*Drechslera tritici repentis*) wystąpiła w trzech latach badań. Nie zaobserwowane jej objawów na liściach w roku 2014 (Rys. 21). W roku (2015) odnotowano największe nasilenie tej choroby w płodozmianie D-21% pszenicy zwyczajnej. Pozostałe

płodozmiany były porażone w mniejszym stopniu A-12%, B-14% i C-12%. Największe nasilenie w orkiszu uzyskano w płodozmianach B-11% i D-10%. Pozostałe wyniki z poszczególnych obiektów doświadczenia nie przekroczyły 5%.

W trzecim roku badań (2016) najwyższy indeks porażenia pszenicy zwyczajnej wystąpił również w płodozmianie D-25%. Niższe o kilkanaście procent wyniki odnotowano dla pozostałych płodozmianów A , B- 14 % i C-11%. Indeks porażenia dla pszenicy orkisz mieścił się w granicach 9-15 % przy czym 15% uzyskano w płodozmianie D.

W ostatnim roku doświadczenia (2017) zwiększyło się nasilenie objawów Brunatnej plamistość liści (*Drechslera tritici repentis*) w stosunku do pszenicy zwyczajnej a zmniejszyło do orkiszu, biorąc pod uwagę rok poprzedni. W płodozmianie D pszenicy zwyczajnej zanotowano indeks porażenia na poziomie 29%. Wysoki wynik, patrząc na 4 lata badań odnotowano w płodozmianie B-21% pszenicy zwyczajnej. Pozostałe płodozmiany A-18% i C 19% były porażone mocniej w 2017 niż w 2016. Niższe wyniki w porównaniu do roku 2016 uzyskano w pszenicy orkisz i nie przekraczały one 12% w żadnym z obiektów kontrolnych.

Rys. 21



*Przeprowadzona analiza wariancji nie wykazała istotnych różnic

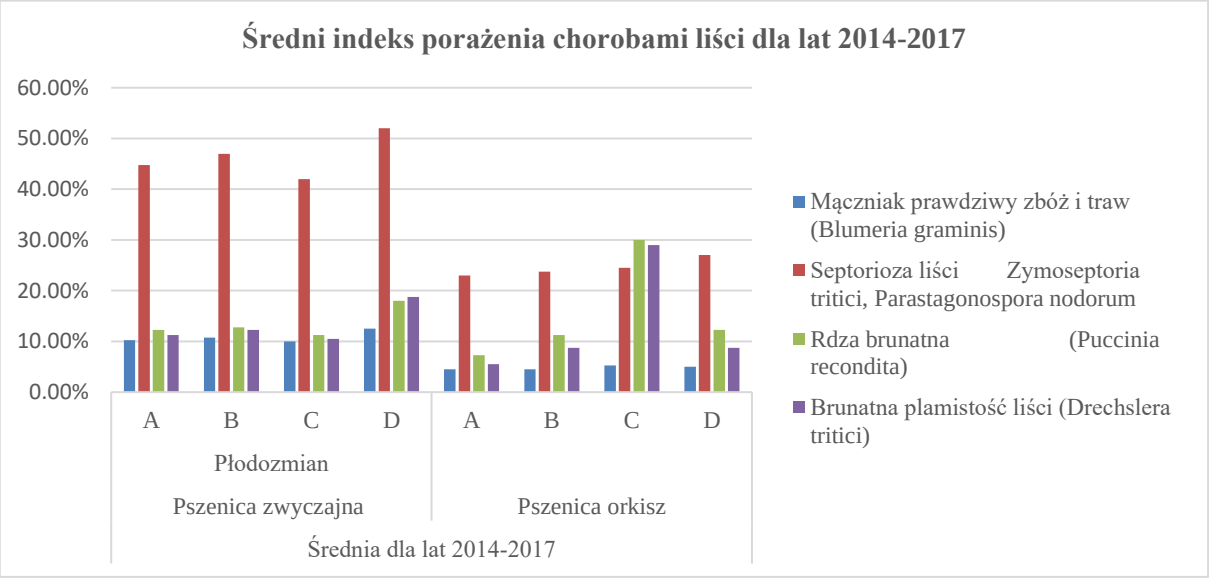
Na liściach pszenicy w czterech latach badań wystąpiły w różnym nasileniu choroby takie, jak: mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*), septorioza paskowana liści (*Zymoseptoria tritici, Parastagonospora nodorum*), rdza brunatna (*Puccinia recondita*) oraz brunatna plamistość liści (*Drechslera tritici repentis*).Wyjątkiem była brunatną plamistość liści (*Drechslera tritici repentis*), której wystąpienia nie zaobserwowano tylko w 2014 roku. Poza tym wyjątkiem wyżej wymienione choroby wystąpiły we wszystkich latach badań i we

wszystkich obiektach kontrolnych. Największy indeks porażenia pszenicy zwyczajnej dla każdej z chorób zaobserwowano w płodozmianie D z największym udziałem zbóż. W przypadku pszenicy orkisz średnie z czterech lat dla porażenia mączniakiem prawdziwym zbóż i traw (*Blumeria graminis*) były na podobnym poziomie we wszystkich płodozmianach. Septorioza liści (*Zymoseptoria tritici*, *Parastagonospora nodorum*) w największym stopniu porażała płodozmian D-27% biorąc pod uwagę czteroletnie doświadczenie. Rdza brunatna (*Puccinia recondita*) wystąpiła w największym nasileniu w pszenicy orkisz w płodozmianie C-30% gdzie przedplonem dla pszenicy była pszenica. Podobną zależność odnotowano dla porażenia orkiszu Brunatną plamistością liści *(Drechslera tritici*) i płodozmianu C który był porażony w największym stopniu. (Tab.10, Rys. 22).

Średnie nasilenie chorób liści pszenicy w latach 2014-2017 (Ip w %) Tab.10

Indeks porażenia/choroba	**Średnia dla lat 2014-2017**							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*)	10.25	10.75	10.00	12.50	4.50	4.50	5.25	5.00
Septoriozy liści (*Zymoseptoria tritici*, *Parastagonospora nodorum*)	44.75	47.00	42.00	52.00	23.00	23.75	24.50	27.00
Rdza brunatna (*Puccinia recondita*)	12.25	12.75	11.25	18.00	7.25	11.25	7.5	12.00
Brunatna plamistość liści *(Drechslera tritici*)	11.25	12.25	10.50	18.75	5.50	8.75	7.25	8.75

Rys. 22



6.4. Nasilenie chorób kłosa

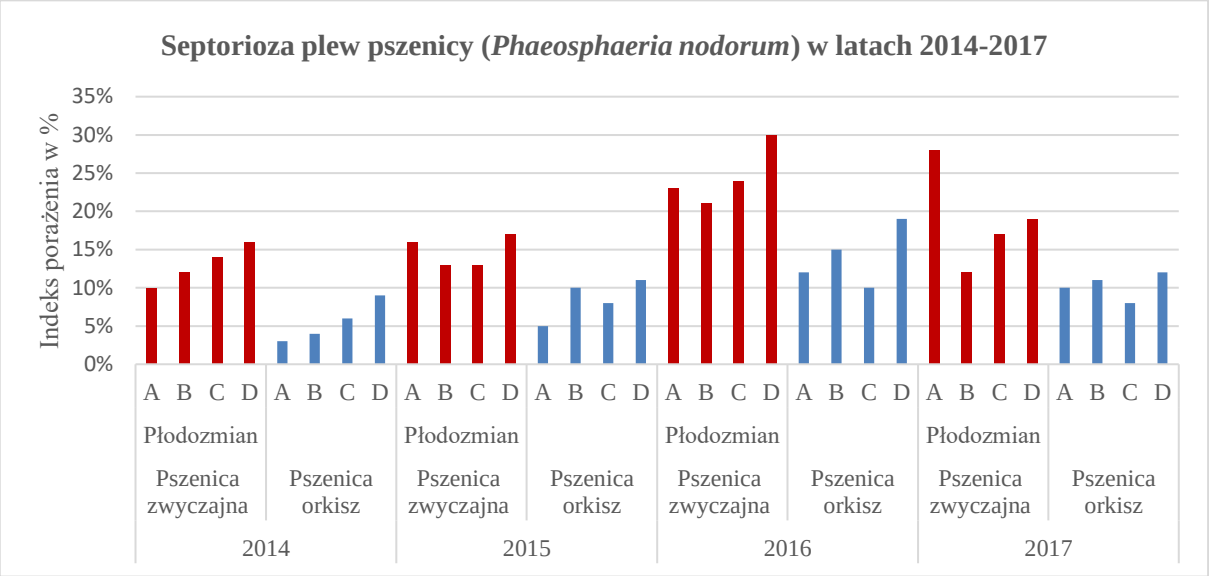
W pierwszym roku doświadczenia (2014) septorioza plew pszenicy (*Phaeosphaeria nodorum*) na pszenicy zwyczajnej wystąpiła w najwiekszym nasileniu w płodozmianie D- 16%. Niewiele mniejszy wynik zanotowano w płodozmianie C-14%. Płodozmian A i B porażony był na poziomie 10-12%. Wynik indeksu porażenia dla pszenicy orkisz nie był wysoki. Najwyższy wynik uzyskano w płodozmianie D- 9% a najniższy w płodozmianie A-3%.

W drugim roku doświadczenia (2015) najwyższe wyniki indeksu porażenia pszenicy zwyczajnej septoriozą plew pszenicy (*Phaeosphaeria nodorum*) wystąpiły w płodozmianie D-17% i A-16%. Płodozmian B i C były porażone na tym samym poziomie 13%. Nieco wyższe wyniki indeksu porażenia w porównaniu z rokiem 2014 odnotowano w pszenicy orkisz. Największy wynik indeksu uzyskano dla płodozmianu D -11% z największym udziałem zbóż i płodozmianu B-10% . Najmniej porażonym obiektem okazał się płodozmian A -5%.

W trzecim roku badań (2016) nasilenie septoriozy plew pszenicy (*Phaeosphaeria nodorum*) było o kilka procent wyższe w każdym obiekcie kontrolnym zarówno na pszenicy zwyczajnej jak i orkiszu. Dla pszenicy zwyczajnej najwyższy wynik indeksu porażenia uzyskano dla płodozmianu D- 30%. Równie wysoki wynik uzyskano dla płodozmianu C-24% i A -23%. Nasilenie w pszenicy orkisz było największe w płodozmianie D-19% i B-15%. Pozostałe płodozmiany zachowały indeks porażenia nieprzekraczający 12 %.

W czwartym roku doświadczenia (2017) najwyższy wynik w pszenicy zwyczajnej uzyskano w płodozmianie A-28% w stanowisku po grochu siewnym. Najniższy wynik uzyskano w płodozmianie B- 12%. Pszenica orkisz była mniej porażona w porównaniu do roku 2016. Wynik indeksu porażenia dla wszystkich kombinacji mieścił się w przedziale 8-12 % (Rys. 23)

Rys. 23



Tab. 24. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia septoriozy plew pszenicy (*Phaeosphaeria nodorum*)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla:		Istotność
					p=0,05	p=0,01	p=0,05
Powtórzenia	122.688	3					
Czynnik I	1784.500	3	594.833	174.34	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	2178.000	1	2178.000	638.34	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	79.000	3	26.333	7.72	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	390.500	3	130.167	38.15	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	408.500	9	45.389	13.30	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	217.000	3	72.333	21.20	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x II x III	218.000	9	24.222	7.10	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**317.313**	93	3.412	% średniej:		13.5	
Całkowita	5715.500	127					

NIR (test Tukey'a)	I=	**1.208**	II=	**0.648**	III=	**1.208**
	II/I=	**1.297**	I/II=	**1.709**	III/I=	**2.416**
	I/III=	**2.416**	III/II=	**1.709**	II/III=	**1.297**

Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian
*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.) wystąpiła w wszystkich latach doświadczenia i we wszystkich obiektach.

W pierwszym roku doświadczenia (2014) czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.) w pszenicy zwyczajnej wystąpiła w największym nasileniu w płodozmianie

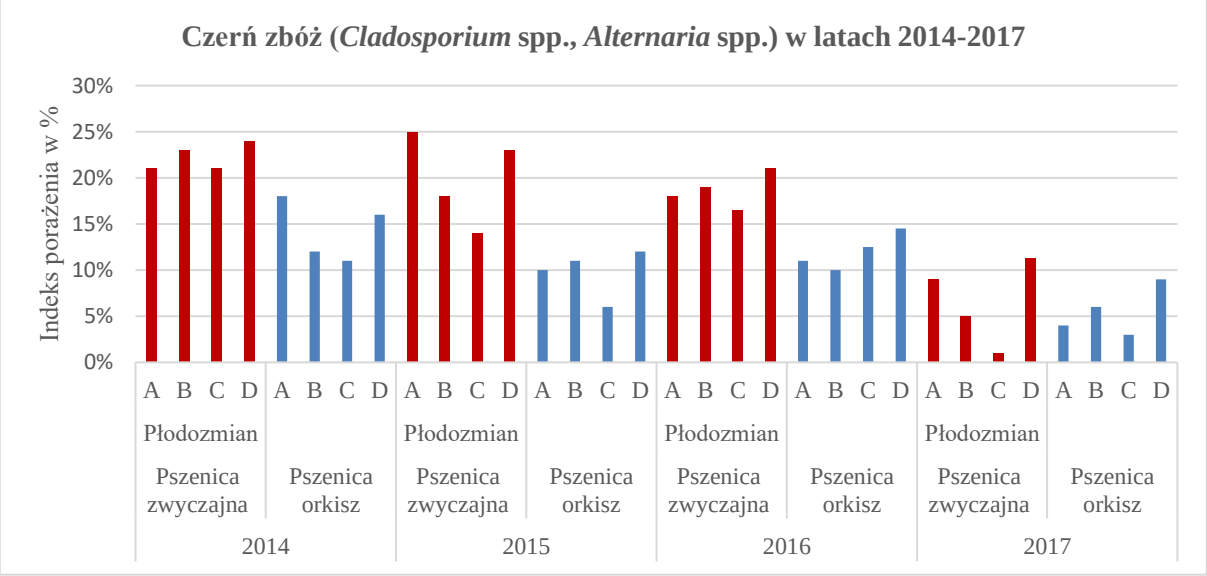
z największym udziałem zbóż D-24%. Podobne porażenie wystąpiło w płodozmianie B-23%. W płodozmianach A i B indeks porażenia był niewiele niższy- 21% W pszenicy orkisz odnotowano niższe nasilenie niż w pszenicy zwyczajnej. Płodozmianem z największym nasileniem był A-18 gdzie pszenica trafiła po grochu siewnym. Równie wysoki wynik wystąpił w płodozmianie D- 16%. Indeks pozostałych płodozmianów wynosił 11-12%.

W drugim roku badań (2015) indeks porażenia pszenicy zwyczajnej wzrósł o kilka procent w płodozmianie A-25% porównując do roku poprzedniego. Podobne porażenie wystąpiło w płodozmianie D-23%. Najniższe porażenie zanotowano w płodozmianie C-14%. W pszenicy orkisz wystąpiły nieznaczne różnice w porażeniu między płodozmianami. W kombinacjach A, B i D indeks porażenia mieścił się między 10% a 12%. Najniższe porażenie wystąpiło w płodozmianie C- 6%.

W trzecim roku badań (2016) Czerń zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.) na pszenicy zwyczajnej wystąpiła w podobnym nasileniu we wszystkich płodozmianach -17-21% przy czym najniższy wynik odnotowano w płodozmianie C-17%. Nasilenie choroby w orkiszu było mniejsze niż w pszenicy zwyczajnej, a najwyższy indeks porażenia wystąpił w płodozmianie D-15%.

W ostatnim roku badań (2017) nasilenie Czerni zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.) było najniższe ze wszystkich lat badań. W pszenicy zwyczajnej oraz pszenicy orkisz najwyższe porażanie kłosów odnotowano w płodozmianie D (Rys. 24).

Rys. 24



Tab. 23. Analiza zmienności cech (lata, pszenica, płodozmian) w ocenie nasilenia czerni zbóż (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp.)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	l.s.s.	Średni kwadrat	F obl.	F tabelaryczne dla: p=0,05	F tabelaryczne dla: p=0,01	Istotność p=0,05
Powtórzenia	107.813	3					
Czynnik I	2186.500	3	728.833	82.44	2.70	4.00	**tak**
Czynnik II	1568.000	1	1568.000	177.36	3.94	6.92	**tak**
Interakcja I x II	207.000	3	69.000	7.80	2.70	4.00	**tak**
Czynnik III	401.500	3	133.833	15.14	2.70	4.00	**tak**
Interakcja I x III	175.500	9	19.500	2.21	1.98	2.60	**tak**
Interakcja II x III	4.000	3	1.333	0.15	2.70	4.00	**nie**
Interakcja I x II x III	233.000	9	25.889	2.93	1.98	2.60	**tak**
Błąd	**822.188**	93	8.841	% średniej:		21.3	
Całkowita	5705.500	127					

NIR (test Tukey'a)						
	I=	**1.945**	II=	**1.044**	III=	**1.945**
	II/I=	**2.088**	I/II=	**2.750**	III/I=	**3.890**
	I/III=	**3.890**	III/II=	**n.i.**	II/III=	**n.i.**

Czynnik I Lata badań
Czynnik II Podgatunek pszenicy
Czynnik III Płodozmian

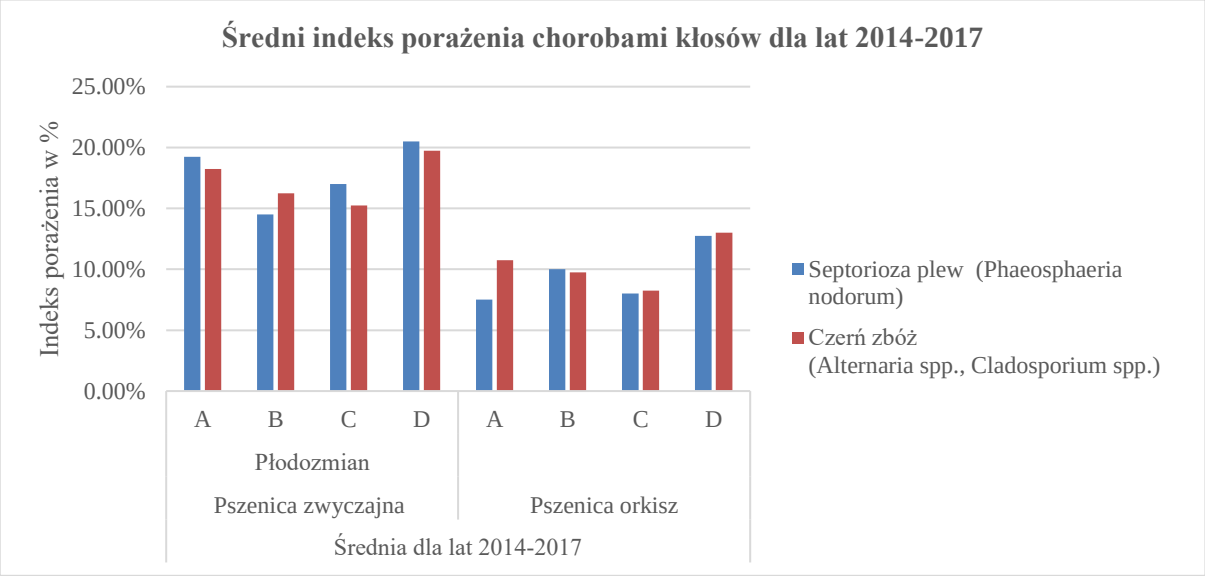
*Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic

Średnie z czterech lat badań (2014-2017) pokazują, że płodozmianem porażanym najczęściej zarówno dla pszenicy ozimej jak i orkisz był płodozmian D - z największym udziałem roślin zbożowych (Tab. 11, Rys. 25). Nasilenie septoriozy plew (*Phaeosphaeria nodorum*) oraz czerni zbóż na kłosach wystąpiło we wszystkich latach i obiektach kontolnych na obu pszenicach. Różnice w porażeniu chorobami kłosów względem poszczególnych płodozmianów są kilkuprocentowe. Zdecydowanie mniejsze nasilenie chorób kłosów obserwowano w pszenicy orkisz w każdym z płodozmianów biorąc pod uwagę średnią ze wszystkich lat doświadczenia.

Średnie nasilenie chorób kłosa pszenicy w latach 2014-2017 (Ip w%) Tab. 11

Index porażenia/choroba	**Średnia dla lat 2014-2017**							
	Pszenica zwyczajna				Pszenica orkisz			
	Płodozmian							
	A	B	C	D	A	B	C	D
Septorioza plew (*Phaeosphaeria nodorum*)	19.25	14.50	17.00	20.50	7.50	10.00	8.00	12.75
Czerń zbóż (*Alternaria spp., Cladosporium* spp.)	18.25	16.25	15.25	19.75	11.00	9.75	8.25	13.00

Rys. 25



6.5. Grzyby wyizolowane z porażonych korzeni i podstawy źdźbła pszenic

W latach 2014 -2017 w toku wegetacji pszenicy zwyczajnej i orkisz pobierano korzenie i podstawy źdźbła, z obiektów doświadczenia, które po weryfikacji zdrowotności typowano do badań laboratoryjnych zgodnie z założeniami metodycznymi. Nekrotyczne tkanki wykładano na pożywkę w celu oceny struktury zbiorowiska grzybów zasiedlających chorobowo zmienione tkanki roślinne.

Podczas czteroletnich badań laboratoryjnych łącznie z korzeni pszenicy orkisz wyizolowano 793 izolaty różnych grzybów. Najliczniej występowały saprortoficzne gatunki: *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries 1952 - 104 izolaty oraz *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud 1918 - 97 izolatów. Najmniej licznymi okazały się gatunki: *Acremonium strictum* W. Gams 1971 (syn. *Sarocladium strictum*), *Mucor* spp., *Periconia macrospinosa* Lefebvre & Aar.G. Johnson oraz *Phoma eupyrena* Sacc. 1879 (syn. *Juxtiphoma eupyrena*). Ich liczebność wynosiła kolejno 1, 2, 3 i 5 kolonii w ciągu 4 lat. Największą liczbę izolatów wyhodowano w 2014 roku - 274 izolaty, stanowiąc o 34,6% zbiorowiska. Korzenie pszenicy orkisz w płodozmianie D były najliczniej zasiedlone przez gatunki patogeniczne. Ich udział wyniósł 38,5% i stanowiło to niemal trzykrotny udział w porównaniu do izolacji z korzeni pszenicy orkisz o najniższym udziale w płodozmianie. Najmniej izolatów uzyskiwano

w płodozmianie A, i było to 20,1%. W analizie struktury jakościowej zbiorowiska grzybów najmniejsze różnice udziału grzybów rodzaju *Fusarium* stwierdzono w 50% udziale zbóż w zmianowaniu, jednak w uprawie orkiszu po grochu uzyskano dominację grzybów o uzdolnieniach antagonistycznych w stosunku do patogenów w porównaniu do uprawy w następstwie zbóż po zbożach. Ponadto, analizując różnorodność udziału taksonów *Fusarium* poszczególnych latach, można zaobserwować, że w latach 2014, 2016 i 2017 stwierdzono dziewięć rożnych gatunków, a w 2015 roku jedynie trzy taksony. Eudominantem tej grupy patogenów był grzyb *F. culmorum*, dominantem *F. graminearum* i *F crookwellense* (Tab. 12).

Tab. 12 Struktura ilościowa i jakościowa grzybów wyizolowanych z korzeni pszenicy orkisz

Gatunek/Rodzaj	2014				2015				2016				2017				Liczba kolonii
	Pszenica orkisz				Pszenica orkisz				Pszenica orkisz				Pszenica orkisz				
	Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				
	A	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	
Acremoniella atra (Corda) Sacc.		1	2		1		3										7
Acremonium murorum (Corda) W. Gams 1971	1				1					2			1	3	1		9
Acremonium strictum W. Gams 1971		1															1
Arthrinium phaeospermum (Corda) M.B. Ellis 1965			3	1	1			1	4			1			2		13
Aureobasidium bolleyi (R. Sprague) Arx 1957	2	6	12	10	3	4	1	5									43
Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud	8	11	10	13	13	16	12	14									97
Bipolaris sorokiniana Pammel, King & Bakke		2	1	10	1		3	5	2	5	6	9	3	1	1	8	57
Cladosporium cladosporioides (Fresen.) de Vries	12	6	9	15	5	5	9	4	5	4	2	12	1	2	3	10	104
Cladosporium herbarum (Fresen.) de Vries		9		11	1		2			4			1	1			29
Epicoccum nigrum Link 1816		1													3	6	10
Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc	2	1	1	1				1				1				1	8
Fusarium crookwellense Burgess, Nelson&Toussoun		2	1	4	1	1	1	2	4	1		3	1	6	5	6	38
Fusarium culmorum (W. G. Smith) Sacc.	7	2	3	8	2	2	3	9	6	2	8	5	2	5	3	9	76
Fusarium equiseti (Corda) Sacc. 1886	1		7	6								3		2			19
Fusarium graminearum	2	4	1	7						6	3	7	2	5	4	1	42
Fusarium poae (Peck) Wollenw.		1							1	3			2		1		8
Fusarium solani (Mart.) Sacc. 1881		2		8					1	2	4	4	6	2	1	11	41
Fusarium sporotrichioides Sherb.	1									1	1	2		2	1		8
Gliocladium roseum (Link) Schroers		1		1		2		1		1		1	1			1	9
Humicola brevis J.C. Gilman & E.V. Abbott		3	1				1			3					1		9
Mortierella isabellina Oudem. 1902	1			3	2	3	3	2			2	5					21
Mucor spp.				1		1											2
Penicillium spp.	4	6	1	3		2	1		1	1		1	6	6			32
Periconia macrospinosa Lefebvre & Aar.G. Johnson	3																3
Phoma eupyrena Sacc. 1879	1			1					1			1		1			5
Rhizopus spp.		1						5				10					16
Trichoderma koningii Oudem. 1902			5		2	1		2		1			10				21
Trichoderam harzianum Rifai	8			1	6	4	1	7	2		5	11	4		2	14	65
																	793

W toku czteroletniego cyklu doświadczenia dotyczącego zdrowotności pszenicy orkisz uprawianej w płodozmianie, wyizolowano z podstawy źdźbła łącznie 755 izolatów różnych taksonów grzybów. Najliczniej występował gatunek *Arthrinium phaeospermum* (syn. *Apiospora sphaerosperma*), którego wyizolowano w toku doświadczenia 101 razy. Wysoką liczebnością wykazały się również *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. oraz *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc.. Ich liczebność wynosiła kolejno 93 oraz 92 izolaty. Spośród pozyskanych 32 różnych grzybów najmniej liczne okazały się *Acremonium strictum* W. Gams (syn. *Sarocladium strictum* (W. Gams) Summerb.), *Aspergillus niger* Tiegh., *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten (syn. *Ilyonectria destructans* (Zinssm.) Rossman, L. Lombard & Crous), *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C. Hallett oraz *Rhizopus nigricans* Ehrenberg (syn. *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill.). Każdy z nich występował zaledwie raz na przestrzeni 4 lat. Analizując zbiorowisko grzybów w poszczególnych latach 2014-2017, najwięcej izolatów uzyskano w 2015 roku. Ich liczba wyniosła wówczas 540. W latach 2014, 2016 i 2017 uzyskano ponad 4 krotnie mniej izolatów. Łączna ich liczba wyniosła 394, czyli 42,2% wszystkich kolonii. Ponadto, w latach tych najwięcej kolonii uzyskano, gdy pszenica orkisz była rośliną B (po rzepaku) i D w płodozmianie. Natomiast w 2015 roku największy udział izolatów uzyskano w płodozmianie D z najwyższym udziałem zbóż i stanowił on aż 53% wszystkich uzyskanych kolonii w tym roku. W 2014 roku ilościowo najwięcej taksonów uzyskano z podstaw źdźbeł pszenicy orkisz uprawionej po rzepaku, a w strukturze zbiorowiska mikroorganizmów notowano grzyby rodzaju *Fusarium* i *Bipolaris* równoważone udziałem antagonistycznych taksonów *Trichoderma*. Najuboższe zbiorowisko grzybów w 2014 roku notowano kiedy pszenica orkisz uprawiana była z najniższym udziałem zbóż w płodozmianie, a korzystnym jakościowym wskaźnikiem był niski udział gatunków patogenicznych. W 2015 i 2016 roku bardzo liczne zbiorowisko grzybów wyosobniono z podstaw źdźbeł orkiszu uprawianego z najwyższym udziałem zbóż w płodozmianie. W drugim roku badań udział grzybów rodzaju *Fusarium* w tym obiekcie doświadczenia, a także w uprawie pszenicy po pszenicy w 50% udziale zbóż w zmianowaniu dominował w stosunku do pozostałych patogenów. Niski udział *Fusarium* stwierdzono w uprawie pszenicy po grochu. W czteroletnim cyklu obserwacji laboratoryjnych najniższy udział grzybów patogenicznych (*Fusarium*, *Phoma*) uzyskano w płodozmianie A, zaś najliczniejszy w D, kiedy zboża stanowiły aż 75% udziału na stanowisku uprawy, wówczas patogeny izolowano czterokrotnie częściej niż w 25% udziale orkiszu w płodozmianie (Tab. 13).

Tab. 13 Struktura ilościowa i jakościowa grzybów wyizolowanych z podstawy źdźbła pszenicy orkisz

Gatunek/Rodzaj	2014				2015				2016				2017				Liczba kolonii
	Pszenica orkisz				Pszenica orkisz				Pszenica orkisz				Pszenica orkisz				
	Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Acremonium strictum W.Gams									1								**1**
Alternaria alternata (Fr.) Keissler		6	2	11	6	11	17	22		12	4	3	2	5			**101**
Arthrinium phaeospaermum (Corda) M.B. Ellis			6			4							2	1	1		**14**
Aspergillus niger van Tieghem		1															**1**
Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud		3		6		1	5	7	1	2		3	1	1	2	3	**35**
Bipolaris sorokiniana Pammel, King et Bakke	1	1		1	2	4	3	3		1		1			1		**18**
Botrytis cinerea Pers. ex Pers.					8		2	1						2	1		**14**
Chaetomium spp.	9						2	10				4					**25**
Cladosporium cladosporioides (Fresen.) de Vries		8	10		12	5	4	24		4	5			3	1		**76**
Cylindrocarpon destructans (Zins.) Scholten										1							**1**
Cylindrosporium spp.		3						8									**11**
Epicoccum nigrum Link.	6		6			2	1				1	1		2			**19**
Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc.		6			5	1	29	41		8		2		1			**93**
Fusarium culmorum (W. G. Smith) Sacc.		1			6		38	24	6	6		6	4			1	**92**
Fusarium equisetti (Corda) Sacc.		4			6	1								4			**15**
Fusarium graminearum Schwabe							5							3			**8**
Fusarium oxysporum Schlecht.			1	1	12	4	19	10			8	4		1			**60**
Fusarium poae (Peck) Wollenw.							6	27		2							**35**
Fusarium solani (Mart.) Sacc.		1	4				7	21	5	3		8		1	3		**53**
Fusarium sporotrichioides Sherb.		1						18						6			**25**
Gliocladium catenulatum J.C. Gilman & E.V. Abbott								21								6	**27**
Humicola spp.		1					1	1	4			3		1			**11**
Microdochium nivale (Fr.) Samuels et I.C. Hallett										1							**1**
Mortierella isabelina Oudem.					4		7	4		4			6			4	**29**
Mucor spp.	6	2		8	2		2	16		3				2		4	**45**
Penicillium spp.					1		1	13									**15**
Periconia macrospinosa Lefebvre & Aar.G. Johnson		1						2				5					**8**
Phoma spp.				4		2	2					1	13		7	4	**33**
Pythium spp.															5	6	**11**
Rhizoctonia sp. E.P. Hoeven									10		4	3			8	4	**29**
Rhizopus nigricans Ehrenberg			1														**1**
Trichoderma viride Schumach.		3						17		2		5					**27**
Razem	22		30	31	64		151	290	27		22	49	28		29	32	**775**
Ogółem- lata badań	83				505				98				89				

Ocena zbiorowiska grzybów pszenicy zwyczajnej ujawniła udział 1043 izolatów zasiedlających korzenie tej rośliny zbożowej izolowanych w czteroletnim cyklu badań laboratoryjnych. W trakcie prowadzenia doświadczenia odnotowano 29 różnych taksonów grzybów zasiedlających korzenie pszenicy zwczajnej. Łącznie w okresie badań najliczniej występowały gatunki: *Aureobasidium bolleyi* (R. Sprague) Arx 1957 (syn. *Microdochium bolleyi* (R. Sprague) de Hoog & Herm.-Nijh.) w liczbie 140 izolatów oraz *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud w udziale 105 izolatów. Najmniej licznymi okazały się gatunki: *Fusarium sporotrichioides* Sherb., *Humicola brevis* J.C. Gilman & E.V. Abbott oraz *Juxtiphoma eupyrena* (Sacc.) Valenz.-Lopez, Crous, Stchigel, Guarro & Cano. Ich liczebność wynosiła kolejno 4, 4 i 5 kolonii w ciągu 4 lat. Badając okres czterolecia, największy odsetek izolatów uzyskano w 2014 roku w płodozmianie D, co stanowiło 35,2% puli grzybów. Najmniej izolatów uzyskano z korzeni pszenicy zwyczajnej uprawianej w płodozmianie B i było to 17% wszystkich izolatów. Pod względem lat w 2014 roku najczęściej stwierdzano *Aureobasidium bolleyi* (R. Sprague) Arx 1957 były to 63 izolaty. Dominacja saprotofów była korzystnym zjawiskiem w analizie aktywności biologicznej stanowisk agrocenozy, stwierdzono jednak, że udział patogenicznych gatunków *Fusarium* w płodozmianie z najwyższym udziałem zbóż w płodozmianie (75%) skutkował trzykrotnym wzrostem tych grzybów w stosunku do uprawy pszenicy po rzepaku, a niemal dwukrotnym do obiektów z najniższym udziałem pszenicy w zmianowaniu. Eudominanrtami w obrębie taksonu *Fusarium* były dwa gatunki: *F. avenaceum* i *F. culmorum*. W płodozmianie A w okresie czteroletnich badań laboratoryjnych, wyizolowano ponadto najwyższy udział grzybów rodzaju *Trichoderma* o uzdolnieniach antagonistycznych w stosunku do patogenów. Takson ten reprezentowały głównie *T. koningii, T. viride, T. harzianum* (Tab. 14)

Tab. 14 Struktura ilościowa i jakościowa grzybów wyizolowanych z korzeni pszenicy zwyczajnej

Rodzaj/Gatunek	2014				2015				2016				2017				Liczba kolonii
	Pszenica ozima				Pszenica ozima				Pszenica ozima				Pszenica ozima				
	Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				
	A	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	
Absidia glauca Hagem 1908	1		3	1	1	4			5	2			2		4	1	24
Acremoniella atra (Corda) Sacc.		2	4	5		1	1	4		2		1	1			1	22
Acremonium murorum (Corda) W. Gams 1971		1				2				1				1		4	9
Acremonium strictum W. Gams 1971	3		5		1		3		1		2	3	4	1			23
Arthrinium phaeospermum (Corda) M.B. Ellis 1965	2	5	1	6	3												17
Aureobasidium bolleyi (R. Sprague) Arx 1957	12	11	18	22	6	8	4	11	5	6	11	8	2	3	5	8	140
Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud	9	2	11	11	10	8	6	11	10	7	4	7	1	1		7	105
Bipolaris sorokiniana Pammel, King & Bakke		1	1	2	1	3	2	2	1	5	4	1	3				26
Cladosporium cladosporioides (Fresen.) de Vries	8	11	12	2	5	5	3	14	4	1	4	11	1		8	6	95
Epicoccum nigrum Link 1816				5		1			3		4	1		1			15
Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc	2	6	4	12	6	2	1	11	4	3	1	7	2	1	3	7	72
Fusarium crookwellense Burgess, Nelson&Toussoun	4	3	3	5		1		3	10		1			1		3	34
Fusarium culmorum (W. G. Smith) Sacc.	2	3	1	7	4	3	1	12	16	1	11	4	18				83
Fusarium equiseti (Corda) Sacc. 1886	1			1		1		2				3				2	10
Fusarium graminearum		2		1		1		2						1	2	5	14
Fusarium poae (Peck) Wollenw.	2		7	6				1			3				3		22
Fusarium solani (Mart.) Sacc. 1881		5	6	11	1		4	6	1		3	7					44
Fusarium sporotrichioides Sherb.				2										2			4
Gliocladium roseum	1	8	4	3	2	4	1	3									26
Humicola brevis J.C. Gilman & E.V. Abbott		2										2					4
Mortierella isabellina Oudem. 1902	1			4		1	5					1	8	4		5	29
Mucor spp.	4	3	1	1	2												11
Penicillium spp.	2	1	8	9	2	1	1	3	1					1	1	1	31
Periconia macrospinosa Lefebvre & Aar.G. Johnson 1949			5			3	8			3		1			7	9	36
Phoma eupyrena Sacc. 1879		2	1	7		3			1			1					15
Rhizopus spp.				1												4	5
Trichoderma koningii Oudem. 1902	11		5	3	6	2		1				4	1		11		44
Trichoderma viride Pers. 1794	5	2	1	1	3	1		1		1		7	6		12		40
Trichoderam harzianum	8	3	1	5	1				5			15	4		1		43
																	1043

W toku prac laboratoryjnych w latach 2014 do 2017 w strukturze ilościowej zbiorowiska grzybów zasiedlających podstawę źdźbła pszenicy zwyczajnej uzyskano łącznie 915 izolatów należących do 30 różnych jednostek systematycznych. Spośród zdiagnozowanych patogenów najliczniej występował *Fusarium oxysporum* -126 izolatów, *Fusarium culmorum* - 113 izolatów oraz *Fusarium avenaceum,* którego oznaczono w 112 izolatach. Natomiast najrzadziej występowały gatunki takie jak: *Fusarium equiseti* subsp. equiseti (Corda) Sacc, Votrytis Cinerea Pers. ex Pers., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries, *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et I.C. Hallett. Ich liczebność wynosiła odpowiednio: 2, 5, 6, 6 izolatów. W analizie wszystkich lat doświadczenia, najbogatszym ilościowo zbiorowiskiem grzybów cechowało się uzyskane w 2015 roku. W tym sezonie udział wyizolowanych grzybów stanowił aż 51% wszystkich pozyskanych kolonii, zaś frekwencja izolatów w 2014 roku wynosiła 12,2%, w 2016 roku 22,7%, a 2017 roku 14% ogółu izolatów zasiedlających podstawę źdźbła pszenicy zwyczajnej. Grzyby rodzaju *Fusarium* z dominującą frekwencją wystąpiły w 75% i 50% (pszenica po pszenicy) udziałem zbóż w płodozmianie, zaś najmniej izolatów *Fusarium* oznaczono z pszenicy uprawianej po grochu. W drugim roku badań wśród gatunków wykazujących cechy patogeniczne w stosunku do zbóż oznaczono licznie *B. sorokiniana,* który najliczniej izolowano z obiektów, na których pszenicę uprawiano po pszenicy w 50% wysyceniu płodozmianu roślinami zbożowymi (Tab.15).

Tab. 15 Struktura ilościowa i jakościowa grzybów wyizolowanych z podstawy źdźbła pszenicy zwyczajnej

Gatunek/Rodzaj	2014				2015				2016				2017				Liczba kolonii
	Pszenica ozima				Pszenica ozima				Pszenica ozima				Pszenica ozima				
	Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				Płodozmian				
	A	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	**A**	**B**	**C**	**D**	
Acremonium strictum W.Gams						1		6				11					18
Alternaria alternata (Fr.) Keissler		4	2	6		2	8	18	2	1		6		7	1	6	63
Arthrinium phaeospaermum (Corda) M.B. Ellis		1			5		1	6		1		5					19
Aspergillus niger van Tieghem								5	2	3						1	11
Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud		2								1		3	11	1		1	19
Bipolaris sorokiniana Pammel, King et Bakke					17	1	31	6			2	10		1	1	2	71
Botrytis cinerea Pers. ex Pers.	2	1			1					1							5
Chaetomium spp.					2		7	10	2			12	2		4		39
Cladosporium cladosporioides (Fresen.) de Vries	1	2				1		4	6	3	2	7	4	1	4		35
Cylindrosporium spp.											3				3		6
Epicoccum nigrum Link.				1			6	9				1					17
Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc.		6	8	5	12	3	6	60	2	2		5		1	2		112
Fusarium culmorum (W. G. Smith) Sacc.	6		7	6			61	13	3		2	6	1			8	113
Fusarium equisetti (Corda) Sacc.												2					2
Fusarium graminearum Schwabe		2				5		13		7				8			35
Fusarium oxysporum Schlecht.	2		6	4	6		12	48	2	4	3	19		5	6	9	126
Fusarium poae (Peck) Wollenw.			5		26												31
Fusarium solani (Mart.) Sacc.								1				7					8
Fusarium sporotrichioides Sherb.		2						18						8			28
Gliocladium catenulatum J.C. Gilman & E.V. Abbott						1							8		5		14
Humicola spp.					1	1		1				4		3			10
Microdochium nivale (Fr.) Samuels et I.C. Hallett		3				2							1				6
Mortierella isabelina Oudem.		1								1	3	2			3		10
Mucor spp.	1													3	3		7
Penicillium spp.		1			1		2	2	7	4	1	10		1			29
Periconia macrospinosa Lefebvre & Aar.G. Johnson	5				1		6	1	2	1	3						19
Phoma spp.	1						4						1			1	7
Pythium spp.												6				1	7
Rhizoctonia E.P. Hoeven	5	1		2				12	6		2	7					35
Rhizopus nigricans Ehrenberg	7	4				1				1							13
Razem	**30**		**28**	**24**	**72**		**144**	**233**	**34**		**21**	**123**	**28**		**32**	**29**	**798**
Ogólem- lata badań	**82**				**449**				**178**				**89**				

Łącznie w latach badań z korzeni podstawy źdźbła pszenicy zwyczajnej wyizolowano 1957 kultur grzybów, zaś z organów roślinnych pszenicy orkisz 1727 izolatów. W strukturze zbiorowiska grzybów zasiedlających oba gatunki pszenicy dominowały saprotrofy. W analizie wielolecia grzyby patogeniczne rodzaju *Fusarium* częściej i w niższym zróżnicowaniu taksonów izolowano z tkanek korzeni i podstawy źdźbła pszenicy orkisz w porównaniu do zbiorowiska *Fusarium* uzyskanego z pszenicy zwyczajnej. Ten ostatni gatunek był jednak częściej zasiedlany przez *B. sorokiniana*, co korespondowało z wynikami makroskopowej oceny zdrowotności korzeni i podstawy źdźbła obu pszenic. Porównując ilościowy udział antagonistycznego rodzaju *Trichoderma* izolowanego z weryfikowanych gatunków pszenic w stosunku do ogólnej puli grzybów wykazano u obu gatunków około 6,5% frekwencję tego taksonu. Zarówno pszenica orkisz jak i pszenica zwyczajna były częściej zasiedlane przez patogeny, gdy udział zbóż na stanowisku uprawy wzrastał. Najkorzystniejsza w kształtowaniu zdrowotności obu roślin struktura jakościowa grzybów towarzyszyła roślinom przy uprawie redukującej do 25% udziału pszenic na danych stanowisku. Ponadto, wykazano, że pszenica orkisz w mniejszym stopniu zasiedlana jest przez grzyby chorobotwórcze w rosnącym udziale zbóż w płodozmianie, aniżeli pszenica zwyczajna. Grzyby cechowała zmienność jakościowa i ilościowa w zależności od lat badań oraz udziału zbóż w płodozmianie.

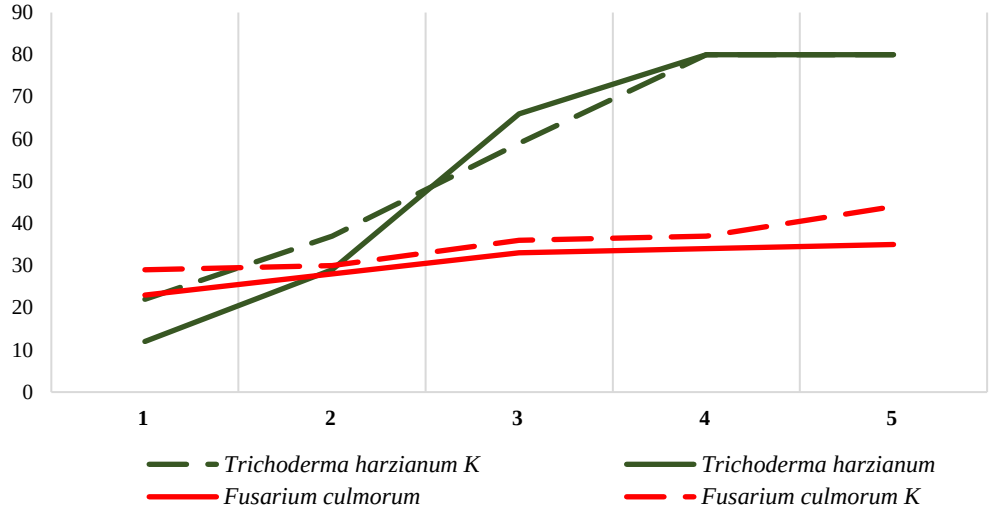
6.6. Interakcje patogen-antagonista

Badaniami objęto grzyby należące do taksonów izolowanych z korzeni i podstawy źdźbła pszenicy ozimej. Na podstawie trofizmu oraz aktywności biologicznej przyporządkowano je do dwóch grup: grzybów patogenicznych względem pszenicy oraz antagonistów organizmów chorobotwórczych i hodowano je we wzajemnej interakcji oraz porównywano ich wzrost liniowy do hodowli izolatu w czystej kulturze w kolejnych pięciu dobach wzrostu izolatów.

Spośród chorobotwórczych grzybów rodzaju *Fusarium* do szczegółowych obserwacji laboratoryjnych wybrano: *F. avenaceum* (szczep 145), *F. oxysporum* (szczepy 243) i *F. culmorum* (szczep 134). Grzybami reprezentującymi naturalnych antagonistów organizmów chorobotwórczych były: *Trichoderma*: *T. harzianum* (szczep 205), *T. koningii* (szczep 621) i *T. viride* (szczep 653).

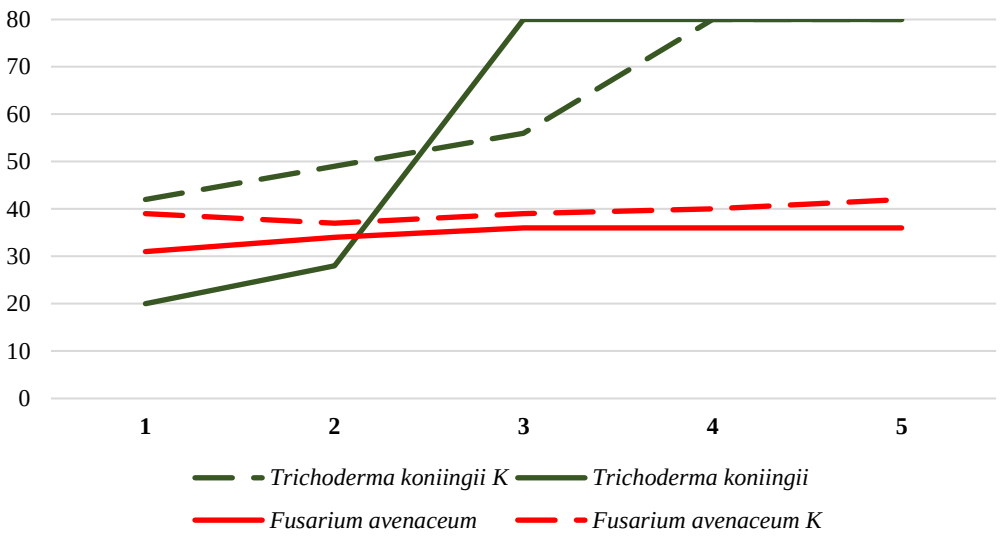
Analiza pomiarów grzybni *F. culmorum* (szczep 134) i *T. harzianum* (szczep 205) wykazała, że wzrost kolonii *Fusarium* był skuteczne hamowany przez *Trichoderma* (Rys. 26).

Szczegółowa weryfikacja danych wskazała słabsze, inhibicyjne działanie *Trichoderma* w pierwszej i drugiej dobie hodowli, zaś od trzeciej doby zanotowano wzrost grzybni *Trichoderma* o około 50% przewyższający wzrost gatunku patogenicznego, a oba gatunki cechowały się wyższym dynamicznym wzrostem w hodowli bez konkurenta. Spowolnienie wzrostu *Fusarium* w obecności *Trichoderma* w stosunku do izolatu kontrolnego było niższe o 20,5%.



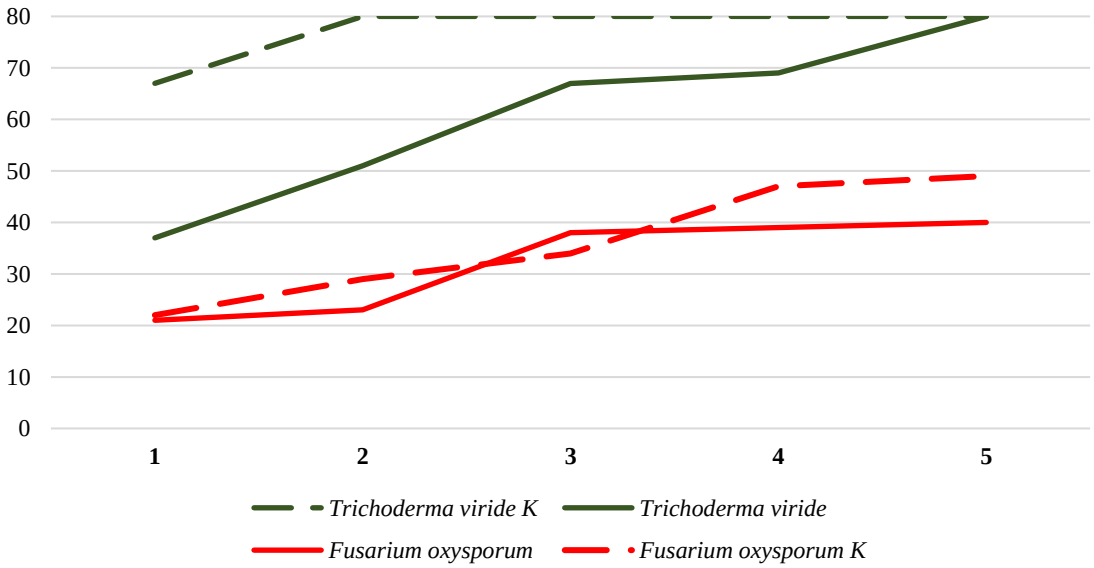
Rys. 26. Porównanie liniowego wzrostu (mm) grzybów rodzaju *Fusarium* i *Trichoderma* we wzajemnej interakcji oraz hodowli kontrolnej (K)

Interakcja *F. avenaceum* i *T. koniingii* wykazała dominację antagonisty od drugiej doby wzrostu badanych izolatów. Odnotowano trend niskiej dynamiki początkowego wzrostu *Trichoderma* w obecności patogenu w stosunku do kontrolnej hodowli, którą wyróżniało stopniowe, równomierne zasiedlanie przestrzeni z intensyfikacją wzrostu grzybni po trzeciej dobie inkubacji (Rys. 27). W analizie wzrostu *Fusarium* stwierdzono, że było ono od pierwszej doby istotnie hamowane z niskim trendem dynamiki przyrostu strzępek na pożywce. Mechanizmy stymulowania wzrostu *Trichoderma* w obecności *Fusarium* była wyraźny w czwartej i piątej dobie, kiedy odnotowano całkowite zahamowanie wzrostu patogenu z jednoczesną stymulacją tempa wzrostu antagonisty.



Rys. 27 Porównanie liniowego wzrostu (mm) grzybów rodzaju *Fusarium* i *Trichoderma* we wzajemnej interakcji oraz hodowli kontrolnej (K)

W czwartej dobie hodowli, w interakcji patogen-antagonista, wzrost *T. koniingii* pokrywał się z liniowym tempem wzrostu tego taksonu w kontrolnym obiekcie.



Rys. 28 Porównanie liniowego wzrostu (mm) grzybów rodzaju *Fusarium* i *Trichoderma*

Analiza pomiarów grzybni *F. oxysporum* (szczep 243) i *T. viride* (szczep 653) wykazała, że wzrost kolonii kultur patogenu był skutecznie hamowany we wzajemnej interakcji oraz w stosunku hodowli kontrolnej (K). Trzecia doba hodowli antagonisty była granicznym potencjałem wzrostu grzybni, która to po fazie dynamiki przyrostu wolniej w odniesieniu do

kontroli zasiedlała powierzchnię szalki. Wzrost antagonisty i patogenu pozostawał w istotnej korelacji.

Obserwacje wzrostu kolonii grzybów patogenicznych rodzaju *Fusarium* wykazały zróżnicowanie reakcji tych mikroorganizmów na obecność antagonisty, jednak wszystkie testowane izolaty *Trichoderma* wykazały potencjał konkurencji i antybiozy w stosunku do szczepów o potencjale patogenów.

7. DYSKUSJA WYNIKÓW

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że nasilenie chorób korzeni, podstawy źdźbła, liści i kłosów zależało od roku badań, udziału zbóż w strukturze zasiewów oraz od uprawianego gatunku pszenicy. Zgorzel korzeni powodowana przez kompleks różnych grzybów wystąpiła we wszystkich obiektach kontrolnych w każdym roku badań. Najwyższe porażenie odnotowano w płodozmianie D z największym udziałem zbóż. Zwiększenie udziału zbóż w zasiewach i wynikająca stąd konieczność uprawy roślin kłosowych po sobie, a szczególnie w monokulturze, prowadzi na ogół do pogorszenia warunków siedliskowych i produkcyjnych. Konsekwencją takiego gospodarowania jest obniżka plonowania wszystkich gatunków zbóż, a szczególnie bardzo wrażliwej na taką uprawę pszenicy (López-Bellido i wsp. 2001, Smagacz 2003). Według Adamiaka i in. [2005] uprawa roślin kłosowych jako przedplonu sprzyja nasilonemu występowaniu chorób, głównie chorób podstawy źdźbła i systemu korzeniowego. Potwierdzają to także wyniki Horoszkiewicz-Janki i in. [2012], gdzie stwierdzono wpływ przedplonu na występowanie chorób podstawy źdźbła i korzeni. Największe ich nasilenie obserwowano w uprawie pszenicy po pszenicy.

Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) wystąpiła na obu pszenicach we wszystkich obiektach kontrolnych. W największym nasileniu wystąpiła w 2014 roku w płodozmianie A po grochu, natomiast średnia ze wszystkich lat badań wskazała płodozmian D, z największym udziałem zbóż, jako obiekt najsilniej atakowany przez sprawcę choroby. W badaniach przeprowadzonych przez Kurowskiego i in. [2009] choroby podsuszkowe najsilniej rozwinęły się na pszenicy uprawianej po rzepaku jarym i grochu, a nieco mniej po koniczynie czerwonej w mieszance z życicą westerwoldzką. Według Małeckiej i in. [2014] decydujący wpływ na rozwój chorób podstawy źdźbła mają warunki pogodowe w okresie wegetacji pszenicy. Potwierdzają to badania Narkiewicz-Jodko i in. [2005], w których wykazano kluczowy wpływ przebiegu warunków pogodowych na nasilenie porażenia podstawy źdźbła pszenicy ozimej przez *Fusarium* spp. W badaniach własnych wyższe temperatury powietrza w 2014 roku oraz wyższe opady na początku wiosny mogły przyczynić się do rozwoju tej choroby. Oprócz czynników pogodowych, mających wpływ na występowanie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła, w dostępnej literaturze wymienia się płodozmian oraz koncentrację zbóż w płodozmianie [Smagacz 2011, Weber i in., 2005]. Potwierdzają to badania Kusia i in. [2007], w których w monokulturze pszenicy ozimej

stwierdzono największe nasilenie chorób systemu korzeniowego i podstawy źdźbła w porównaniu do prawidłowych płodozmianów.

Kolejną chorobą odnotowaną we wszystkich latach doświadczenia była łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula yallundae*). Największe nasilenie tej choroby wystąpiło w 2017 roku zarówno na pszenicy zwyczajnej jak i pszenicy orkisz. Płodozmianem z najwyższym porażeniem w całym doświadczeniu okazał się płodozmian B z 50% udziałem zbóż, gdzie przedplonem był groch. Nie potwierdzają tego badania Blecharczyka i in. [2000], w których pszenica ozima wysiewana po grochu była w mniejszym stopniu porażana przez patogeny powodujące choroby podstawy źdźbła, liści i kłosów w porównaniu do jej uprawy po pszenicy i jęczmieniu jarym. Na podstawie wieloletnich badań upraw monokulturowych stwierdzono, że łamliwość źdźbła zbóż nie jest typową chorobą płodozmianową i rozwija się niezależnie od przedplonu [Kurowski 2002]. Odzwierciedlenie tego stwierdzenia potwierdzono w wynikach własnych doświadczenia. Również pięcioletnie badania Żółtańskiej [2005], dotyczące porażenia podstawy źdźbła pszenicy uprawianej po jęczmieniu jarym i rzepaku ozimym wykazały, że łamliwość źdźbła zbóż wystąpiła w największym nasileniu na polu po jęczmieniu tylko w jednym roku, a w pozostałych latach jej występowanie było podobne po obu przedplonach.

Z kompleksu chorób podstawy źdźbła w najmniejszym nasileniu wystąpiła ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*). Jej objawy zaobserwowano we wszystkich latach badań (2014-2017) niezależnie od płodozmianu. Podobne wyniki otrzymali [Kurowski i Adamiak 2007] badając porażenie podstawy żdźbła czterech gatunków zbóż, gdzie chorobą dominującą na podstawach źdźbeł była fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.), w mniejszym nasileniu wystąpiła łamliwość źdźbła zbóż (*Oculimacula yallundae*), a incydentalnie ostra plamistość oczkowa (*Ceratobasidium cereale*). Ponadto nasilenie ostrej plamistości oczkowej nie zależało od sposobu następstwa roślin. W badaniach własnych wysoki stopień porażenia uzyskano w płodozmianie C, gdzie pszenicę uprawiano po pszenicy.

Choroby liści na pszenicy ozimej i pszenicy orkisz, takie jak mączniak prawdziwy zbóż i traw, rdza brunatna oraz brunatna plamistość liści wystąpiły w umiarkowanym stopniu. Wyjątkiem była septorioza paskowana liści pszenicy (*Zymoseptoria tritici, Parastagonospora nodorum*), której bardzo duże nasilenie odnotowano w 2016 roku. Jest to choroba, która w sprzyjających warunkach może powodować straty nawet do kilkudziesięciu procent plonu [Pieczul i Świerczyńska 2015]. Do prawidłowego rozwoju potrzebuje jednak wysokiej wilgotności oraz temperatury miedzy 4-18 ^{0}C [Korbas i in. 2015] W opisywanym doświadczeniu przebieg pogody sprzyjał występowaniu septoriozy paskowanej liści, ze

względu na większą sumę opadów oraz wyższe temperatury w stosunku do średnich z wielolecia. Badania Lemańczyka [2013] prowadzone na pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze wykazały, że w największym nasileniu występowała septorioza paskowana liści pszenicy, znacznie mniej obserwowano objawów mączniaka prawdziwego zbóż i traw, rdzy brunatnej i brunatnej plamistości liści. Jednakże w kolejnych latach wzrastało porażenie brunatną plamistością, a malało nasilenie septoriozy paskowanej liści. W badaniach własnych największe porażenie wystąpiło w płodozmianie z największym udziałem zbóż.

Latami, w których mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*) uwidocznił się w większym stopniu, były lata 2014 i 2015. Porażał on głównie pszenicę zwyczajną.

Rdza brunatna (*Puccinia recondita*) w największym stopniu w całym doświadczeniu wystąpiła w płodozmianie D w 2016 roku na pszenicy zwyczajnej. Jak podaje Kurowski i in. [2009] silnemu wystąpieniu tej choroby sprzyja wysoka temperatura panująca od kwietnia do sierpnia, przy dosyć dużych opadach w maju i czerwcu. Podobne warunki wystąpiły w badaniach własnych w 2016 roku.

Największą obecność brunatnej plamistości liści (*Drechslera tritici repentis*) odnotowano w płodozmianie D pszenicy zwyczajnej. Choroba ta nie wystąpiła w żadnym z obiektów w 2014 roku. Jej nasilenie zależało istotnie od wpływu płodozmianu. Podobne wyniki uzyskała Horoszkiewicz-Janka i in. [2012] oraz Sułek i in. [2016].

Choroby kłosów takie jak czerń zbóż oraz septorioza plew, wystąpiły we wszystkich latach badań i we wszystkich obiektach badań. Ich obecności sprzyjał zwiększony udział zbóż w płodozmianie.

We wszystkich obiektach i latach badań pszenica orkisz była mniej podatna na choroby korzeni, podstawy źdźbła liści i kłosów. Tę zależność potwierdzają badania Sułek i in. [2016], w których pszenica orkisz odmiany Rokosz wykazywała istotnie wyższą odporność na kompleks chorób podstawy źdźbła oraz chorób liści w stosunku do pszenicy zwyczajnej Bamberka. Rachoń i in. [2018] w dwuczynnikowym, ścisłym eksperymencie polowym, dotyczącym określenia porażenia przez patogeny grzybowe czterech gatunków pszenicy ozimej, w zależności od intensyfikacji technologii uprawy wykazali, że pszenica orkisz oraz pszenica jednoziarnista mają najniższy wskaźnik porażenia przez zgorzel podstawy źdźbła oraz septoriozę paskowaną liści.

Uzyskane wyniki badań laboratoryjnych nad zróżnicowaniem zbiorowiska grzybów zasiedlających korzenie i podstawę źdźbła pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz uprawianych w płodozmianach o różnym udziale zbóż, w tym pszenicy w konstrukcji płodozmianu oraz ich analiza potwierdzają, że optymalne warunki mikroorganizmom antagonistycznym mogą

stworzyć określone gatunki i odmiany roślin oraz wydzieliny ich tkanek. Jak wiadomo z literatury skład ilościowy i jakościowy związków wydzielanych przez korzenie często warunkuje rozwój mikroorganizmów antagonistycznych znajdujących się w glebie [Weller 1988]. Właściwe interakcje między mikroorganizmami w mykoryzosferze mogą wzmagać utrzymanie urodzajnej gleby i regulować liczebność roślinnych patogenów, co może być stymulowane roślinami poprzedzającymi uprawę zbóż. Ważne jest utrzymanie dynamicznej równowagi między patogenami i saprotrofami w agroekosystemach poprzez optymalną uprawę roli, płodozmian czy też nawożenie. Działania te nie powinny zakłócić struktury ilościowej i jakościowej mikroorganizmów stanowiących o aktywności biologicznej gleby [Johansson i wsp. 2004].

W badaniach własnych najczęściej notowanymi antagonistami względem patogenów były gatunki grzybów należące do rodzaju *Trichoderma*. Natomiast badania Pięty [1998] dowiodły, że bakterie i grzyby (*Bacillus subtilis, Pseudomonas fluorescens, Trichoderma koningii, T. viride, Gliocladium catenulatum, G. roseum*), którymi zaprawiano inne rośliny rolnicze, takie jak nasiona grochu i fasoli, poprawiły zdrowotność i masę plonu w porównaniu z obiektami kontrolnymi.

Z literatury wiadomo także, że szczepy antagonistycznie aktywnych bakterii *Bacillus subtilis* izolowano z ryzosfery traw. W warunkach *in vitro* deformowały one strukturę grzybni sześciu patogenicznych grzybów. Poddane biokontroli grzyby wykazywały anomalie morfologiczne strzępek oraz nieprawidłowo wykształcone zarodniki. Dyfuzyjna aplikacja preparatu z *Bacillus subtilis* powodowała bardzo silny efekt inhibicyjny względem *Alternaria alternata, Cladosporium oxysporum, F. oxysporum, Paecillomyces lilacinus, P. variotii, Pythium afertile* [Chaurosia i wsp. 2005].

Zależności między dwiema populacjami pasożytniczymi grzybów mogą również przynieść pozytywne wyniki w ochronie roślin. Badania Monforta (2005) wykazują, że interakcje grzybów stanowiących pasożyty nicieni (*Nematoda*) mogą redukować nasilenie zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni powodowanej przez *Gaeumannomyces graminis.* W efekcie obserwowano ograniczenie lub brak symptomów choroby na korzeniach jęczmienia. Podobne wyniki ograniczenia chorób korzeni jęczmienia i pomidora w rezultacie antagonistycznych zależności między *Verticillium chlamydosporia* a *Fusarium oxysporum* i *Rhizoctonia solani* otrzymali Ehteshamul [1994] i Jacobs [2003].

Wyniki badań wielu autorów wskazują na antagonistyczny wpływ grzybów fitopatogenicznych na populacje nicieni o najwyższym stopniu adaptacji do roślinnego pasożytnictwa. Jednak mało poznane jest oddziaływanie saprotroficznych organizmów

glebowych na fitofagiczne nicienie. To skłoniło do badania zależności między *Penicillium frequentans* a rozwojem roślin i populacji nicieni chorobotwórczych. Analiza przeprowadzona na poziomie trójtroficznych intreakcji: roślina żywicielska – pasożytniczy nicień – grzyb saprotroficzny wykazała ograniczający wpływ wydzielin *Penicillium frequentans* na pasożytujący organizm [Kaup 2004].

Dużą skuteczność grzybów z rodzaju *Trichoderma* obserwowano w ochronie roślin przed *Fusarium oxysporum*. W zależności od gatunku chronionej rośliny i formy patogena antagonista stosowany w biopreparatach pozytywnie oddziaływał na zdrowotność roślin [Weber 2001]. *Trichoderma viride,* obok pozytywnych reakcji względem czynników chorobotwórczych sprzyjających zdrowotności roślin uprawnych, może być także patogenem, powodując zieloną pleśń boczniaka [Constantinescu i in. 2004]. Działnie inhibicyjne grzybów rodzaju *Trichoderma* w stosunku do *Fusarium* potwierdziły się w badaniach własnych. Wybrane szczepy grzybów *Trichoderma*: *T. harzianum* (szczep 205), *T. koningii* (szczep 621) i *T. viride* (szczep 653) spowodowały ograniczenie rozwoju strzępek grzybów rodzaju *Fusarium* wybranych do obserwacji labolatoryjnych: *F. avenaceum* (szczep 145), *F. oxysporum* (szczepy 243) i *F. culmorum* (szczep 134). Pomimo początkowej niskiej dynamiki wzrostu *Trichoderma* w obecności patogenu w stosunku do kontrolnej, w kolejnych dobach obserwacji odnotowywano całkowite lub częściowe zahamowanie wzrostu patogenu z jednoczesną stymulacją tempa wzrostu antagonisty. Podobne rezultaty ograniczenia wzrostu uzyskali Mohapatra i Mittra [2017] badając interakcję *Trichoderma viridae* i *Fusarium oxysporum*. Świerczyńska i in. [2011] w doświadczeniu z użyciem biopreparatu również wykazali ze *T. viride* w większości kombinacji z *Fusarium* ograniczał rozwój grzybów patogenicznych.

8. WNIOSKI

1. Zgorzel korzeni, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła, łamliwość źdźbła zbóż, ostra plamistość oczkowa, mączniak prawdziwy zbóż i traw, septoriozy liści, rdza brunatna, septorioza plew oraz czerń zbóż wystąpiły we wszystkich latach doświadczeń (2014-2017) i we wszystkich płodozmianach.
2. Brunatna plamistość liści (*Drechslera tritici repentis*) nie wystąpiła na pszenicy w 2014 roku.
3. Pszenica orkisz odmiany Rokosz była mniej podatna na porażenie przez patogeny powodujące choroby korzeni, podstawy źdźbła, liści i kłosów w stosunku do pszenicy zwyczajnej Julius/Muszelka.
4. Zwiększenie udziału zbóż w płodozmianie przyczyniło się do wzrostu porażenia pszenicy przez patogeny atakujące podstawę źdźbła, liście i kłosy.
5. Najsilniej porażona była pszenica w płodozmianie z największym udziałem zbóż (75%).
6. Korelacja czynników doświadczenia (lata badań, podgatunek pszenicy, płodozmian) miała istotny wpływ na występowanie chorób korzeni, podstawy źdźbła liści i kłosów (z wyjątkiem czerni zbóż).
7. Ze strefy korzeniowej pszenicy orkisz najliczniej izolowano saprortoficzne gatunki: *Cladosporium cladosporioides* oraz *Aureobasidium pullulans*
8. Ze strefy korzeniowej pszenicy zwyczajnej najczęściej izolowano: *Aureobasidium bolleyi* oraz *A. pullulans*
9. Z podstawy źdźbła pszenicy orkisz najczęściej izolowano: *Arthrinium phaeospermum* (syn. *Apiospora sphaerosperma*).
10. Z podstawy źdźbła pszenicy zwyczajnej najczęściej izolowano: *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum* oraz *F. avenaceum*
11. Grzyby rodzaju *Trichoderma*: *T. harzianum* (szczep 205), *T. koningii* (szczep 621) i *T. viride* (szczep 653) wykazały działanie inhibicyjne w stosunku do wybranych grzybów rodzaju *Fusarium*: *F. avenaceum* (szczep 145), *F. oxysporum* (szczepy 243) i *F. culmorum* (szczep 134).

9. LITERATURA

1. Adamiak J., Adamiak E., Balicki T. 2005. Wpływ wieloletniej monokultury na występowanie chorób podstawy źdźbła w czterech zbożach. Fragm. Agron. 2 (86): 7–13.
2. Artyszak A. 2006. Technologia pszenicy ozimej. Rzeczpospolita SA, Warszawa, ss. 104.
3. Baer-Nawrocka A., Kiryluk-Dryjska E. 2015. Produkcja zbóż w wybranych krajach Unii Europejskiej – uwarunkowania strukturalne i polityczne, Journal of Agribusiness and Rural Development 4(38) 617–625.
4. Bailey-Serres J., Parker J., Ainsworth E., Oldroyd G., Schroeder J. 2019. Genetic strategies for improving crop yields, Nature. 2019 Nov; 575(7781): 109–118.
5. Barnett H. L. 1965. Ilustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company.
6. Blecharczyk A., Zawada D., Sawińska Z., Małecka-Jankowiak I., Waniorek W. 2019. Wpływ następstwa roślin i nawożenia na plonowanie pszenicy ozimej. Fragm. Agron. 36(4): 27-35.
7. Blecharczyk A., Malecka I., Pudelko J. 2005. Reakcja roslin na monokulture w wieloletnim doswiadczeniu w Brodach, Fragmenta Agronomica, 22, 2: 20-29.
8. Błaszczyk L., Siwulski M., Sobieralski K., Lisiecka J., Jędryczka M., 2014. Trichoderma spp. – application and prospects for use in organic farming and industry. J. Plant Prot. Res. 54(4): 309–317.
9. Błaszczyk L., Ćwiek-Kupczyńska H., Gromadzka K., Basińska-Barczak A., Stępień Ł., Kaczmarek J., Lenc L. 2023, Containment of Fusarium culmorum and Its Mycotoxins in Various Biological Systems by Antagonistic Trichoderma and Clonostachys Strains.J. Fungi 2023, 9: 289.
10. Błaziak J. 2007, Ocena zmian zawartości mikroelementów w zbożach pod wpływem wapnowania i magnezowania gleby, Annales UMCS, 42, 1: 78-84.
11. Dubis B., Budzyński W., 2006. Reakcja pszenicy ozimej na termin i gęstość siewu, Acta Sci. Pol., Agricultura 5(2) 2006: 15-24.
12. Booth C., 1971, The genus *Fusarium.* Commonwelth Mycol. Inst., Kew, Surrey, England.
13. Borowska A. 1986. Grzyby niedoskonałe (Deuteromycetes). Strzępczakowe (Hyphomycetes). Ciemnobarwnikowe filalidowe (Dematiaceae Phialoconidiae). W: Grzyby (Mycota). Tom XVI. PAN, W-wa.

14. Borras-Gelonch G, Rebetzke GJ, Richards RA, Romagosa I. 2012. Genetic control of duration of pre-anthesis phases in wheat (*Triticum aestivum* L.) and relationships to leaf appearance, tillering, and dry matter accumulation. *Journal of Experimental Botany*. 63, 69–89

15. Bowles, T.M.; Mooshammer, M.; Socolar, Y.; Calderón, F.; Cavigelli, M.A.; Culman, S.W.; Deen, W.; Drury, C.F.; Garcia, A.G.Y.; Gaudin, A.C.M.; 2020. Long-term evidence shows that crop-rotation diversification increases agricultural resilience to adverse growing conditions in North America. *One Earth* 2020, *2*, 284–293

16. Broda I., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K. 2011. Breeding wheat for drought tolerance: progress and technologies. Journal Nowoczesne technologie w produkcji

17. Buczyński G., Wanic M., Nowicki J. 2003. Zachwaszczenie pszenicy ozimej uprawianej w różnych stanowiskach w płodozmianach. Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych 2003 z. 490: 49-55

18. Budzyński W., Krasowicz S. 2008. Produkcja zbóż w Europie i Polsce na przełomie XX i XXI wieku.Fragm. Agron. 25(1): 50–66.

19. Budzyński W., Szempliński W., 2003. Pszenica. W: Szczegółowa uprawa roślin; red.: Z. Jasińska i A. Kotecki, Wyd. II, AR Wrocław

20. Buraczyńska D., Ceglarek F. 2008. Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. Acta Sci. Pol., Agricultura. 7(1): 27-37.

21. Cacak-Pietrzak G., 2011. Studia nad wpływem ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji roślinnej na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. Wyd. SGGW, Warszawa, Journal of the Royal Society Interface 12, 20150721

22. Chaurasia Baskar, Anita Pandey, Lok Man S. Panli, Paukaj Trivedi Bhavesh Kumar, Niharika Colvin. 2005. Diffusible and volatitle compounds produced by an antagonistic *Bacillus sublitis* stain cause structural deformations I n pathogenic fungi in vitro. Microbiological Research 160(2005):75-81.

23. Chotkowski Jacek, Irena Stypa. 2007. „Ocena postępu hodowlanego w produkcji ziemniaka w Polsce w latach 1946-2007". Biuletyn IHAR 245: 181-189 Climate Change 4, 637–643

24. Constantinescu F., Dinu S., Oancena F., Sesan T. E., Kupferberg S., 2004, Biological control of green mould (*Trichoderma viride*) in Pleurotus ostreatus by using *Bacillus subtilis* and Pseudomonass spp.**,** Phytophatologia Polonica Tom 33, s. 41-46

25. Cutler S. R., Rodriguez P. L., Finkelstein R. R., Abrams S. R. 2010. Abscisic acid: Emergence of a core signaling network. Annu. Rev. Plant Biol. 61: 651 — 679

26. Czembor J., 2015. Piramidyzacja genów — powszechne narzędzie używane w programach hodowlanych, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji roślin nr 278

27. Domsch K. H., Gams W.1972. Fungi in agricultural soils. Longman.

28. Doroszewski, A., Jadczyszyn, J., Kozyra, J., Pudełko, R., Stuczyński, T., Mizak, K., Łopatka, A., Koza, P., Górski, T., Wróblewska, E. 2012. Podstawy systemu monitoringu suszy rolniczej. Woda-ŚrodowiskoObszary Wiejskie 12: 77 — 91

29. Dreccer M., Chapman S., Rattey A., Neal J., Song Y., Christopher J., Reynolds M. 2013. Developmental and growth controls of tillering and water-soluble carbohydrate accumulation in contrasting wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes: can we dissect them? J Exp Bot. 2013 Jan; 64(1): 143–160

30. Dubey R., Pathak H., Singh S., Chakravarti B., Kumar A. Thakur & Ram Kishor Fagodia 2019. Impact of Sowing Dates on Terminal Heat Tolerance of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars, National Academy Science Letters volume 42, s.445–449

31. Dzienia S., 1980. Sposoby uprawy roli a problem walki z chwastami. Post. Nauk Roln. 2, 53-58

32. Ehteshamul H. S., Zaki M. J., Abid M., Ghaffar A. 1994. Use *Verticillium chlamydosporum* in the biological control of root-rot disease of chickpea. Pakistan Journal of Botany 26(2):229-233.

33. Ellis M. B., 1971, Dematiaceaes hyphomycetes. Commonwelath Mycol. Inst., Kew, Surrey, England.

34. Farooq Shah, Jeffrey A. Coulter, Cheng Ye, Wei Wu 2020. Yield penalty due to delayed sowing of winter wheat and the mitigatory role of increased seeding rate, European Journal of Agronomy Volume 119,

35. Fassatiowa A., 1983, Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej. Wyd. Nauk. Tech., Warszawa.

36. Fiedorof Z., Gołębniak B., Weber Z., 2001. Choroby roślin rolniczych. Wyd. AR w Poznaniu, 208 ss

37. Fiedorow Z., Gołębniak B., Weber Z. 2008. Choroby roślin rolniczych. Wydawnictwo AR, Poznań

38. Filipiak Tadeusz. 2014. Zmiany na rynku warzyw i w gospodarstwach warzywniczych w Polsce po integracji z Unia Europejską. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.

39. Freeman J., Ward E. 2004. Gaeumannomyces graminis, the take-all fungus and its relatives. Mol. Plant Pathol. 5 235-257

40. Gams W. 1971. *Cephalosporium* – artige Schimmelpilze (*Hyphomycetes*). VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

41. Gill A.S., Arshad M.A., 1995. Weed flora in the early growth period of spring crops under conventional, reduced and zero tillage systems on a clay soil in Northern Alberta. Soil Till. Res. 33, 65-79

42. Gilman J. C., 1957, A manual of soil fungi. ISCP, Iowa, USA.,

43. Głazek M. 2010. Occurrence of eyespot on winter wheat in the central-southern region of Poland. J. Plant Prot. Res. 49 (4): 426–433

44. Grabiński J., Jaśkiewicz B., Podolska G., Sułek A., 2007. Termin siewu w uprawie zbóż. Studia i raporty IUNG-PIB, 9: 37-45

45. Grzebisz W., Diatta J.B., Popp T., Szczepaniak W. 2004. Potas w produkcji roślinnej, s.53-77 International Potash Institute Basel/Switzerland Akademia Rolnicza w Poznaniu Katedra Chemii Rolnej

46. GUS 2022. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2022r.

47. Hamada M., Yin Y.., Chenband H., Maa Z. 2011. The escalating threat of *Rhizoctonia cerealis*, the causal agent of sharp eyespot in wheat. Pest Management Science, vol 67, pages 1349-1480.

48. Hamada M.S., Yin Y., Chen H., Ma Z. 2011. The escalating threat of Rhizoctonia cerealis, the causal agent of sharp eyespot in wheat. Pest Manage. Sci. 67: 1411–1419

49. Hinfner K., Hommonay F., 1964. *Atlas chorób i szkodników* zbóż i kukurydzy. PWRiL Warszawa.

50. Hołubowicz-Kliza G. 2008. Uprawa orkiszu. Wyd. IUNG-PIB, Puławy, 3-19

51. Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Korbas M., 2012. Prevalence of winter wheat diseases depending on selected agrotechnical factors, Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 52 (4)

52. Hunt, N.D.; Hill, J.D.; Liebman, M. Reducing freshwater toxicity while maintaining weed control, profits, and productivity, 2017. Effects of increased crop rotation diversity and reduced herbicide usage. *Environ. Sci. Technol.*, *51*, 1707–1717

53. Hussain Z., Leitch M.H. 2005. The effect of applied sulphur on the growth, grain yield and control of powdery mildew in spring wheat. Ann. Appl. Biol., 147, 49-56
in Europe will be limited by increased adverse weather events under climate

54. Jacobs H., Gray S. N., Crump D. H.2003. Interactions between nemathophagous fungi and consequences for their potential as biological agents for the control of potato cyst nematodes. Mycological Researcg 107(1):47-56.

55. Jamiołkowska A., Wagner A., 2007. Próby zastosowania olejku tymiankowego do ochrony papry-ki uprawianej w polu przed grzybami chorobotwórczymi. Prog. Plant Prot. 47(4), 149–153

56. Jańczak C. 2006. Wczesne zapobieganie chorobom podsuszkowym zbóż ozimych. Agrotechnika 4: 6-8

57. Jasińska Z., Kotecki A. 2003. Szczegółowa uprawa roślin, I, AR Wrocław, ss. 490.

58. Jerzy Grabiński 2010. Główne problemy funkcjonowania gospodarstw zbożowych, Studia i Raporty IUNG - PIB 101 zeszyt 22

59. Jędruszczak M., Wesołowski M., Antoszek R., 2000a. The effect of Tillage Practices on Weeds in Winter Wheat Grown in Short-lasted Cereal Cropping System. Proc. of 15th Conference of the International Soil and Tillage Research Org. Fort Worth, Texas

60. Johansson J., F., Leslie R. Paul, Roger D. Finalay. 2004. Mikrobial interaction in the mycorhizosphere and their significance fot sustainable agriculture. FEMS Microbiology Ecology 48(2004):1-13.

61. Kaczor A., Zuzańska J, 2009. Znaczenie siarki w rolnictwie, chemia dydaktyka ekologia metrologia 2009, R. 14, Nr 1-2

62. Kaup G., Janowicz K., Mazurkiewicz – Zapałowicz K., Paruch K., Gajewicz P. 2004. Interakcje między wybranymi grzybami saprotroficznymi a nicieniami fitofagicznymi. Plant Protection Vol.44(2):799-808.

63. Kobus A. 2017. Rola hodowli odpornościowej w tworzeniu nowych odmian pszenicy , Farmer 2017 nr 7 s. 72-76

64. Kochman J., Jańczak C., Korbas M. 1997. Ochrona Roślin - Choroby zbóż. Wydawnictwo Plantpress Kraków

65. Kocoń A., Podolska G., 2008. Wpływ niedoboru wody w glebie na plon i jakość ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej. Fragm. Agron., 1(97): 16-17

66. Kopcewicz J. 2012. Podstawy biologii roślin, PWN, Warszawa 2012, ss. 372

67. Korbas M., Parandowski A., Węgorek P., Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Zamojska J., Danielewicz J., Czyczewski M., Dworzańska D. 2017. Vademecum środków ochrony roślin, Wyd. Agronom, Poznań

68. Korbas M., Czubiński T., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Danielewicz J., 2015. Atlas chorób roślin rolniczych dla praktyków. Polskie Wydawnictwo Rolnicze Sp. z o.o. 368 ss.

69. Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E. 2008. Uproszczone systemy uprawy a występowanie sprawców chorób. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 48 (4): 1431–1438.

70. Korbas M., Ławecki T. 2003. Możliwości ograniczenia fuzariozy kłosów w Polsce i Unii Europejskiej. Post. Ochr. Rośl./ Progress in Plant Prot. 43 (1): 200-207.

71. Korbas M., Martyniuk S., Rozbicki J., Beale R., 2001. Zgorzel podstawy źdźbła oraz inne choroby podsuszkowe zbóż. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, 60 ss

72. Korbas, M. 2004. Basics of diseases—Possibilities and perspectives of combating. *Prog. Plant Prot., 44,* 147–154.

73. Koziara W., Sulewska H., Panasiewicz K. 2007. Efektywność nawożenia azotem pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli. Fragm. Agron. 24(3): 238–243.

74. Krężel R., 1991. Wpływ siewu bezpośredniego na właściwości gleby i plonowanie roślin. Rocz. Nauk Roln. A 109 (2), 175-187

75. Kryczyński S., Weber Z. 2011. Fitopatologia. Tom 2. Choroby roślin uprawnych. PWRiL, Poznań.

76. Kurowski T. P. 2005. Uwaga na choroby podsuszkowe. Agrotechnika 3: 14-16

77. Kurowski T. P., Adamiak E. 2007. Occurrence of stem base diseases of four cereal species grown in long-term monocultures, Polish Journal of Natural Sciences Vol 22(4): 574-583

78. Kurowski T. P., Marks M., Makowski P., Jaźwińska E., 2009. Zdrowotność pszenicy ozimej w stanowiskach po różnych sposobach dwuletniego ugorowania. Fragmenta Agronomica 26(3); 102-108

79. Kuś J., Jończyk K., Kawalec A., 2007. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach gospodarowania. Acta Agrophysica, 10 (2): 407-417

80. Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. Sierpik (Fusarium). W: Grzyby (Mycota). Tom XXII. PAN, W-wa - Kraków.

81. Kwiatek M., Wiśniewska H., Korbas M., Gawłowska M., Belter J., Majka M., Danielewicz J. 2016. How do eyespot resistance genes transferred into winter wheat breeding lines affect their yield? Journal of Plant Protection Research 56: 319 — 322.

82. Lemańczyk G., Piekarczyk M., 2013. Wpływ nawożenia, chemicznej ochrony roślin i gęstości siewu na zdrowotność pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze na glebie lekkiej, Progress in Plant Protection 53 (3) 2013

83. Litwinow M. A. 1967. Opredelitel mikroskopiczeskich poczwennych gribow. Izdatelstwo"Nauka", Leningrad.

84. López-Bellido L., López-Bellido R.J., Castillo J.E., López-Bellido F.J. 2001. Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat. Field Crops Res. 72 (3): 197–210

85. Łopaciuk W. 2022. Rynek zbóż stan i perspektywy. IERiGŻ – PIB nr 62

86. Mace K., Morlon P., Munier-Jolain N.M., Quere L. 2007. Time scales as a factor in decision-making by French farmens on weed management in annual crops. Agric. Syst. 93: 115–142

87. Mackiewicz S., Drath M.1972. Zwalczanie łamliwości źdźbeł pszenicy ozimej za pomocą preparatów układowych.. Prace naukowe. IOR.,16 (1):131-136.

88. Majchrzak, B., Chodorowski, B., Okorski, A. 2005 Diseases of the stalk of winter wheat grown after the Brassicaceae family, Acta Agrobotanica , 58,2

89. Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Waniorek W., 2018. Wpływ następczy łubinów i grochu na plonowanie pszenicy ozimej w zależności od uprawy roli i nawożenia azotem, Fragm. Agron. 35(4), 67–79

90. Marta Jańczak-Pieniążek , Jan Buczek, Renata Tobiasz-Salach, Dorota Bobrecka-Jamro 2020. The impact of cultivation intensity for productivity on hybrid and population cultivars of winter wheat, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Nr 288

91. Monfort 2005., Colonisation of seminal roots of wheat and barley by egg-parasitic nematophagous fungi and their effects on *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and development of root-rot, Soil Biology and Biochemistry Volume 37, Issue 7, July 2005, Pages 1229-1235

92. Mohapatra S., Mittra B., 2017. Alleviation of *Fusarium oxysporum* induced oxidative stress in wheat by *Trichoderma viride* Archives of Phytopathology and Plant Protection Volume 50, 2017 - Issue 1-2

93. Mwadzingeni L, Shimelis H, Dube E, Laing MD, Tsilo TJ. 2016. Screening of Bread Wheat Genotypes for Drought Tolerance Using Phenotypic and Proline Analyses., Front. Plant. Sci. 2016; 7: 1276.

94. Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M. 2005. Porażenie podstawy źdźbła pszenicy ozimej przez *Fusarium* ssp. Acta Agrobotanica 58 (2): 319-328

95. Nowicki J., Niewiadomski W., Buczyński G., 1980. Efektywność uprawy gleby cięŜkiej wykonanej maszynami aktywnymi i technika tradycyjną. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 227, 149-155.

96. Noworolnik K., 2008. Wpływ wybranych cech jakości gleby na plonowanie pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego, Acta Agrophysica 2008 | 12 | 2 |162

of Integrative Agriculture 15, 935–943

97. Ogihara Y., Takumi S., Handa H. (ed). 2015. Advances in wheat genetics: From genome to field. Proceedings of the 12th International Wheat Genetics Symposium. Chapter 24. Hybrid breeding in wheat

98. Okorski A., 2007. Biologiczna ochrona roślin przed chorobami – mechanizmy i perspektywy rozwoju. Post. Nauk Rol. 5, 21–36

99. Pałys E., Podstawka-Chmielewska E., Kwiatkowska J., 1997. The influence of tillage systems on weed infestation of crop canopy in the crop rotation on rendzina soil. Fragm. Agron. Biblioth. Proceed. 14th ISTRO Conference Puławy, 2B, 507-510

100. Parylak D., Pytlarz E., 2013. Skutki produkcyjne monokultury pszenicy ozimej w warunkach uproszczenia uprawy roli. Fragmenta Agronomica, 30(4): 114-121

101. Pieczul K., Świerczyńska I., 2015. Wrażliwość na fungicydy izolatów *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*), Progress in Plant Protection 55 (3): 316-320

102. Pięta D. 1998. Rola mikroorganizmów antagonistycznych w zwalczaniu chorób roślin. Roczniki Ak. Roln. W Poznaniu CCCIV(27):221-227.

103. Pisarek M., Rozbicki J., Samborski S., Wawryło B., Golba J., 2013. Wpływ siedmiu wybranych czynników agrotechnicznych na produkcyjność pszenicy ozimej w warunkach dużego udziału zbóż w zmianowaniu część I. Plon biomasy nadziemnej, odżywienie roślin azotem oraz porażenie zgorzelą podstawy źdźbła , Fragm. Agron. 30(1) 2013, 99–112

104. Podleśna A. 2005. Wpływ nawożenia siarką na plonowanie i jakość roślin pastewnych. Wieś Jutra, 4(81), 48-49

105. Podleśny J., Grabiński J., 2019. Wybrane zagadnienia dotyczące postępu biologicznego i technologicznego w produkcji zbóż i roślin strączkowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa- Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,

106. Podolska G., Sułek A. 2002. Główne elementy technologii decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł. 130: 597–605

107. Podolska G., Wyzińska M. 2011, Reakcja odmian pszenicy ozimej na nawożenie azotem w doświadczeniach wazonowych, Polish Journal of Agronomy, 5, 43–48

108. Prandecki, K.; Wrzaszcz, W.; Zieliński, M. 2021. Environmental and climate challenges to agriculture in Poland in the context of objectives adopted in the European Green Deal strategy. *Sustainability, 13,* 10318.

109. Rachoń L., Szumiło G., 2009. Comparison of chemical composition of selected winter wheat species, J. Elementol.,14(1): 135-146

110. Rachoń L., Szumiło G., Bobryk-Mamcarz A., Podatność na choroby grzybowe wybranych genotypów pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki, Annales UMCS sectio E Agricultura VOL. LXXIII (1)

111. Radzikowski P., Jończyk K., Feledyn-Szewczyk B., Jóźwicki T. 2023. Assessment of Resistance of Different Varieties of Winter Wheat to Leaf Fungal Diseases in Organic Farming *Agriculture*, *13*(4), 875;
112. Richter O., Zwerger P., Bottcher U. 2002. Modelling spatio-temporal dynamics of herbicide resistance. Weed Res. 42 (1): 52–64
roślinnej – przyjazne dla człowieka i środowiska. Pol. J. Agron., 7: 102-112.
113. Sapek B., Sapek A. 2006. Uwalnianie mineralnych form fosforu w glebie i zawartość tego składnika w runi łąkowej w warunkach przewagi opadowej gospodarki wodą, Woda Środowisko-Obszary Wiejskie, , 6, 17, 65-82
114. Sekutowski T. 2007. Wpływ technologii uprawy i ochrony herbicydowej na wysokość plonu pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. Inż. Rol. 3(91): 159-165.
115. Sekutowski T. 2007. Wpływ technologii uprawy i ochrony herbicydowej na wysokość plonu pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze, Inżynieria Rolnicza 3(91)/2007
116. Sekutowski T. Domaradzki K. 2009. Bioróżnorodność gatunkowa chwastów w monokulturze pszenicy ozimej w warunkach stosowania uproszczeń w uprawie roli, fragm. agron. 26(4), 160–169
117. Serba DD, Yadav RS. 2016. Genomic tools in pearl millet breeding for
118. Shao H.-B., Chu L.-Y., Jaleel C. A., Manivannan P., Panneerselvam R., Shao M.-A. 2009. Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants – biotechnologically and sustainably improving agriculture and the ecoenvironment in arid regions of the globe. C. R. Biotechnol. 29: 131 — 151
119. Sharma R.R., Singh D., Singh R., 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biol. Control 1–36.
120. Sieling K., Christen O. 2015. Crop rotation effects on yield of oilseed oilseed rape, wheat and barley and residual effects on the subsequent wheat. Arch. Agron. Soil Sci. doi: 10.1080/ /03659340.2015.1017569
121. Sikora H., Banachowska J., Doleżych D. 2007. Badania nad ochroną pszenicy ozimej przed fuzariozą kłosów wywołaną przez *Fusarium culmorum* w warunkach sztucznej infekcji. Post. Ochr. Rośl./ Progress in Plant Prot. 47 (2):
122. Singh S. K., Chatrath R., Mishra B. 2010. Perspective of hybrid wheat research: A review. Indian J. Agric. Sci.80 (12): 1013 — 1027
123. Skirgiełło AS. 1954. Grzyby niższe. Pragrzyby i glonowce. PWN, Warszawa Skirgiełło
124. Smagacz J. 2003. Ocena wrażliwości kilku odmian pszenicy ozimej na niekorzystny przedplon. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 43 (2): 921–924

125. Smagacz J., 2011. Porażenie wybranych odmian pszenicy ozimej przez patogeny podstawy źdźbła w trwałym doświadczeniu płodozmianowym w Grabowie. Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin, 51(3): 1199-1202

126. Smagacz J., Kuś J., 2010**.** Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. Fragmenta Agronomica, 27(4): 119-134.

127. Sobiczewski P., 2009. Bakterie wykorzystywane w produkcji roślinnej. [W:] S. Malepszy (red.), Biotechnologia roślin, Wyd. Nauk. PWN Warszawa, 172-213

128. Solarska E., Mróz A., Kuś J. 2003. Występowanie chorób powodowanych przez grzyby na pszenicy ozimej uprawianej w róŜnych systemach produkcji. Progress in Plant Protection/Postępy w ochronie roślin. vol.43/1: 381-388

129. Spence, N.; Hill, L.; Morris, J. 2020. How the global threat of pests and diseases impacts plants, people, and the planet. *Plants People Planet*

130. Sulewska H. 2006. Powrót orkiszu. Farmer 24, 26

131. Sułek A., Podolska G., Jaśkiewicz B. 2016. Plonowanie i zdrowotność dwóch podgatunków pszenicy w zależności od udziału zbóż w strukturze zasiewów w warunkach integrowanej produkcji. Pol. J. Agron. 27: 118-125

132. Sułek A., Podolska G., Jaśkiewicz B., 2016. Plonowanie i zdrowotność dwóch podgatunków pszenicy w zależności od udziału zbóż w strukturze zasiewów w warunkach integrowanej produkcji, Polish Journal of Agronomy 2016, 27, 118–125

133. Szczepaniak W. 2022. Racjonalne nawożenie zbóż, czyli jakie ? www.farmer.pl/artykuły122192

134. Szumiło G., Rachoń L., 2008 Reakcja wybranych gatunków pszenicy ozimej na termin siewu Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia vol. lxiii (4) sectio e 2008

135. Świerczyńska I., Korbas M., Perek A., 2010. Porównanie populacji grzybów występujących na podstawie źdźbła pszenicy w województwie wielkopolskim i warmińsko-mazurskim. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl. 50 (1), 263–266

136. Świerczyńska I., Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J., 2011. Antagonistyczne oddziaływanie *Trichoderma viride* na patogeny z rodzaju *Fusarium* w obecności biopreparatów, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering" 2011, Vol. 56(4)

137. Święcicki W.K, Surma M., Koziara W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-

138. Townsend G., Heuberger J. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Pl. Dis. Rep. 27: 340–343.Arx von J.A., 1970, The genera of Fungi sporulating in pure culture.

139. Tratwal A., Walczak F. 2012. występowanie ważnych gospodarczo chorób pszenicy ozimej w polsce w latach 2006–2010 Annales Universitas Mariae Curie-Skłodowska vol. lxvii(2) sekcja e 2012

140. Trnka M, Hlavinka P, Semenov MA. 2015. Adaptation options for wheat

141. Trnka M, Rotter RP, Ruiz-Ramos M, Kersebaum KC, Olesen JE,

142. Vadez V., Kholova J., Zaman-Allah M., Belko N. 2013 b. Water: the most important 'molecular' component of water stress tolerance research. Funct. Plant Biol. 40: 1310 — 1322

143. Vinale F., Sivasithamparam K., Ghisalberti E.L., Marra R., Woo S.L., Lorito M., 2008. Tricho-derma–plant–pathogen interactions. Soil Biol. Biochem. 40(1), 1−10

144. Wakuliński W., Zamorski C.,Nowicki B., Schollenberger M., Kachlicki P., 2002. Wybrane zagadnienia z epidemiologii brunatnej plamistości liści pszenicy i pszenżyta-charakterystyka i znaczenie źródeł infekcji pierwotnej Acta Agrobotanica vol 55., z.1-2002 s.347-357

145. Weber R, Hryńczuk B., Kita W., 2005. Wpływ przedplonu i sposobu uprawy roli na porażenie kilku odmian pszenicy przez grzyby wywołujące choroby podstawy źdźbła. Pamiętnik Puławski, 139: 299-310

146. Weber R., Podolska G., 2008. Wpływ sposobu uprawy roli, terminu i gęstości siewu na plonowanie odmian pszenicy ozimej, Inżynieria Rolnicza 1(99)/2008

147. Weber Z., 2002. Skutecznosc biopreparatu Contans WG [Coniothyrium minitans Campb.] w ochronie rzepaku ozimego przed Sclerotinia sclerotiorum de Bary *Rośliny Oleiste - Oilseed Crops* Tom 23 (1)

148. Weller D. M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere. Ann. Rev. Phytopathol.26:379-407.

149. Wesołowski M., Jędruszczak M., Cierpiata R., 2003. Organizacja zbiorowiska chwastów w zależności od systemu uprawy dwóch odmian pszenicy ozimej, Acta Agrophysica, 2003, 1(4), 787-793

wheat production will become more frequent with climate change. Nature

150. Whitford R., Fleury D., Reif J. C., Garcia M., Okada T., Korzun V., Langridge P. 2013. Hybrid breeding in wheat: technologies to improve hybrid wheat seed production. J. Exp. Bot. 64 (18): 5411 — 5428

151. Wicka Aleksandra 2013. Czynniki i możliwości ograniczania ryzyka w produkcji roślinnej poprzez ubezpieczenia. Warszawa: Wydawnictwo SGGW
152. Wicki Ludwik. 2016. „Wykorzystanie potencjału plonowania zbóż w produkcji rolniczej w Polsce". Roczniki Naukowe SERiA XVIII (5): 267-273.
153. Wiśniewska H. 2005. Fuzarioza kłosów pszenicy. Postępy Nauk Rolniczych 4: 15-30
154. Woźniak A., 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej, Acta Sci. Pol., Agricultura 5(2)
155. Woźniak A., 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 5(2): 96-106
156. Woźniak A., Soroka M. 2014. Wpływ wieloletnich uproszczeń w uprawie roli na zachwaszczenie pszenicy twardej (Triticum durum Desf.). Fragm. Agron. 31(1): 113-120
157. www.coboru.pl
158. www.kws.com
159. Wyzińska M., Grabiński J., 2018. Możliwości produkcyjne pszenicy jarej w warunkach siewu jesiennego, Monografie Wydawnictwo Naukowe Tygiel Lublin 2018 s 250-259.
160. Yadav, S.; Gettu, N.; Swain, B.; Kumari, K.; Ojha, N.; Gunthe, S.S. 2020. Bioaerosol impact on crop health over India due to emerging fungal diseases (EFDs), *Environ. Sci. Pollut. Res. 27*, 12802–12829
161. Zadara M., Ławrynowicz M., 1979, Grzyby tom X. PWN Warszawa
162. Zalud Z, Semenov MA. 2014. Adverse weather conditions for European drought tolerance: status and prospects. Frontiers in Plant Science 7, 1724
163. Żółtańska E., 2005. The effect of previous crop and weather conditions on the incidence of stem base diseases in winter wheat, Journal of Plant protection Research Vol 45. Nr 1

Zdrowotność pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz w zależności od udziału zbóż w płodozmianie

mgr inż. Paweł Wodzyński

Słowa kluczowe: pszenica zwyczajna, pszenica orkisz, udział zbóż w płodozmianie, zdrowotność roślin, grzyby zasiedlające korzenie oraz podstawę źdźbła pszenicy

Streszczenie

Celem badań było określenie zdrowotności pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz w zależności od udziału roślin zbożowych w zmianowaniu oraz ocena struktury ilościowej i jakościowej zbiorowiska grzybów zasiedlających korzenie i podstawę źdźbła pszenic. Badania były prowadzone w latach 2014-2017 na poletkach doświadczalnych założonych w 2012 roku w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach. Było to doświadczenie statyczne, trzyczynnikowe(I-lata badań, II- podgatunek pszenicy, III- płodozmian) założone metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach

W czasie czteroletnich badań polowych dokonano oceny zdrowotności dwóch gatunków pszenicy ozimej uprawianych w czterech zmianowaniach o zróżnicowanym udziale roślin zbożowych. W okresie wegetacji pszenicy oceniano nasilenie porażenia przez patogeny: korzeni, liści, kłosa i podstawy źdźbła obydwu testowanych gatunków. W trakcie prowadzonych obserwacji polowych pobierano korzenie i podstawy źdźbła wykazujące objawy chorobowe. Z pobranych próbek w laboratorium wykonano izolacje grzybów zasiedlających porażone organy roślinne. Przeprowadzono testy dotyczące oddziaływania wybranych gatunków z rodzaju *Trichoderma* na grzyby rodzaju *Fusarium*. Choroby takie jak: zgorzel korzeni, fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła, łamliwość źdźbła zbóż, ostra plamistość oczkowa, mączniak prawdziwy zbóż i traw, septoriozy liści, rdza brunatna, septorioza plew oraz czerń zbóż wystąpiły we wszystkich latach doświadczeń (2014-2017) i we wszystkich płodozmianach.

Wykazano różnice nasilenia chorób korzeni, podstawy źdźbła, liści oraz kłosów w płodozmianach z różnym udziałem zbóż. Najsilniej porażonym przez sprawców chorób okazał się płodozmian z 75% udziałem zbóż w zmianowaniu. Najsłabiej porażona była pszenica w płodozmianie z jej 25 % udziałem zbóż. Wykazano mniejszą podatność na choroby pszenicy orkisz w porównaniu do pszenicy zwyczajnej. Wyizolowano grzyby ze strefy korzeniowej oraz podstawy źdźbła obu pszenic. Z korzeni pszenicy zwyczajnej najczęściej izolowano:

Aureobasidium bolleyi oraz *A. pullulans.* Z korzeni pszenicy orkisz : *Cladosporium cladosporioides oraz A. pullulans.* Z podstawy źdźbła obu pszenic najliczeniej izolowano: *Fusarium oxysporum, F. avenaceum i F.culmorum* Wykazano inhibicyjne działanie gatunków rodzaju *Trichoderma* na rozwój wybranych gatunków rodzaju *Fusarium.*

Health status of *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* and *Triticum aestivum* ssp. *spelta* depending on cereals participation in the crop rotation

Paweł Wodzyński M. Sc.

Key words: common wheat, spelt wheat, share of cereals in crop rotation, health status, fungi colonizing roots and wheat stem base

Summary

The aim of the research was to determine the healthiness of common wheat and spelled wheat depending on the share of cereal crops in crop rotation and evaluation of the quantitative structure and qualitative fungal communities inhabiting the roots and the base of wheat stalks. The research was conducted in 2014-2017 on experimental plots established in 2012 at the Production and Experimental Plant in Bałcyny. It was a static, three-factor experiment (1st-year of research, 2nd - wheat subspecies, 3rd - crop rotation) established using the randomized sub-blocks method in four repetitions.

During a four-year field study, the health status of two winter wheat species cultivated in four rotations with a different proportion of cereal plants was assessed. During the growing season of wheat, the severity of infection by pathogens: roots, leaves, ear and stem base of both tested species was assessed. During field observations, roots and stem bases showing disease symptoms were collected. Isolations of fungi inhabiting the affected plant organs were made in the laboratory from the collected samples. Tests were carried out on the effect of selected species of the genus *Trichoderma* on fungi of the genus *Fusarium*. Diseases such as: root rot, fusarium foot rot, eyespot, sharp eyespot, powdery mildew, septoria leaf spot, brown rust, glume blotch and black point occurred in all experimental years (2014-2017) and in all crop rotations.

Differences in the severity of diseases of roots, stem base, leaves and ears were found in crop rotations with different share of cereals. Crop rotation with 75% share of cereals in rotation turned out to be the most severely affected by disease causing agents. The crop rotation with 25% share of wheat turned out to be the least affected crop rotation. Spelt wheat was found to be less susceptible to diseases than common wheat. Fungi were isolated from the root zone and stem base of both wheats. From the roots of common wheat, the following were most often isolated: *Aureobasidium bolleyi* and *A. pullulans*. From spelt wheat roots: *Cladosporium cladosporioides* and *A. pullulans*. *Fusarium oxysporum*, *F. avenaceum and F. culmorum* were

isolated most frequently from the stem base of both wheats. The inhibitory effect of *Trichoderma* species on the development of selected *Fusarium* species was demonstrated.