

ZREALIZOWANO NA PODSTAWIE DECYZJI MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI
Nr PKre-029-16-16/13 (740)



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

**Metody ochrony naturalnych wrogów szkodników oraz określenie
zależności występowania chorób, szkodników i chwastów od płodozmianu,
agrotechniki i występowania roślin sąsiadujących w uprawach polowych**

Koordinator badań: dr Danuta Leszczyńska

Zespół badawczy:

*IUNG-PIB Puławy - prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik, dr hab. Jerzy Grabiński,
prof. nadzw., prof. dr hab. Grażyna Podolska, prof. dr hab. Anna Stochmal,
dr Janusz Czaban*

CDR Brwinów o/Radom - mgr Tomasz Stachowicz

Kierownik Zadania badawczego

Dyrektor
IUNG – PIB w Puławach

.....

.....

Puławy 2013

Dotyczy realizacji w zakresie określenia zależności występowania chorób i chwastów od płodozmianu, agrotechniki i występowania roślin sąsiadujących w uprawach polowych.

Celem badań było określenie możliwości ograniczenia agrofagów w uprawach ekologicznych zbóż (czystych i mieszanych) poprzez wykorzystanie właściwości allelopatycznych substancji zawartych w różnych gatunkach i odmianach zbóż.

Gatunki zbóż oraz odmiany różnią się zawartością substancji allelopatycznych w zależności od płodozmianu, czynników agrotechnicznych oraz od roślin sąsiadujących.

Zakłada się, że wyższa odporność rośliny na choroby ma związek z zawartością substancji allelopatycznych. Na podstawie badań allelopatycznych proponuje się sposoby ograniczenia zachwaszczenia.

W rolnictwie ekologicznym pomocna może być znajomość oddziaływań allelopatycznych. W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania allelopatią. Mianem allelopatii określa się wpływ jednego gatunku rośliny na rosnący razem lub uprawiany po nim inny gatunek, zachodzący na drodze związków chemicznych wydzielanych przez roślinę lub pochodzących z jej rozkładu. Zjawisko allelopatii może występować także pomiędzy rośliną wyższą a mikroflorą glebową lub między gatunkami drobnoustrojów glebowych. Polega ono na hamowaniu lub pobudzaniu wzrostu gatunku podlegającego wpływowi allelopatycznemu. Allelopatia może mieć duże znaczenie praktyczne. Roślinne substancje chemiczne zmieniają wysokość plonów współrzędnie lub następczo uprawianych roślin, jak również mają wpływ na jakość wyprodukowanej masy roślinnej. Wykazują zróżnicowane działanie w czasie i dlatego są obiektem zainteresowania teoretyków i praktyków zajmujących się zagadnieniami „zmęczenia gleby”, zmianowań i płodozmianów.

Duże znaczenie ma również możliwość wykorzystania oddziaływań allelopatycznych do niekonwencjonalnych sposobów ograniczania zachwaszczenia. W regulacji zachwaszczenia należałoby wykorzystać substancje biologicznie czynne o charakterze allelopatycznym, bezpośrednio wydzielane przez rośliny lub powstające w procesie rozkładu resztek roślinnych.

Drogą badań allelopatycznych poszukuje się związków wykazujących aktywność allelopatyczną, jako wzorców do syntezy nowych generacji, bezpiecznych dla środowiska pestycydów, czyli przydatnych dla rolnictwa ekologicznego.

W zagranicznych pracach zwraca się także uwagę na możliwość wykorzystania allelopatii do walki biologicznej mającej na celu ochronę roślin przed szkodnikami oraz do

zwiększenia odporności roślin na choroby. W uprawach ekologicznych stosowanie chemicznych środków ochrony roślin jest niewskazane. Uprawy narażone są jednak na działanie patogenów i szkodników. Właściwym rozwiązaniem mogą być uprawy współrzędne, uwzględniające wpływ danego gatunku na ograniczenie lub wyeliminowanie szkodliwego czynnika.

Wprowadzenie nowej generacji herbicydów, przygotowanych na bazie znanych allelozwiązków zapobiegnie degradacji środowiska i stworzy warunki dla zrównoważonego rolnictwa. Piśmiennictwo zagraniczne wykazuje, że podejmowanie omawianej tematyki badań jest potrzebne.

Rozwój tej dziedziny nauki będzie możliwy dzięki ciągłemu udoskonalaniu technik badawczych, co pozwala przejść od metody obserwacyjno-opisowej do metod pełnej identyfikacji allelozwiązków – przeprowadzone badania.

Mimo znacznego postępu w wyjaśnianiu złożonych oddziaływań międzygatunkowych nie opracowano dotychczas podstaw naukowego uzasadnienia i funkcjonowania zjawiska allelopatii.

Przeprowadzono badania laboratoryjne i polowe. Zastosowane nowe techniki badawcze przyczynią się do wyjaśnienia złożonych oddziaływań.

Określenie potencjału allelopatycznego nagoziarnistych form jęczmienia i owsa w porównaniu z formami oplewionymi (tradycyjnymi) obu gatunków poszerza zakres wiedzy dotyczącej oddziaływań chemicznych grupy roślin zbożowych. W literaturze krajowej brak jest tego typu badań.

W eksperymentach wcześniejszych badano, jakie związki o aktywności allelopatycznej występują w zbożach. U pszenicy są to kwasy hydroksamowe, u jęczmienia kwasy fenolowe a u owsa - saponiny.

Potwierdzenia wymagało założenie, że czynnik odmianowy w dużym stopniu decyduje o sile oddziaływań sąsiadujących roślin.

Dane literaturowe potwierdzają obecność kwasów hydroksamowych (Hx) u pszenicy. Należało sprawdzić, jaki rodzaj aktywności biologicznej wykazują kwasy fenolowe syntetyzowane przez części nadziemne i korzenie jęczmienia oraz saponiny wytwarzane przez części nadziemne i korzenie owsa.

W tym celu zaplanowano badania polegające na pobraniu prób roślin (z upraw ekologicznych) z faz, w których ilość oznaczonych związków jest największa. Wykonano

ekstrakty i został sprawdzony wpływ ekstraktu na hamowanie procesu kiełkowania roślin testowych.

Został wykorzystany nowy test PHYTOTOKKIT do wykrywania potencjału allelopatycznego.

Istnieje teoria, że kwasy fenolowe roślina syntetyzuje w celu ochrony przed chorobami. Należało sprawdzić, czy dostarczenie w sposób dolistny związków fenolowych (uzyskanych z upraw ekologicznych) zwiększa dodatkowo odporność rośliny na choroby (zostały ustalone stężenia ekstraktu) - badania wazonowe.

Określono plonowanie i elementy struktury plonu roślin nagoziarnistych i oplewionych oraz ich mieszanek (różne warianty). Dokonano oceny jakościowej zebranego ziarna (między innymi zawartości białka, tłuszczu, włókna).

Zarówno gatunki jak i odmiany zbóż różnią się zawartością substancji allelopatycznych w zależności od płodozmianu, czynników agrotechnicznych oraz od roślin sąsiadujących. Należało zbadać w jakim stopniu czynniki środowiskowe wpływają na zmianę oddziaływań allelopatycznych.

Zaproponowane nowe metody z pewnością będą przydatne dla rolnictwa ekologicznego.

W ramach tematu realizowano w 2013 roku 12 szczegółowych zadań badawczych:

1. Wyprowadzenie obiektów dotyczących technologii uprawy pszenicy, jęczmienia (Osiny, Grabów) do badań – badania polowe.

Przeprowadzenie badań dotyczących nowych form oplewionych i nieoplewionych owsa i jęczmienia (siewy czyste i mieszane), przydatnych dla rolnictwa ekologicznego - CDR w Brwinowie, oddział w Radomiu

2. Analiza wydzielin korzeniowych z systemu CRETS (Continuous Root Exudate Trapping System) z wybranych roślin zbożowych w celu określenia ich potencjału allelopatycznego. Charakterystyka chemiczna pozyskanych allelozwiązków.

3. Określenie liczebności drobnoustrojów w strefie ryzosfery sąsiadujących roślin w określonych warunkach agrotechnicznych.

4. Określenie zawartości kwasów hydroksamowych (związków o potencjale allelopatycznym) w częściach nadziemnych i korzeniach pszenicy z wybranych obiektów.

5. Ocena wpływu ekstraktów z roślin jęczmienia i owsa (z upraw ekologicznych) na kiełkowanie roślin testowych-zastosowanie nowego testu Phytotestkit.

Ocena efektu fungicydowego ekstraktów uzyskanych z ekologicznie uprawianych roślin jęczmienia.

6. Ocena wpływu czynnika odmianowego i agrotechnicznego na stopień porażenia roślin przez choroby (w tym fuzariozy) oraz zachwaszczenie w wybranych warunkach ekologicznych.

7. Porównanie konkurencyjności zasiewów mieszanych i czystych w stosunku do chwastów.

8. Analiza struktury plonu zasiewów czystych i mieszanych oraz ocena budowy przestrzennej wybranych łanów zbóż.

9. Ocena jakościowa zebranego ziarna (zawartość białka, tłuszczu, włókna).

Oznaczenie zawartości mykotosyn w wybranych próbach ziarna.

10. Określenie związków między odpornością roślin na choroby, zachwaszczeniem łanu a potencjałem allelopatycznym roślin – podstawą wyboru odmian najbardziej przydatnych dla rolnictwa ekologicznego.

11. Wykazanie najlepszego wariantu uprawy badanych roślin do warunków ekologicznych pod kątem wartości paszowej oraz oddziaływania na środowisko.

12. Synteza wyników badań i przydatność proponowanych nowych metod do rolnictwa ekologicznego.

Zadanie 1. Wytypowanie obiektów dotyczących technologii uprawy pszenicy, jęczmienia (Osiny, Grabów) do badań – badania polowe.

Przeprowadzenie badań dotyczących nowych form oplewionych i nieoplewionych owsa i jęczmienia (siewy czyste i mieszane), przydatnych dla rolnictwa ekologicznego - CDR w Brwinowie, oddział w Radomiu

Jeden obiekt doświadczalny zlokalizowano w SD IUNG – PIB w Osinach k/Puław
Stacja Doświadczalna Osiny: położenie geograficzne – szerokość geograficzna 51^o 28 '
długość geograficzna 22^o 04 '
Obiekt doświadczalny założony w 1994 r., w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach o powierzchni całkowitej 17 ha, podzielony jest na części reprezentujące porównywane systemy produkcji. Wielkość każdego pola płodozmianowego wynosi 1ha, co pozwala na stosowanie agrotechniki zbliżonej do warunków produkcyjnych.

Czynnikami różnicującymi porównywane systemy są: płodozmian i związana z nim uprawa międzyplonów wraz z całokształtem uprawy roli, nawożenie organiczne, nawożenie mineralne, ochrona roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami mechaniczna pielęgnacja zasiewów itp.

Charakterystyka ocenianego systemu

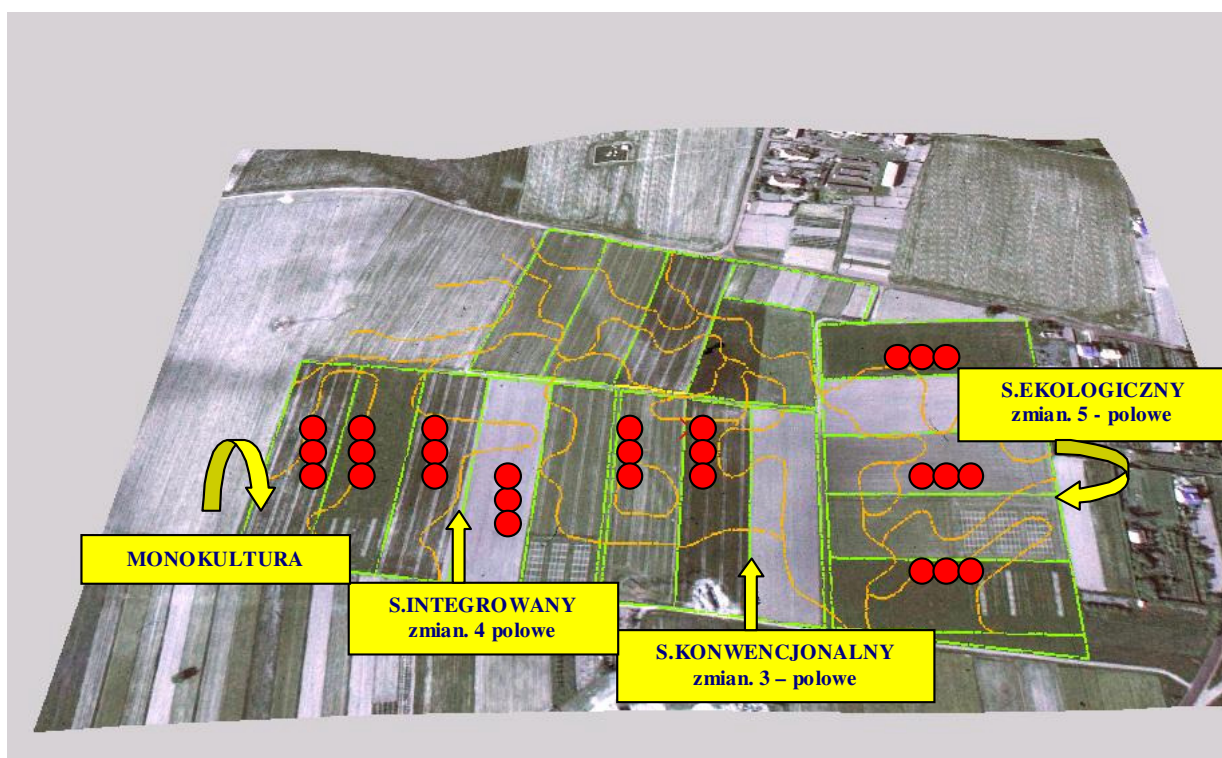
System ekologiczny reprezentowany jest przez zmianowanie:

- ziemniak^{xx} - **pszenica jara + wsiewka** - motylkowate (koniczyna czerwona i biała z trawą I rok - koniczyna czerwona i biała z trawą II rok - pszenica ozima + poplon).

W systemie tym nie stosuje się syntetycznych nawozów mineralnych, pestycydów, regulatorów wzrostu. Nawożenie organiczne obejmuje stosowanie kompostu raz w rotacji pod ziemniaki 30 t/ha oraz przyorany międzyplon (mieszanka z udziałem strączkowych). Zwalczanie chwastów polega na intensywnych zabiegach mechanicznych i dodatkowo pieleniu ręcznym w ziemniakach.

Omawiany obiekt zlokalizowany jest na glebie płowej o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego (dominujący udział), charakteryzującej się lekko kwaśnym odczynem (pH w KCl - 5,6), średnią zawartością fosforu (43,6 mg P kg⁻¹ gleby), niską zawartością potasu (63,1 mg K kg⁻¹ gleby) oraz zawartością próchnicy 1,7 %.

Pole doświadczalne posiada dokumentację zawierającą różne warstwy informacji w tym gleboznawczą (wykonana w siatce 25m x 25 m).



Rys. 1. Obiekt doświadczalny w SD IUNG-PIB w Osinach k/Puław z zaznaczonymi punktami monitoringu (czerwone punkty): N_{\min} w przesączach glebowych i wilgotności gleby

W zmianowaniu reprezentującym system ekologiczny w polu pszenicy jarej testowane były odmiany - 13 odmian pszenicy jarej (m.in. Tybalt i Bombona, które były głównym przedmiotem badań).

Drugi obiekt doświadczalny zlokalizowano w RZD Grabów (w warunkach ekologicznych), należącym do IUNG-PIB w Puławach. Rośliną badaną była pszenica jara (odmiana Tybalt) w 3 różnych zmianowaniach, uprawiana na glebie kompleksu pszennego dobrego.

Schemat doświadczenia:

Czynnik I: Zmianowanie A, B, C (reprezentuje model gospodarstwa)

Zmianowanie A - reprezentujące model gospodarstwa mlecznego

1. Kukurydza (uprawa na kiszonce) ++
2. Mieszanka zbożowo – strączkowa + wsiewka (koniczyna czerwona +trawa)
3. Koniczyna czerwona +trawa I rok użytkowania
4. Koniczyna czerwona +trawa II rok użytkowania
5. **Pszenica jara (5a) /pszenica ozima (5b)**

Zmianowanie B - reprezentujące model gospodarstwa w chowie trzody

1. Kukurydza ++
2. Jęczmień jary
3. Mieszanka zbożowo – strączkowa
4. Groch
5. **Pszenica jara (5a) /pszenica ozima (5b)**

Zmianowanie C - reprezentujące model gospodarstwa bezinwentarzowego

1. Kukurydza ++
2. Pszenica jara
3. Pszenica jara + wsiewka (koniczyna czerwona)
4. Koniczyna czerwona (porost z przeznaczeniem na kompost)
5. **Pszenica jara (5a) /pszenica ozima (5b)**

W 2013 roku nie uprawiano jęczmienia w SD Osiny.

JĘCZMIEŃ I OWIES objęto badaniami w ekologicznym gospodarstwie w Chwałowicach, należącym do CDR w Brwinowie o/ Radom.

ad b. **Przeprowadzenie badań dotyczących nowych form oplewionych i nieoplewionych owsa i jęczmienia (siewy czyste i mieszane), przydatnych dla rolnictwa ekologicznego - CDR w Brwinowie, oddział w Radomiu**

Doświadczenie przeprowadzono na glebie brunatnej, kompleks przydatności rolniczej 3, klasa gleby IIIa. Szczegółowe warunki uprawy oraz schemat badań zostanie omówiony przy analizie struktury plonu w zadaniu nr 8.

Zadanie 2. Analiza wydzielin korzeniowych z systemu CRETS (Continuous Root Exudate Trapping System) z wybranych roślin zbożowych w celu określenia ich potencjału allelopatycznego. Charakterystyka chemiczna pozyskanych allelozwiązków.

BADANIA LABORATORYJNE

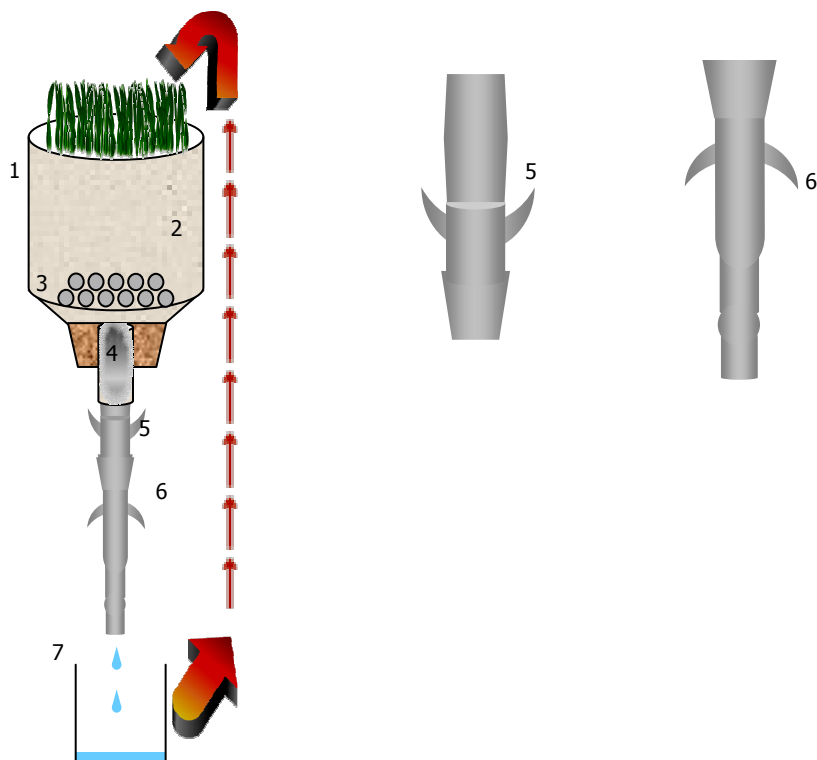
W badaniach prowadzonych według systemu CRETS (continuous root exudate trapping system) pozyskano wydzieliny korzeniowe z badanych form nieoplewionych i oplewionych w celu ich identyfikacji. **Układ stałego wychwytywania wydzielin korzeniowych (CRETS)** został przygotowany według metody Tanga i Younga - w modyfikacji własnej. Schemat działania systemu CRETS został przedstawiony na rysunku 2.

Wazony zostały wypełnione piaskiem kwarcowym. Przed badaniami piasek został wymyty i wyprażony w temperaturze 500 °C. W każdym wazonie wysiano 25 ziarniaków roślin testowanych (dla każdego z gatunków oddzielna seria).

Do wazonów zostały podłączone kolumny wypełnione amberlitem XAD-4. Testowane ziarniaki były podlewane krążącym, w obiegu zamkniętym, roztworem wody destylowanej z pożywką Hoaglanda – 2.

Roztwór przechodził przez piasek, w którym rosły badane rośliny, a następnie przez kolumnę wypełnioną amberlitem. Zadaniem amberlitu było przepuszczenie składników pożywki i związków hydrofilnych (związków nieorganicznych, cukrów i białek.), a zatrzymanie substancji częściowo lub całkowicie hydrofobowych.

Wymyte z amberlitu substancje zostały przeanalizowane w laboratorium Zakładu Biochemii i Jakości Plonów IUNG-PIB w Puławach. Przeprowadzono chromatografię cieczową wydzielin badanych gatunków zbóż, na chromatografii cieczowej firmy Waters z detektorem diodowym.



Rysunek 2. Schemat układu do wychwytywania wydzielin korzeniowych (CRETS): 1 – szklany wazon wypełniony piaskiem kwarcowym, 2 – okruchy porcelany, 3 – teflonowy korek, 4 – wata szklana, 5 – łącznik, 6 – kolumna z XAD-4, 7 – zbiornik

Metodyka oznaczania zawartości kwasu benzoowego w wydzielinach korzeniowych uzyskanych w Cyklu CRETS

Przygotowanie próbek z wydzielin korzeniowych

Kolumnienki wypełnione żywicą adsorpcyjną (Amberlit™ XAD-4) po odpięciu od systemu CRETS wmywano metanolem. Ekstrakty zagęszczano na wyparce, osad rozpuszczano w 1 ml metanolu i używano do oznaczeń chromatograficznych.

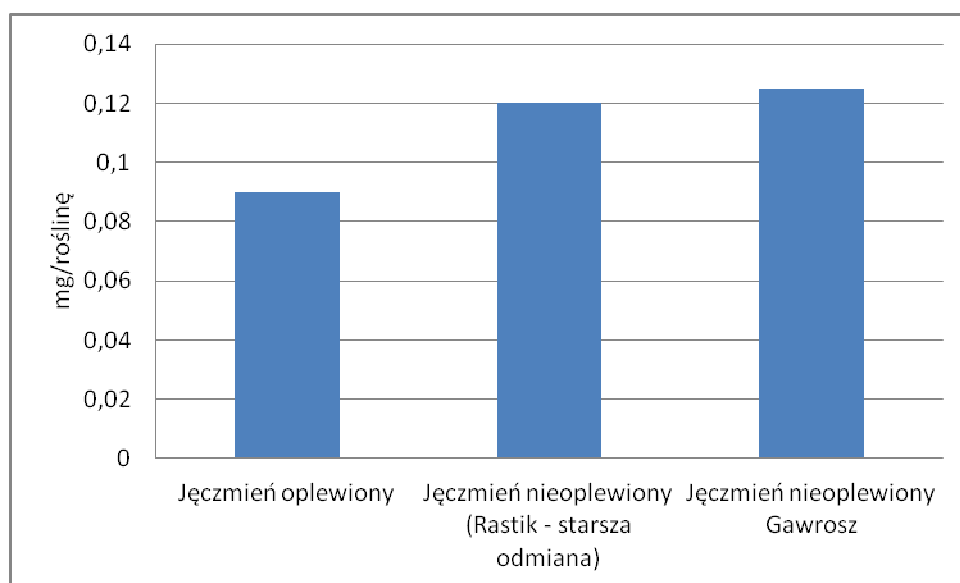
Analiza HPLC

Chromatografię cieczową przeprowadzano na aparacie firmy Waters (996 PAD detektor, 616 pompa i program Millenium). Rozdziały wykonywano na kolumnie RP-18 (4.6 x 250 mm; Eurospher 100, 10 µm, Säulentechnik, Niemcy). Jako fazy ruchomej używano eluenty A - 95% metanol w wodzie i B - 1% H₃PO₄ w układzie gradientowym: A 5% → 100%; przepływ 1ml/min w ciągu 50 min; temperatura kolumny 50°C. Odczytu analiz dokonywano przy długości fali $\lambda = 240$ nm. Tożsamość badanego związku określano porównując jego widmo UV i czas retencji z posiadanym wzorcem. Zawartość kwasu benzoowego określano za

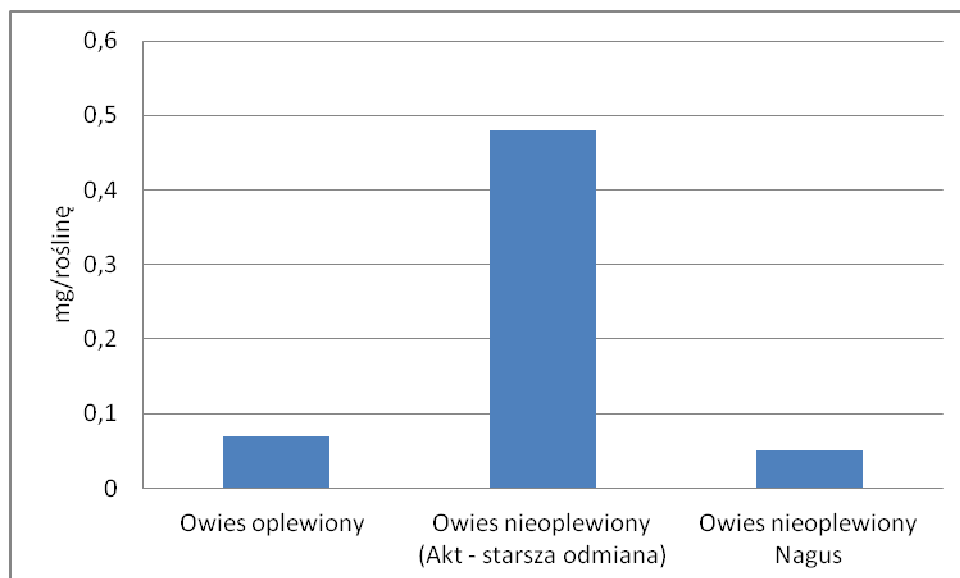
pomocą krzywej wzorcowej wykonanej dla substancji standardowej a korelującej pole powierzchni piksu i stężenie wzorca.

Ilość wydzielonego kwasu benzoowego przez odmiany jęczmienia wynosiła w granicach 0,09 – 0,125 mg/roślinę. Formy nieoplewione jęczmienia wydzielały więcej zbadanego związku od formy oplewionej.

Badany owies oplewiony charakteryzował się mniejszą ilością kwasu benzoowego w porównaniu z jęczmieniem oplewionym. Stwierdzono istotne zróżnicowanie ilości wydzielonego związku pomiędzy starszą odmianą owsa Akt (0,48 mg/roślinę) a nowszą odmianą Nagus (0,05 mg/roślinę).



Rys.3. Zawartość kwasu benzoowego w wydzielinach korzeniowych oplewionych i nieoplewionych odmian jęczmienia



Rys.4. Zawartość kwasu benzoowego w wydzielinach korzeniowych oplewionych i nieoplewionych odmian owsa

Zastosowanie metody CRETS pozwoliło stwierdzić, że wydzieliny korzeniowe badanych zbóż wykazują potencjał allelopatyczny.

Zadanie 3. Określenie liczebności drobnoustrojów w strefie ryzosfery sąsiadujących roślin w określonych warunkach agrotechnicznych.

ZASIEDLENIE RYZOSFERY I KORZENI JĘCZMIENIA I OWSA PRZEZ GRZYBY Z RODZAJU *FUSARIUM* (SIERPIKI)

Metodyka badań

Rośliny - jęczmień oplewiony odm. Skarb, jęczmień nieoplewiony odm. Gawrosz, owies oplewiony odm. Krezus i owies nieoplewiony odm. Nagus - uprawiano w doświadczeniu ekologicznym na glebie brunatnej, na 14 m² poletkach (w trzech powtórzeniach), w siewie czystym i w uprawach mieszanych jęczmienia z owsem w gospodarstwie ekologicznym w Chwałowicach, należącym do CDR Brwinów o. Radom.

Profile gleby wraz z rosnącymi roślinami w fazie kłoszenia pobrano na początku lipca w 2013 r. z trzech poletek. Korzenie roślin ostrożnie oddzielano od gleby. Następnie, za pomocą otrząsania pozbywano się nadmiaru gleby, pozostawiając na korzeniach jedynie warstewkę gleby bezpośrednio i ściśle do nich przylegającą. Korzenie odcinano od części nadziemnych. Zważone próbki korzeni z przylegającą do nich glebą przenoszono do butelek zawierających po 100 ml sterylnej wody i wytrząsano na wytrząsarce mechanicznej przez 30

minut. W otrzymanych zawiesinach gleb ryzosferowych, stosując technikę rozcieńczeń, oznaczano po 4-5 dniowej inkubacji w 25°C ogólną liczebność jednostek tworzących kolonie (JTK) grzybów na pożywce CZID (Samson i in. 1992) i liczebność JTK grzybów z rodzaju *Fusarium* na pożywkach PPA (Leslie i Summerell 2006) i CZID. Wyniki przeliczano na 1 g suchej masy gleb ryzosferowych.

Wyniki liczebności JTK grzybów poddano analizie wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi arytmetycznymi oceniano testem Tukeya przy $P=0,05$.

Użyte do określania liczebności drobnoustrojów zawiesiny gleb ryzosferowych przeniesiono do zważonych krystalizatorów w celu określenia suchej masy gleby. Ponadto, potencjometrycznie oznaczono odczyn zawiesin gleb ryzosferowych po oddzieleniu ich od korzeni, a przed ich wysuszeniem.

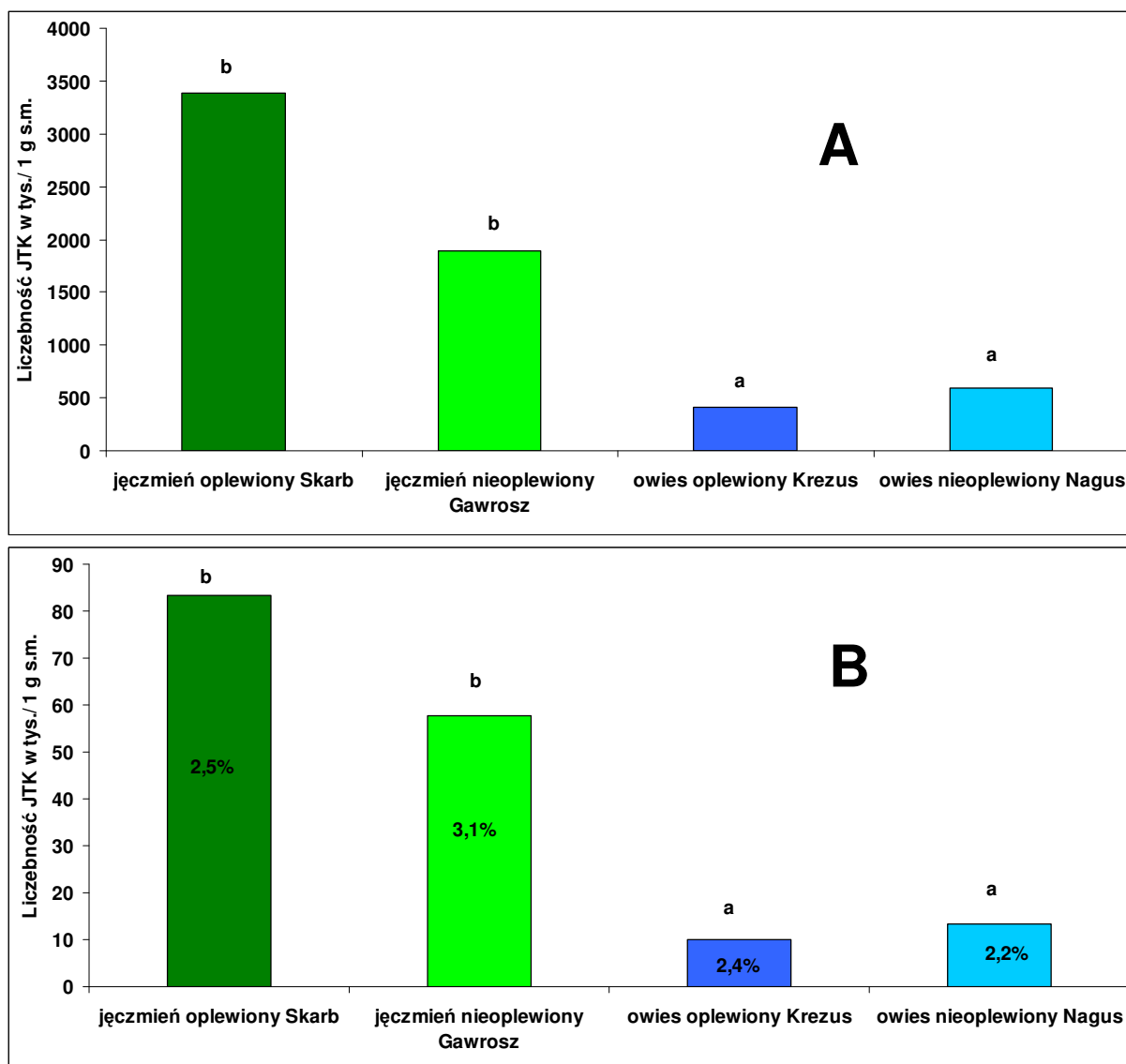
Pozostałe w butelkach korzenie roślin płukano 10.-krotnie wodą z kranu, a następnie 5.-krotnie wodą sterylną za pomocą energicznego ręcznego wytrząsania po 25 s, pozbywając się w ten sposób resztek gleby przylegającej do korzeni. Po osuszeniu korzeni sterylną bibułą, oddzielano podstawę źdźbła, a pozostałe korzenie dzielono na górne i dolne części. Fragmenty (o długości ok. 1 cm) podzielonych podstaw źdźbła (12 szt. na serię doświadczalną) i pociętych górnych i dolnych części korzeni (po 30 szt. na serię doświadczalną) wykładano na powierzchnię pożywki agarowej CZID i inkubowano w temperaturze 25°C. Po 4-7 dniach izolowano grzyby *Fusarium* ze wszystkich kolonii wyrastających na pożywce CZID wokół wyłożonych fragmentów korzeni.

Identyfikację grzybów *Fusarium* z zawiesin gleb ryzosferowych wysiewanych na pożywki CZID i PPA oraz rosnących wokół wyłożonych fragmentów korzeni na pożywkę CZID, przeprowadzono po ich przeszczepieniu na pożywkę PDA (o stężeniu składników pokarmowych zmniejszonym o połowę), a następnie na pożywkę SNA (Leslie i Summerell 2006), na podstawie ich cech morfologicznych według kluczy Domscha i in. (1986), Kwaśnej i in. (1991) oraz Leslie i Summerell'a (2006).

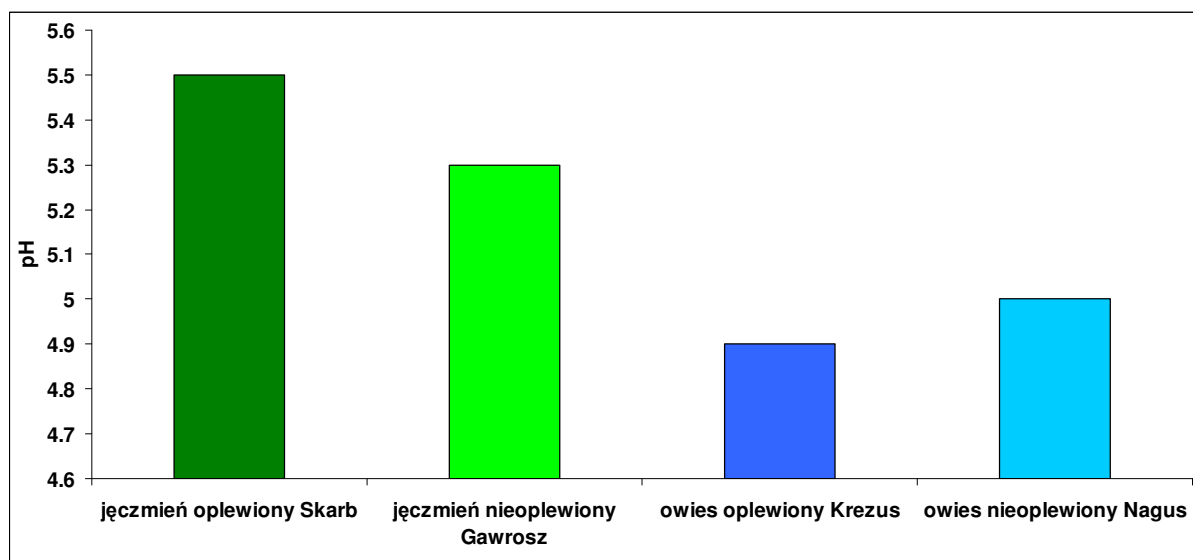
Do oceny w jakim stopniu zespoły sierpików pochodzące z korzeni roślin z jednej serii doświadczalnych różnią się od zespołów tych grzybów z korzeni roślin z innych serii doświadczalnych wyliczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy wartościami procentowego udziału poszczególnych dziewięciu gatunków *Fusarium* w zespołach sierpików z poszczególnych części korzeni: podstawy źdźbła, górnych części korzeni i dolnych części korzeni ($n = 9 + 9 + 9 = 27$).

Omówienie wyników

Liczebności JTK grzybów oznaczono jedynie w glebie ryzosferowej jęczmienia i owsa uprawianych w siewie czystym. Ogólna liczebność JTK grzybów oraz JTK grzybów z rodzaju *Fusarium* były istotnie wyższe w ryzosferze jęczmienia niż w ryzosferze owsa (Rys. 5 i 6). Udział JTK *Fusarium* w JTK wszystkich grzybów był podobny (Rys. 5), a liczebności JTK obu grup grzybów były ze sobą istotnie skorelowane ($r = 0.986$, $P < 0.05$, $n = 4$). *F. equiseti* był najliczniejszym gatunkiem *Fusarium* w zawieszynie gleb ryzosferowych obu odmian jęczmienia. Ponadto w przypadku odmiany Skarb stwierdzono obecność *F. graminearum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* i *F. avenaceum*, a w glebie ryzosferowej odmiany Gawrosz *F. oxysporum*, *F. solani* i *F. avenaceum*. W zawieszynie gleby ryzosferowej odmiany owsa Krezus najliczniejszym gatunkiem był *F. avenaceum*, ponadto izolowano *F. solani*, *F. equiseti*, *F. culmorum* i *F. oxysporum*. W zawieszynie gleby ryzosferowej odmiany owsa Nagus najliczniej występowały JTK *F. oxysporum* i *F. culmorum*. Oprócz tego stwierdzono obecność JTK *F. avenaceum*, *F. equiseti* i *F. solani*.



Rys. 5. (A) - Ogólna liczebność JTK grzybów, oznaczana na pożywce CZID oraz (B) – liczebność JTK grzybów z rodzaju *Fusarium* (średnie z pożywek PPA i CZID, ponieważ uzyskane wyniki z obu pożywek były podobne) w glebach ryzosferowych jęczmienia i owsa. Dane procentowe znajdujące się na wykresie B informują o procentowym udziale JTK sierpików w ogólnej liczebności JTK grzybów. Wartości przedstawione jako wysokość kolumn zaznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P < 0.05$.



Rys. 6. Odczyn wodnych zawiesin gleb ryzosferowych jęczmienia i owsa używanych do badania liczebności JTK grzybów.

Rys. 6 przedstawia wartości pH zawiesin gleb ryzosferowych (ściśle przylegających do korzeni). Odczyn zawiesin gleb ryzosferowych jęczmienia był o ok. ½ jednostki pH wyższy od odczynu zawiesin gleb ryzosferowych owsa. Układ wartości pH zawiesin gleb ryzosferowych (Rys. 6) jest bardzo podobny do układu liczebności JTK grzybów: Skarb > Gawrosz > Nagus > Krezus (Rys. 5A i 5B) i odczyn gleb ryzosferowych jest istotnie skorelowany z liczebnością JTK sierpików ($r = 0.994$, $P < 0.01$, $n = 4$) i ogólną liczebnością JTK grzybów ($r = 0.983$, $P < 0.05$, $n = 4$).

Z 720 odcinków opłukanych od gleby korzeni roślin uzyskano 1290 izolatów *Fusarium* (216 z podstaw źdźbła, 558 z górnych części korzeni i 516 z dolnych części korzeni), co stanowi średnio 1,8 izolata grzybowego na 1 odcinek korzenia. Stwierdzono obecność dziewięciu gatunków *Fusarium*: *F. oxysporum* (345 izolatów), *F. culmorum* (340 izolatów), *F. equiseti* (279 izolatów), *F. solani* (146 izolatów), *F. avenaceum* (98 izolatów), *F. graminearum* (33 izolaty), *F. sporotrichioides* (28 izolatów), *F. crookwelense* (11 izolatów) i *F. tricinctum* (7 izolatów). Trzy izolaty nie zostały zidentyfikowane z powodu braku zarodników.

Z korzeni jęczmienia wyizolowano 599 izolatów *Fusarium*, w tym udział *F. oxysporum* wynosił 31,2%, *F. equiseti* 24,5%, *F. culmorum* 17,4%, *F. solani* 13,4%, *F. avenaceum* 4,8%, *F. graminearum* 4,3%, *F. sporotrichioides* 2,5%, *F. crookwelense* 1,0%, *F. tricinctum* 0,5% i *Fusarium* sp. 0,3%.

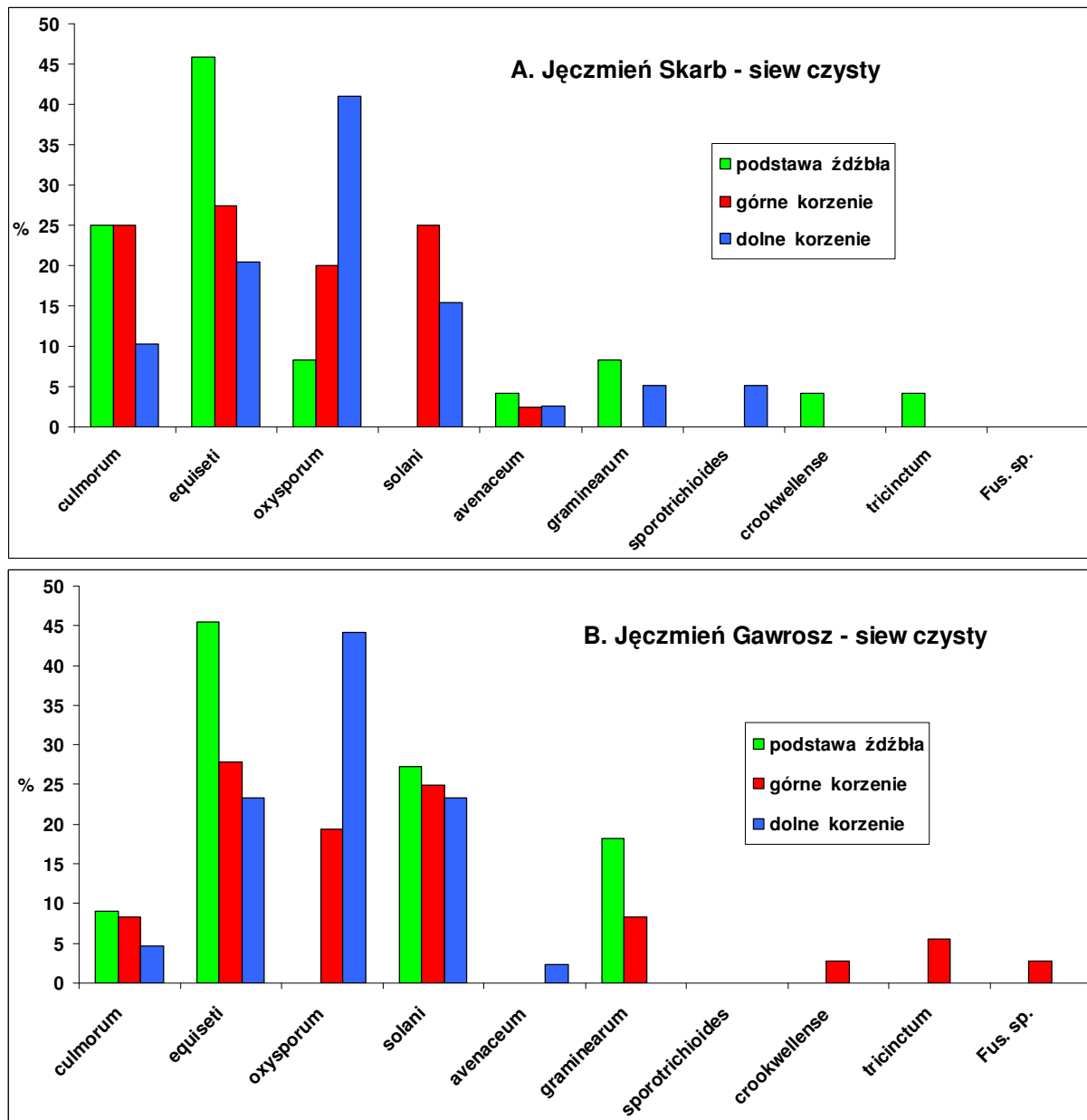
Z korzeni owsa wyizolowano 691 izolatów *Fusarium*, w tym udział *F. culmorum* stanowił 32,3%, *F. oxysporum* 24,0%, *F. equiseti* 19,8%, *F. avenaceum* 10,0%, *F. solani*

9,6%, *F. sporotrichioides* 1,9%, *F. graminearum* 1,0%, *F. crookwelense* 0,7%, *F. tricinctum* 0,6% i *Fusarium* sp. 0,1%.

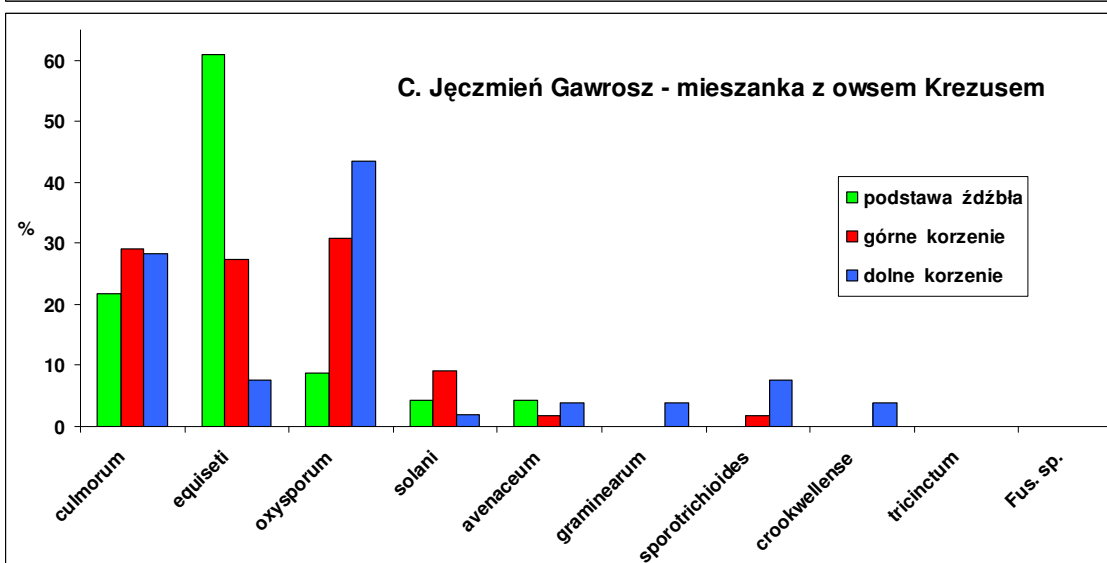
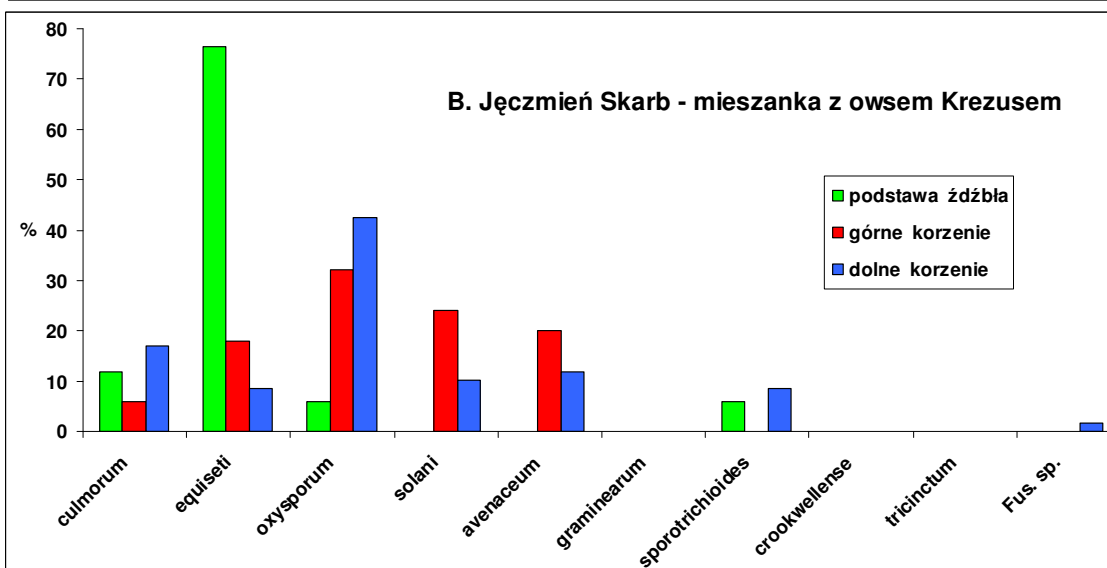
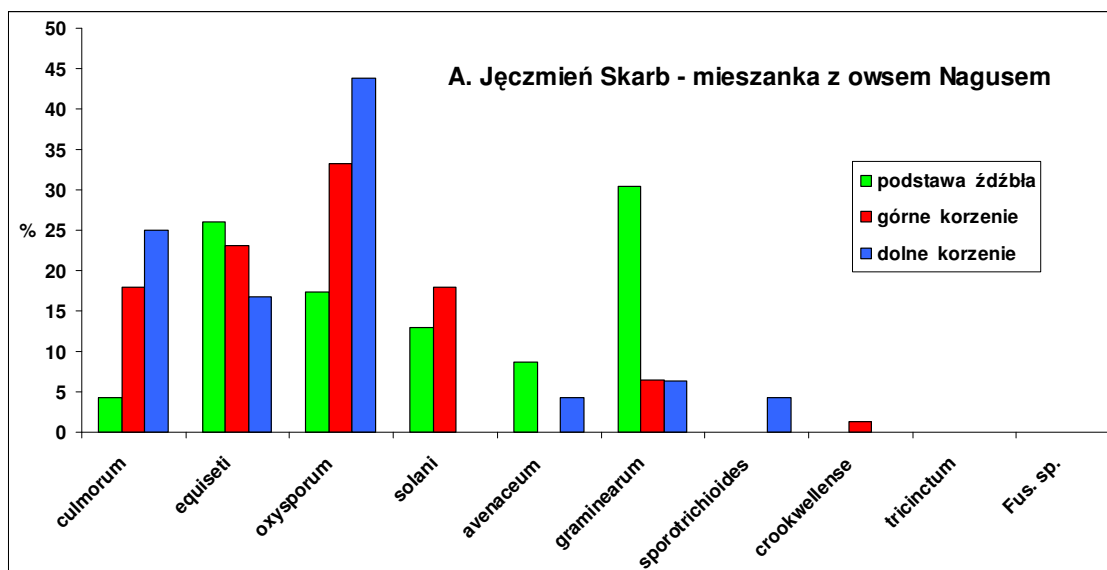
Stwierdzono wyraźne różnice pomiędzy zespołami sierpików wyizolowanymi z korzeni owsa od zespołów tych grzybów z korzeni jęczmienia, zarówno w przypadku roślin uprawianych w siewie czystym jak i pochodzących z mieszanek dwugatunkowych (Rys. 7, 8, 9 i 10). Jęczmień, w porównaniu do owsa, charakteryzował się niższym udziałem *F. culmorum* (średnio: 14,4% na podstawie źdźbła, 16,9% na górnych częściach korzeni i 15,4% na dolnych częściach korzeni, w porównaniu do 43,8%, 28,0% i 35,4% u owsa), wyższym udziałem *F. equiseti* na podstawie źdźbła (średnio 51,0% w porównaniu do 14,0% u owsa), wyższym udziałem *F. graminearum* na podstawie źdźbła (średnio 11,4% w porównaniu do 0% u owsa), niższym udziałem *F. avenaceum* (średnio: 3,4% na podstawie źdźbła, 4,9% na górnych częściach korzeni i 5,0% na dolnych częściach korzeni w porównaniu do 8,6%, 11,1% i 9,6% u owsa), niższym udziałem *F. sporotrichioides* na podstawie źdźbła (1,2% w porównaniu do 5,9%). Ponadto u jęczmienia obserwowano stopniowy wzrost udziału *F. oxysporum* przy przejściu od podstawy źdźbła, poprzez górne części korzeni do dolnych części korzeni (średnio: 8,1% → 27,1% → 43,0%), natomiast w przypadku owsa udział tego gatunku sierpików pozostawał na podobnym poziomie (średnio: 20,4% ≈ 22,2% ≈ 28,4%). Wraz ze wzrostem udziału *F. oxysporum* na korzeniach jęczmienia od podstawy źdźbła do dolnych części korzeni obserwowano stopniowy spadek udziału *F. equiseti* (średnio: 51,0% → 25,1% → 17,0%), natomiast udział *F. equiseti* na korzeniach owsa nie ulegał większym zmianom (średnio: 14,0% ≈ 21,4% ≈ 15,4%) (Rys. 7, 8, 9 i 10).

Obserwowano też wyraźne różnice pomiędzy roślinami uprawianymi w siewie czystym a uprawianymi w mieszankach. Zespoły sierpików izolowane z korzeni owsa uprawianego w mieszankach z jęczmieniem charakteryzowały się, w porównaniu do zespołów tych grzybów z korzeni owsa uprawianego w siewie czystym, wyższym udziałem *F. culmorum* (średnio: na podstawie źdźbła 51,0% vs. 33,0%, na górnych częściach korzeni 30,4% vs. 24,4% i na dolnych częściach korzeni 41,9% vs. 25,8%) i niższym udziałem *F. oxysporum* (średnio: na podstawie źdźbła 8,3% vs. 38,6%, na górnych częściach korzeni 19,9% vs. 25,6% i na dolnych częściach korzeni 14,9% vs. 39,3%) (Rys. 9 i 10). Także zespoły grzybów z rodzaju *Fusarium* izolowane z korzeni jęczmienia uprawianego w mieszankach z owsem różniły się od zespołów tych grzybów z korzeni jęczmienia uprawianego w siewie czystym, wyższym udziałem *F. culmorum* na dolnych częściach korzeni (średnio: 20,6% vs. 7,5%) a niższym udziałem *F. solani* (średnio: 4,0% vs. 19,3%) i *F. equiseti* (średnio: 13,7% vs. 21,9%) (Rys. 7 i 8). Mieszanka jęczmienia Skarb z owsem

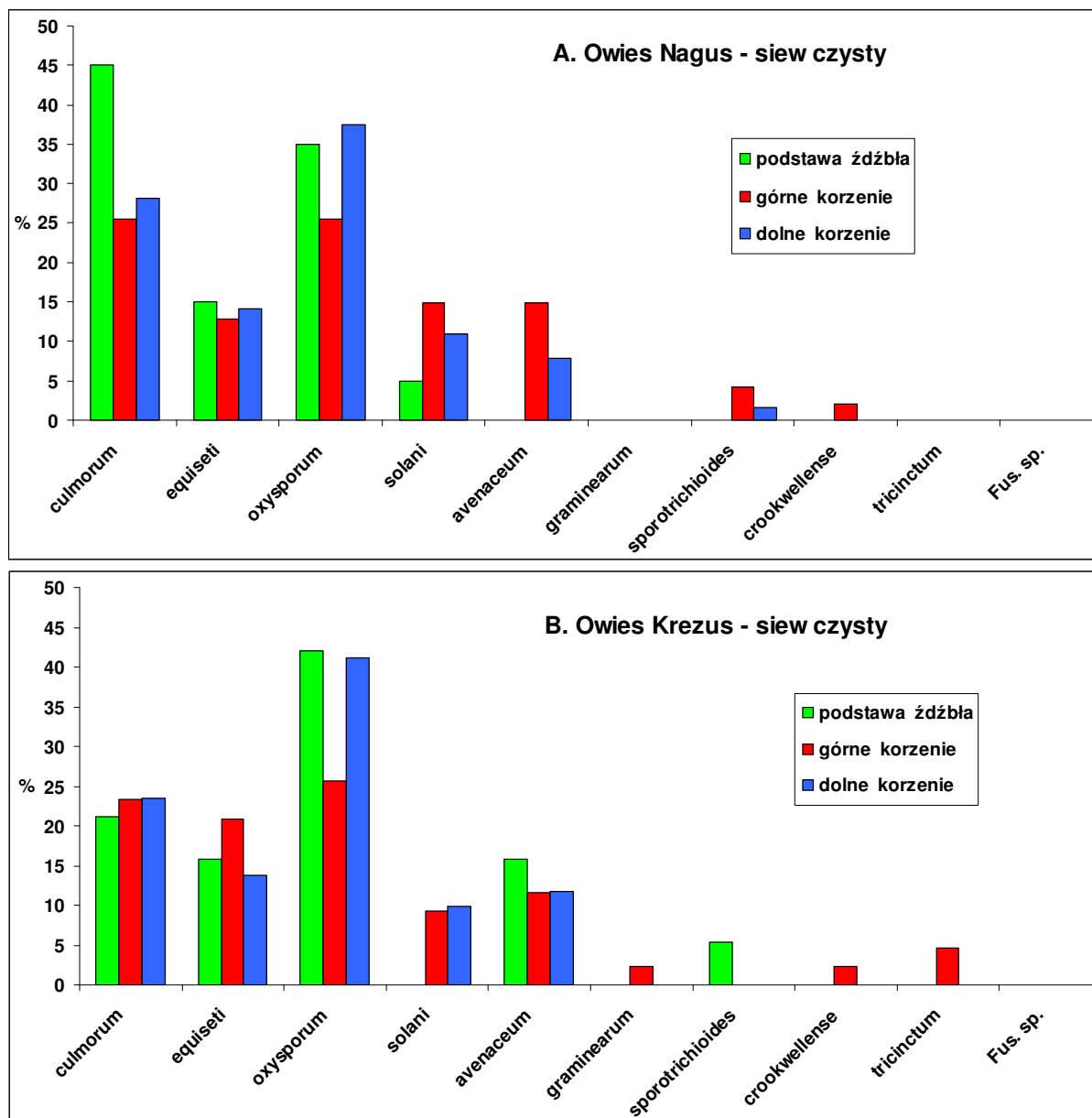
Krezusem różniła się od dwu pozostałych mieszanek owsa z jęczmieniem niższym udziałem *F. culmorum* na korzeniach obu gatunków roślin (Rys. 8 i 10).



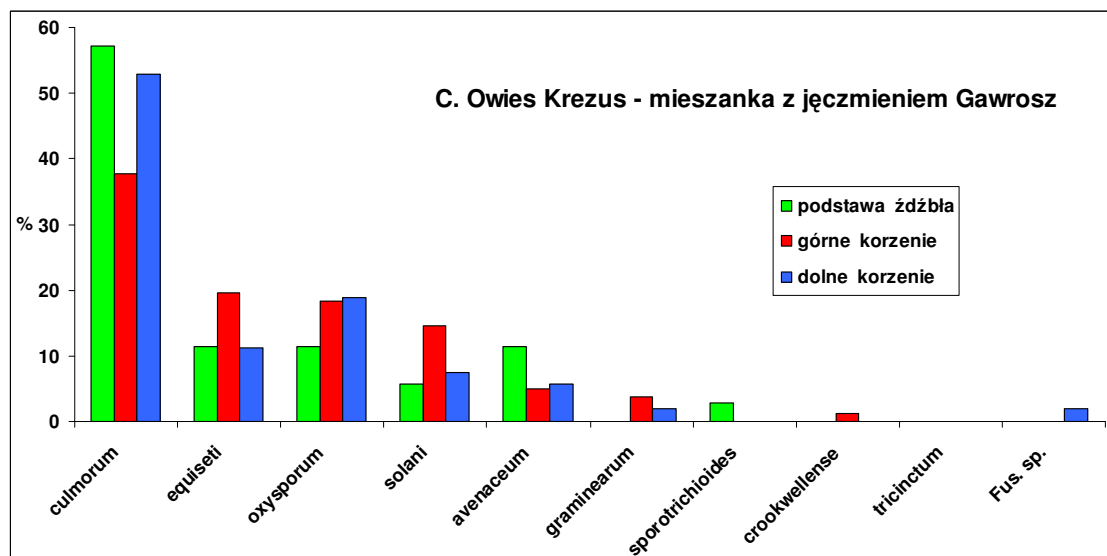
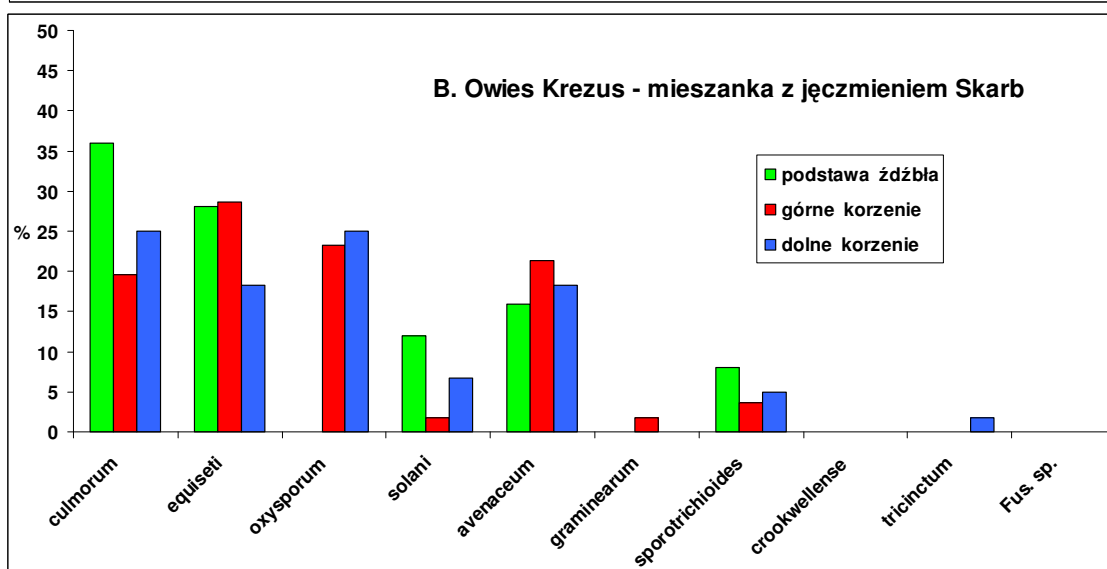
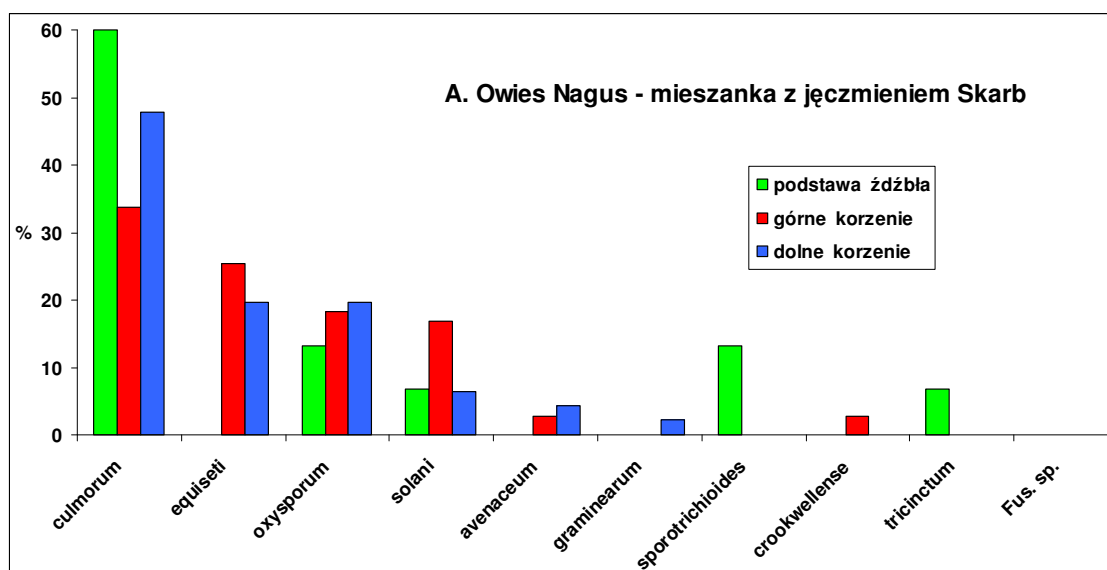
Rys. 7. Udział procentowy poszczególnych gatunków w zespołach *Fusarium* wyizolowanych z różnych części korzeni jęczmienia (A - odmiana Skarb i B – odmiana Gawrosz) wysiewanego pojedynczo



Rys. 8. Udział procentowy poszczególnych gatunków w zespołach *Fusarium* wyizolowanych z różnych części korzeni jęczmienia uprawianego w mieszankach dwugatunkowych z owsem (A - odmiana Skarb z owsem Nagusem, B – odmiana Skarb z owsem Krezusem, C – odmiana Gawrosz z owsem Krezusem)



Rys. 9. Udział procentowy poszczególnych gatunków w zespołach *Fusarium* wyizolowanych z różnych części korzeni owsa (A - odmiana Nagus i B – odmiana Krezus) wysiewanego pojedynczo

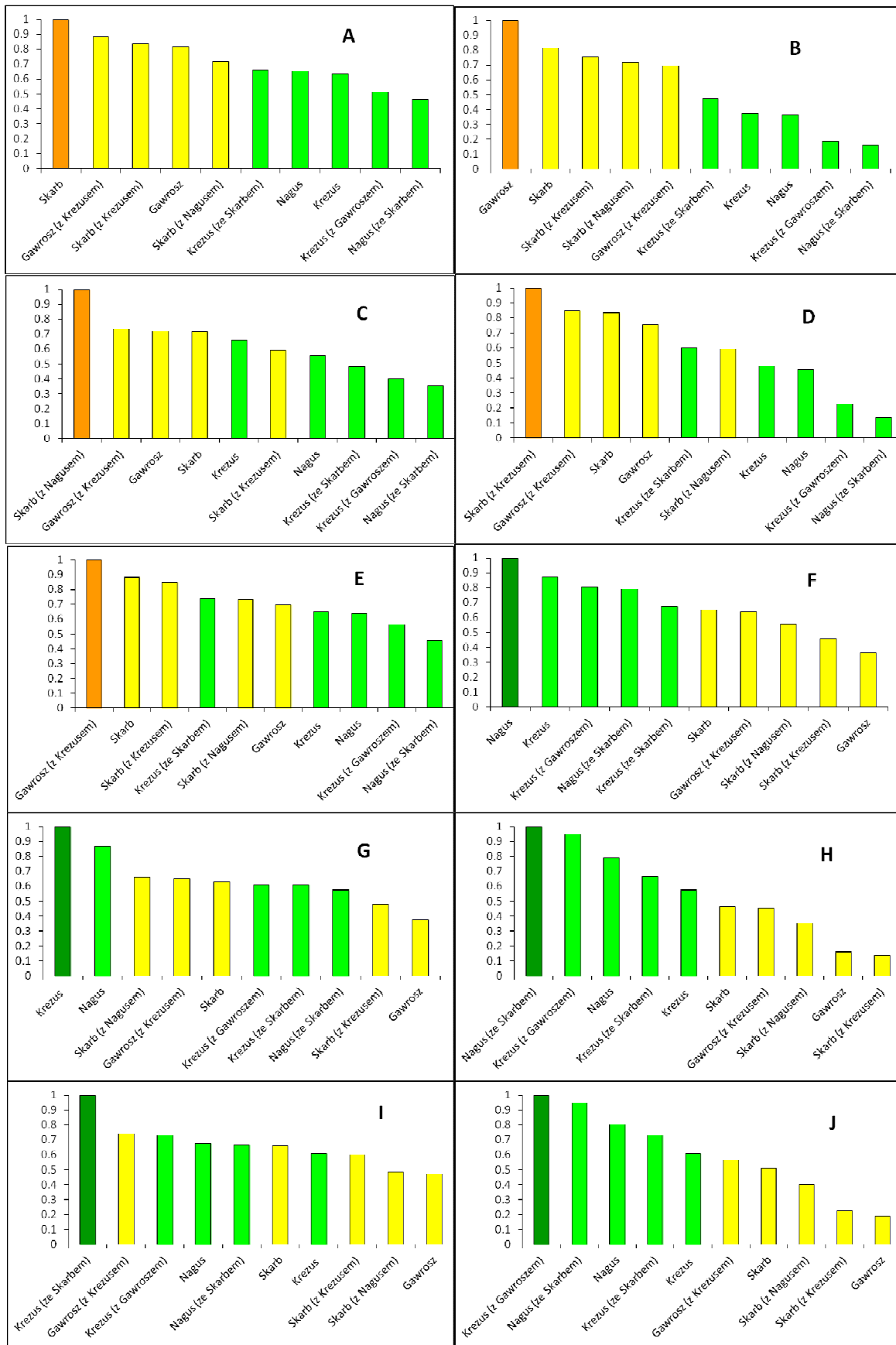


Rys. 10. Udział procentowy poszczególnych gatunków w zespołach *Fusarium* wyizolowanych z różnych części korzeni owsa uprawianego w mieszankach dwugatunkowych z jęczmieniem (A - odmiana Nagus z jęczmieniem Skarb, B – odmiana Krezus z jęczmieniem Skarb, C – odmiana Krezus z jęczmieniem Gawrosz)

Wyznaczenie współczynników korelacji pomiędzy procentowymi udziałami dziewięciu zidentyfikowanych gatunków *Fusarium* w zespołach tych grzybów wyizolowanych z różnych części korzeni roślin pochodzących z poszczególnych serii doświadczalnych sugeruje, że zespoły sierpików z korzeni owsa i jęczmienia różnią się istotnie. Wzajemne korelacje w obrębie różnych serii doświadczalnych z jęczmieniem (uprawianego zarówno w siewie czystym jak i w mieszankach) oraz wzajemne korelacje w obrębie różnych serii doświadczalnych z owsem (uprawianego zarówno w siewie czystym jak i w mieszankach) są wyraźnie wyższe od korelacji pomiędzy zespołami sierpików z korzeni jęczmienia a zespołami tych grzybów z korzeni owsa (Rys. 11). Współczynniki interkorelacji wewnątrz serii doświadczalnych z jęczmieniem wahały się w granicach 0,592 – 0,881 (średnio 0,758; mediana 0,745), wewnątrz serii doświadczalnych z owsem w granicach 0,609 – 0,872 (średnio 0,728; mediana 0,729), a korelacje pomiędzy seriami jęczmienia z seriami owsa w granicach 0,135 – 0,739 (średnio 0,474; mediana 0,480). Dane te dowodzą, że zespoły sierpików pochodzące z korzeni owsa z różnych serii doświadczalnych, zarówno uprawianego w siewie czystym jak i w mieszankach z jęczmieniem są w większym stopniu podobne do siebie niż do zespołów tych grzybów z korzeni jęczmienia. To samo można stwierdzić na temat zespołów grzybów *Fusarium* z korzeni jęczmienia (Rys. 11). Należy dodać, że główny wpływ na uzyskane różnice pomiędzy zespołami z korzeni sierpików owsa i jęczmienia mają dane z podstaw źdźbła.

Oprócz grzybów z rodzaju *Fusarium*, z korzeni wszystkich badanych roślin wykładanych na pożywkę CZID izolowano *Gliocladium roseum* i *G. catenulatum*. Po inkubacji dłuższej niż 10 dni na płytkach z pożywką CZID z wyłożonymi korzeniami roślin stwierdzano obecność nicieni (na 100% płytek z wyłożonymi fragmentami podstaw źdźbła, na 40% płytek z górnymi częściami korzeni jęczmienia i 60% z górnymi częściami owsa oraz na ok. 20% płytek z dolnymi częściami obu roślin). Ponadto, na korzeniach jęczmienia, w przeciwieństwie do owsa, stwierdzono charakterystyczne objawy infekcji przez *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*.

Rys. 11 (na następnej stronie). Współczynniki korelacji pomiędzy procentowym udziałem 9 gatunków *Fusarium* w zespołach tych grzybów z korzeni jęczmienia (od A do E - pomarańczowe pierwsze kolumny) lub owsa (od F do J - ciemno zielone pierwsze kolumny) a procentowym udziałem 9 gatunków *Fusarium* w innych zespołach sierpików (z korzeni jęczmienia – kolumny żółte i z korzeni owsa - kolumny jasno zielone)



LITERATURA

1. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.-H. 1986. Compendium of Soil Fungi. Vol. 1 i 2, 859 + 405 ss.
2. Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. Grzyby. Tom XXII. Polska Akademia Nauk. 152 ss.
3. Leslie J.F., Summerell B.A. 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing 388 ss.
4. Samson R.A., Hocking A.D., Pitt J.I., King A.D. 1992. Modern Methods in Food Mycology. 371-375. Elsevier, Appendix – Media.

Zadanie 4. Określenie zawartości kwasów hydroksamowych (związków o potencjale allelopatycznym) w częściach nadziemnych i korzeniach pszenicy z wybranych obiektów.

Oznaczanie zawartości kwasów hydroksamowych w częściach nadziemnych i korzeniach pszenicy

Części nadziemne i korzenie pszenicy zamrażano, zliofilizowano i zmielono. Ekstrakcję materiału roślinnego (100 mg) wykonano przy użyciu ekstraktora ASE 200 (DIONEX) roztworem MeOH : H₂O : CH₃COOH (80:20:1; v/v), w temperaturze 60°C. Cele ekstrakcyjne wypełniano złożem C-18, o wielkości ziaren 40-63 µm, w ilości 750 mg (ekstrakcja części nadziemnych) lub 250 mg (ekstrakcja korzeni). Ekstrakty odparowywano do sucha pod zmniejszonym ciśnieniem i rozpuszczano ilościowo w 1ml 50% MeOH w 1% AcOH.

Analizę UPLC-MS kwasów hydroksamowych: HBOA, HMBOA, MBOA, DiBOA, DiMBOA, Glu-DiBOA, Glu-DiMBOA wykonano na chromatografii cieczowej Waters ACQUITY UPLC sprzężonym ze spektrometrem mas Waters TQD w trybie SRM (monitorowanie wybranych reakcji), jonizacja ujemna oraz DAD UV (255 nm). Kwasy hydroksamowe rozdzielano na kolumnie analitycznej ACQUITY UPLC BEH C18 (1,0 x 100 mm, 1,7 µm) w temperaturze 50°C. Zastosowano gradient 0,1% HCOOH-MeCN.

Począwszy od fazy wschodów analizowano próby roślin z wybranych faz rozwojowych pszenicy w celu określenia zawartości związków allelopatycznych.

W tabelach 1 - 4 przedstawiono wyniki badań nad zawartością kwasów hydroksamowych w pszenicy uprawianej w różnych technologiach (A, B, C) w RZD Grabów oraz w SD Osiny. Oznaczano zawartość kwasów hydroksamowych w zróżnicowanych fazach rozwojowych.

Tabela 1. Zawartość kwasu hydroksamowego (Hx) w pszenicy jarej w części nadziemnej ($\mu\text{g/g}$ S.M.) w Grabowie

Faza	Technologia	HBOA	DIBOA	GDIMBOA	DIMBOA	MBOA	Suma
Wschody	A	5,86	0,45	29,68	353,64	71,86	461,49
	B	6,32	< l. w.	11,09	189,57	50,37	257,35
	C	< l. w.*	< l. w.	11,18	193,86	59,62	264,66
Krzewienie	A	< l. w.	< l. w.	< l. o.	5,54	< l. w.	5,54
	B	< l. w.	< l. w.	0,19	< l. w.	< l. w.	0,19
	C	< l. w.	< l. w.	0	< l. w.	< l. w.	0
Strzelanie w źdźbło	A	< l. w.	< l. w.	0,99	4,77	< l. w.	5,76
	B	< l. w.	< l. w.	0	< l. w.	< l. w.	0
	C	< l. w.	< l. w.	6,89	10,25	< l. w.	17,14
Kłoszenie	A	< l. w.	< l. w.	< l. o.	< l. w.	< l. w.	0
	B	< l. w.	< l. w.	< l. o.	< l. w.	< l. w.	0
	C	< l. w.	< l. w.	< l. w.	< l. w.	< l. w.	0

* < l.w. - poniżej limitu wykrywalności

** < l.o. - poniżej limitu oznaczalności

Nie wykryto: GDIBOA, GTRIBOA

S.M = Sucha Masa

HBOA = 2-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-one, MBOA = 6-methoxybenzoxazolin-2-one,

DiBOA = 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one,

DiMBOA = 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one

G-DiMBOA = DiMBOA- β -D-glucoside

HMBOA = 2-hydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one, G-DiBOA = DiBOA- β -D-glucoside

Tabela 2. Zawartość kwasu hydroksamowego w pszenicy jarej w części nadziemnej ($\mu\text{g/g}$ S.M.) w Osinach

Faza	Odmiana	HBOA	DIBOA	GDIMBOA	DIMBOA	MBOA	Suma
Wschody	Bombona	7,61	< l. o.	6,4	348,54	80,64	443,19
	Tybalt	15,34	< l. o.	7,05	237,29	144,01	403,69
Krzewienie	Bombona	5,12	< l. w.	0,94	169,72	39,49	215,27
	Tybalt	16,17	< l. w.	< l. o.	290,8	125,71	432,68
Strzelanie w źdźbło	Bombona	< l. w.	< l. w.	1,71	9,11	< l. w.	10,82
	Tybalt	5,3	< l. w.	22,7	18,82	16,53	63,35
Kłoszenie	Bombona	< l. w.	< l. w.	< l. w.	< l. w.	< l. w.	0
	Tybalt	< l. w.	< l. w.	7,12	2,19	< l. w.	9,31

* < l.w. - poniżej limitu wykrywalności

** < l.o. - poniżej limitu oznaczalności

Tabela 3. Zawartość kwasu hydroksamowego w pszenicy jarej w korzeniach ($\mu\text{g/g}$ S.M.) w Grabowie

Faza	Technologia	HBOA	DIBOA	GDIMBOA	DIMBOA	MBOA	Suma
Wschody	A	8,43	45,55	478,5	402,05	140,73	175,26
	B	< l. w.	< l. w.	114	4,37	14,31	132,68
	C	< l. w.	20,34	203,66	167,25	78,58	469,83
Krzewienie	A	< l. w.	< l. w.	191,81	4,62	16,97	213,40
	B	< l. w.	< l. w.	206,64	< l. w.	6,72	213,36
	C	< l. w.	< l. o.	247,47	5,69	29,52	282,68
Strzelanie w źdźbło	A	6,73	30,92	338,29	187,09	72,37	635,40
	B	< l. w.	< l. w.	92,24	< l. w.	14,61	106,85
	C	< l. w.	< l. o.	115,94	< l. w.	12,62	128,56
Kłoszenie	A	< l. w.	< l. w.	218,11	< l. w.	15,95	234,06
	B	< l. w.	< l. w.	113,8	< l. w.	6,35	120,15
	C	< l. w.	< l. w.	91,8	< l. w.	2,33	94,13

* < l.w. - poniżej limitu wykrywalności

** < l.o. - poniżej limitu oznaczalności

Tabela 4. Zawartość kwasu hydroksamowego w pszenicy jarej w korzeniach ($\mu\text{g/g}$ S.M.) w Osinach

Faza	Odmiana	HBOA	DIBOA	GDIMBOA	DIMBOA	MBOA	Suma
Wschody	Bombona	9,23	24,44	345,9	454,31	235,43	1069,31
	Tybalt	10,95	2,23	353,11	226,02	260	852,31
Krzewienie	Bombona	7,93	4,4	307,46	453,86	158,86	932,51
	Tybalt	11,4	13,11	354,58	350,17	266,32	995,58
Strzelanie w źdźbło	Bombona	< l. w.	< l. w.	178,04	26,5	25,87	230,41
	Tybalt	< l. w.	< l. w.	283	36,29	68,07	387,36
Kłoszenie	Bombona	< l. w.	< l. w.	180,93	5,72	13,41	200,06
	Tybalt	< l. w.	< l. w.	169,33	13,2	28,2	210,73

* < l.w. - poniżej limitu wykrywalności

** < l.o. - poniżej limitu oznaczalności

Największe ilości kwasów hydroksamowych stwierdzono w fazie wschodów roślin pszenicy. Rośliny uprawiane według technologii A charakteryzowały się największą sumaryczną ilością Hx. w części nadziemnej pszenicy w początkowej fazie wzrostu.

W fazach: krzewienia i strzelania w źdźbło odmiana Tybalt wyróżniała się najwyższą ilością omawianych związków w części nadziemnej rośliny.

Kwas DiMBOA wystąpił w największych ilościach u badanych roślin, zwłaszcza w części nadziemnej roślin.

Ilość poszczególnych kwasów była bardziej zróżnicowana w częściach korzeniowych roślin w badanych obiektach.

Zadanie 5. Ocena wpływu ekstraktów z roślin jęczmienia i owsa (z upraw ekologicznych) na kiełkowanie roślin testowych-zastosowanie nowego testu Phytotostkit.

Badania dotyczyły sprawdzenia, jaki rodzaj aktywności biologicznej wykazują kwasy fenolowe syntetyzowane przez części nadziemne i korzenie jęczmienia oraz saponiny wytwarzane przez części nadziemne i korzenie owsa.

W tym celu przeprowadzono badania polegające na pobraniu prób roślin (z upraw ekologicznych) z faz, w których ilość oznaczonych związków jest największa. Zostały wykonane ekstrakty i został sprawdzony wpływ ekstraktu na hamowanie procesu kiełkowania roślin testowych.

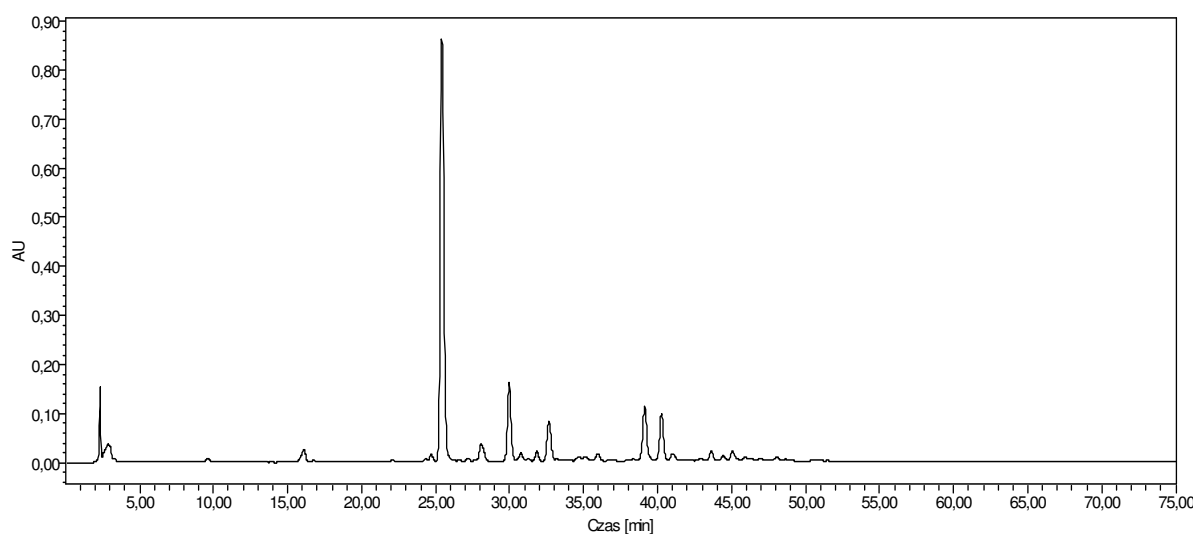
W badaniach wykorzystano nowy test PHYTOTOKKIT do wykrywania potencjału allelopatycznego.

Przygotowanie preparatu zawierającego związki fenolowe z części nadziemnych jęczmienia

Części nadziemne jęczmienia bezpośrednio po zbiorze zamrożono, zliofilizowano i zmielono. Materiał roślinny (287 g) poddano ekstrakcji 80% MeOH na gorąco pod chłodnicą zwrotną, przesączono; supernatant odparowano pod obniżonym ciśnieniem i zliofilizowano. Ekstrakt frakcjonowano przy zastosowaniu chromatografii kolumnowej (6 x 10 cm, RP-18, 40-63 μm) wymywając kolumnę kolejno wodą, w celu usunięcia polisacharydów, i 50% wodnym roztworem metanolu. Po zateżeniu do sucha frakcji metanolowej, zawierającej związki fenolowe (kwasy fenolowe i flawonoidy) uzyskano 8,2 g preparatu, który zastosowano do testów aktywności biologicznej. Wydajność ekstrakcji związków fenolowych z suszu części nadziemnych jęczmienia wynosiła 2,86%.

W celu określenia wpływu związków fenolowych na hamowanie wzrostu grzybów chorobotwórczych oraz kiełkowanie nasion i wzrost pędów i korzeni gorczycy przeprowadzono standaryzację frakcji fenolowej. Zawartość związków fenolowych we frakcji oznaczono metodą wysokociśnieniowej chromatografii cieczowej (HPLC) na chromatografie firmy Waters, wyposażonym w detektor PDA 996, pompę 616 i oprogramowanie Millennium. Analizę wykonano na kolumnie Eurospher-100 (C18, 4 x 250 mm, 5 μm , Knauer), w temperaturze 50°C i gradientowym systemie elucji: 11,4 - 57% MeOH w 0,1% H₃PO₄. Przy przepływie 1 ml/min czas trwania analizy wynosił 70 min. Sumaryczna zawartość związków

fenolowych została oznaczona w przeliczeniu na rutynę i wynosi 0,63 mg/g suchej masy części nadziemnych oraz 22,05 mg/g suchej masy frakcji fenolowej



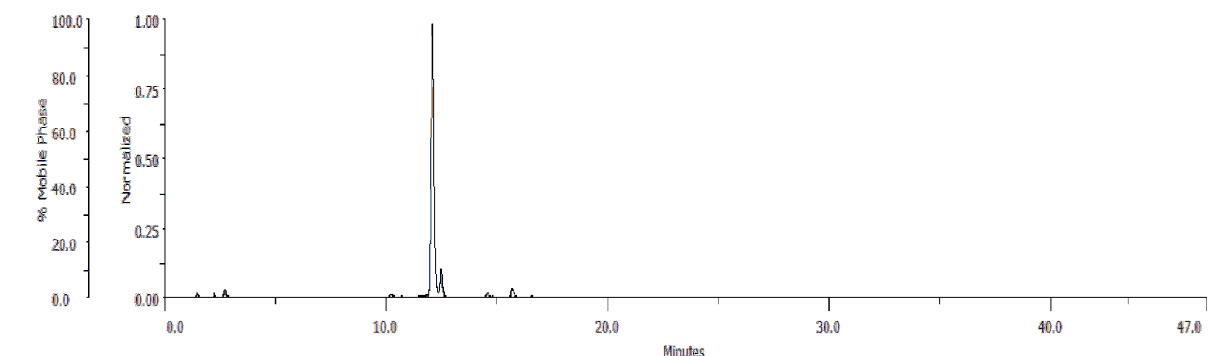
Rys. 12 Chromatogram analizy HPLC frakcji fenolowej części nadziemnych jęczmienia

Przygotowanie preparatów zawierających saponiny z części nadziemnych i korzeni owsa

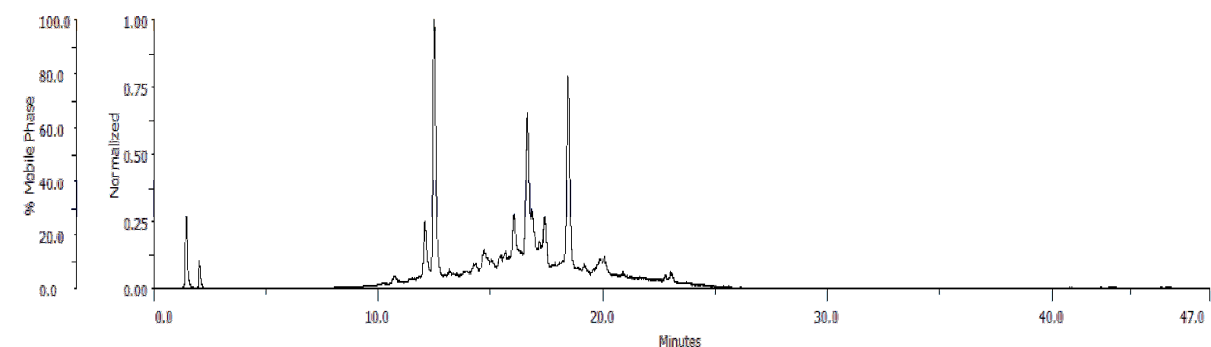
Części nadziemne (94 g) i korzenie (17 g) owsa bezpośrednio po zbiorze zamrożono w temperaturze -18°C , zliofilizowano i zmielono. Materiał poddano ekstrakcji w czasie 1 godziny na gorąco pod chłodnicą zwrotną 80% wodnym roztworem MeOH, zatężono pod zmniejszonym ciśnieniem do usunięcia rozpuszczalnika. Ekstrakty frakcjonowano na kolumnie preparatywnej (6 x 10 cm, RP-18, 40-63 μm) eluując ją kolejno wodą destylowaną (w celu usunięcia polisacharydów), 40% roztworem metanolu (w celu usunięcia związków fenolowych) oraz 80% roztworem metanolu. Po zatężeniu do sucha frakcji metanolowych, zawierających związki saponinowe części nadziemnych i korzeni uzyskano odpowiednio 1,3 oraz 0,17 g preparatów, które zastosowano do testów aktywności biologicznej. Wydajność ekstrakcji związków saponinowych z suszu części nadziemnych i korzeni owsa wynosiła odpowiednio 1,38 oraz 1,0%.

Standaryzację preparatów wykonano na wysokosprawnym chromatografie cieczowym HPLC Gilson, połączonym z detektorem PrepELS II (ELSD), wyposażonym w kolumnę ze złożem Eurospher C 18 (4 x 250 mm, 5 μm ; Knauer), w gradiencie rozpuszczalników od 20% do 80% roztworu acetonitrylu w 0,1% kwasie mrówkowym, w temperaturze 35°C , przy przepływie 1,27 ml/min, w czasie 40 minut. Do oznaczenia ilościowego saponin jako wzorca użyto

sojasaponiny I. Sumaryczna zawartość saponin w częściach nadziemnych wynosiła 8,33 mg/g suchej masy rośliny i 602,10 mg/g suchej masy frakcji saponinowej, natomiast w korzeniach 2,44 mg/g suchej masy rośliny i 243,81 mg/g suchej masy frakcji saponinowej.



Rys. 13. Chromatogram analizy HPLC frakcji saponinowej części nadziemnych owsa



Rys. 14. Chromatogram analizy HPLC frakcji saponinowej korzeni owsa

W badaniach oceniono wpływ ekstraktów pozyskanych z upraw ekologicznych w Chwałowicach na zdolność kiełkowania i wzrost części nadziemnej oraz korzeni gorczycy białej (*Sinapis alba*) roślina wskaźnikowa. Doświadczenie przeprowadzono z użyciem testu kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin – Phytotoxkit.

Tabela 5. Wpływ różnych ekstraktów z części nadziemnej jęczmienia oraz części nadziemnej i korzeniowej owsa na wzrost części nadziemnej i korzeni gorczycy (średnie z 3 powtórzeń)

Ekstrakt z rośliny	Stężenie (mg/ml)	Badana cecha	Suma długości (mm)	Średnia długość (mm)	odchylenie standardowe
Jęczmień	0,3	cz. nad.	292,65	29,27	4,63
		korzeń	709,01	70,90	9,24
	0,6	cz. nad.	257,07	25,71	5,60
		korzeń	569,94	57,00	10,86
	0,9	cz. nad.	268,52	26,85	6,98
		korzeń	520,76	52,08	12,57
Owies cz. nadziemna	0,3	cz. nad.	298,96	29,90	7,26
		korzeń	677,09	67,71	15,72
	0,6	cz. nad.	275,75	27,57	7,34
		korzeń	572,91	57,29	17,20
	0,9	cz. nad.	261,78	26,18	4,85
		korzeń	635,46	63,55	10,92
Owies korzenie	0,3	cz. nad.	305,81	30,58	7,41
		korzeń	733,08	73,31	10,39
	0,6	cz. nad.	269,75	26,98	6,05
		korzeń	505,27	50,53	13,40
	0,9	cz. nad.	259,48	25,95	4,50
		korzeń	421,18	42,12	10,23
obiekt kontrolny		cz. nad.	415,24	41,52	9,23
		korzeń	695,65	69,56	13,42

W przypadku jęczmienia obserwowano hamowanie wzrostu korzeni gorczycy w miarę zwiększania stężenia ekstraktu.

Zwiększenie stężenia ekstraktu z 0,3 do 0,9 mg/ml z owsa (z części nadziemnej i korzeni) wpływało na ograniczenie części nadziemnej rośliny wskaźnikowej o 10-12%. Stwierdzono silny wpływ ekstraktu wytworzonego z korzeni owsa na wzrost korzeni rośliny wskaźnikowej. Przy największym stężeniu 0,9 mg/ml – suma długości korzeni gorczycy była mniejsza o 30 % niż przy najmniejszym stężeniu 0,3 mg/ml.

OCENA EFEKTU FUNGICYDOWEGO EKSTRAKTÓW UZYSKANYCH Z EKOLOGICZNIE UPRAWIANYCH ROŚLIN JĘCZMIENIA

Istnieje teoria, że kwasy fenolowe roślina syntetyzuje w celu ochrony przed chorobami. W badaniach sprawdzano, czy dostarczenie w sposób dolistny związków fenolowych (uzyskanych z upraw ekologicznych) zwiększa dodatkowo odporność rośliny na choroby (określono stężenia ekstraktu) - badania wazonowe.

Oznaczanie zawartości kwasów fenolowych w częściach nadziemnych i korzeniach jęczmienia

Części nadziemne i korzenie jęczmienia zamrażano, zliofilizowano i zmielono. Ekstrakcję materiału roślinnego (100 mg) wykonano przy użyciu ekstraktora ASE 200 (DIONEX) 80% wodnym roztworem metanolu, w temperaturze 100°C. Ekstrakty zagęszczano pod obniżonym ciśnieniem, rozcieńczano wodą destylowaną i oczyszczano metodą ekstrakcji do fazy stałej z zastosowaniem mikrokolumnienek Sep-Pak wypełnionych złożem C-18 (WATERS). Po usunięciu z kolumnieki polisacharydów (elucja H₂O) frakcję fenolową wymywano 40% wodnym roztworem MeOH. Po odparowaniu w celu wykonania analizy HPLC próbki rozpuszczano ilościowo w 1ml 40% MeOH.

Analizę UPLC-MS kwasów fenolowych: protokatechowy, p-hydroksybenzoesowy, wanilinowy, kawowy, syryngowy, p-kumarowy, ferulowy, synapinowy, o-hydroksybenzoesowy wykonano na chromatografie cieczowym Waters ACQUITY UPLC sprzężonym ze spektrometrem mas Waters TQD w trybie SRM (monitorowanie wybranych reakcji), jonizacja ujemna. Kwasy fenolowe rozdzielano na kolumnie analitycznej ACQUITY UPLC HSS C18 (1,0 x 100 mm, 1,8 µm) w temperaturze 30°C. Zastosowano gradient 0,1% HCOOH-MeCN.

Tabela 6. Zawartość kwasów fenolowych ($\mu\text{g/g} \pm \text{SD S.M.}$) w części nadziemnej odmian jęczmienia

Obiekt	Odmiana	PRO	POH	VAN	CAF	SYR	PCO	FER	SIN	OOH
Obiekt kontrolny 1	Gawrosz	*	*	*	*	*	49,601 $\pm 0,682$	9,106 \pm 0,121	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	40,784 $\pm 4,817$	*	*	*
Obiekt kontrolny 1	Gawrosz	*	*	*	*	*	50,357 $\pm 0,343$	*	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	42,389 $\pm 4,926$	*	*	*
Stężenie 0,8	Gawrosz	*	*	*	*	*	52,612 $\pm 0,255$	*	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	35,465 $\pm 0,909$	*	*	*
Stężenie 1,6	Gawrosz	*	*	*	*	*	50,463 $\pm 2,918$	*	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	34,001 $\pm 4,420$	*	*	*
Stężenie 2,4	Gawrosz	*	*	*	*	*	34,378 $\pm 9,141$	*	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	44,287 $\pm 3,659$	*	*	*

* = nie wykryto

S.M.=Sucha Masa

PRO=protokatechowy, POH=p-hydroksybenzoesowy, VAN=wanilinowy, CAF=kawowy, SYR=syryngowy, PCO=p-kumarowy, FER=ferulowy, SIN=synapinowy, OOH=o-hydroksybenzoesowy

Tabela 7. Zawartość kwasów fenolowych ($\mu\text{g/g} \pm \text{SD S.M.}$) w korzeniach odmian jęczmienia.

Obiekt	Odmiana	PRO	POH	VAN	CAF	SYR	PCO	FER	SIN	OOH
Obiekt kontrolny 1	Gawrosz	*	*	*	*	*	107,863 \pm 1,822	6,613 \pm 0,116	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	127,647 \pm 2,136	7,232 \pm 0,248	*	*
Obiekt kontrolny 2	Gawrosz	*	*	*	*	*	36,757 \pm 0,189	*	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	93,512 \pm 0,706	6,889 \pm 0,032	*	*
Stężenie 0,8	Gawrosz	*	*	*	*	*	108,153 \pm 2,784	7,368 \pm 0,202	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	80,773 \pm 0,433	*	*	*
Stężenie 1,6	Gawrosz	*	*	*	*	*	76,245 \pm 0,735	*	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	68,570 \pm 0,279	*	*	*
Stężenie 2,4	Gawrosz	*	*	*	*	*	174,968 \pm 3,533	7,331 \pm 0,065	*	*
	Suweren	*	*	*	*	*	78,323 \pm 0,293	*	*	*

* = nie wykryto

S.M.=Sucha Masa

PRO=protokatechowy, POH=p-hydroksybenzoesowy, VAN=wanilinowy, CAF=kawowy, SYR=syryngowy, PCO=p-kumarowy, FER=ferulowy, SIN=synapinowy, OOH=o-hydroksybenzoesowy

Wykonano ocenę zawartości kwasów fenolowych w liściach jęczmienia po zastosowaniu oprysku ekstraktami kwasów fenolowych.

Przeprowadzona analiza wykazała, że w masie liściowej obu badanych odmian jęczmienia wystąpił jedynie kwas kumarowy.

Niezależnie od pochodzenia ekstraktu (z korzeni czy pędu), jego ilość nie zależała od stężenia zastosowanego oprysku.

Zadanie 6. Ocena wpływu czynnika odmianowego i agrotechnicznego na stopień porażenia roślin przez choroby oraz zachwaszczenie w wybranych warunkach ekologicznych

Ocena podatności odmian pszenicy na porażenie przez patogeny grzybowe.

Celem przeprowadzonych badań było ocena nasilenia występowania chorób grzybowych na wybranych odmianach pszenicy jarej: Bombona, Brawura, Sewilla, Kandela,

Katoda, Monsun, Ostka, Parabola, Trape, Tybalt, Werbena, Łagwa i Żura uprawianych w systemie ekologicznym w doświadczeniu w SD w Osinach w 2013 roku.

Oceny stanu porażenia roślin pszenicy jarej przez choroby dokonywano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej (BBCH 77-83) na trzech górnych liściach.

Do analizy fitopatologicznej pobierano po 40 roślin w czterech powtórzeniach z każdej kombinacji. Na liściach określano procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny. Metoda oceny chorób, zapisu wyników obserwacji i skala porażenia liści była zgodna z zaleceniami EPPO Standards - 1999-vol.1:187-195 (Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products: PP 1/26(3), PP 1/28(3)). Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji wraz z testem Tukey`a. Dane do obliczeń statystycznych przekształcono transformacją Blissa.

Porażenie liści pszenicy jarej

Tab. 8. Porażenie liści(F-F1) pszenicy jarej przez *Septoria* spp. w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	F	F1	łącznie
Bombona	0,33 a	3,33 a	3,67 a
Tybalt	0,0 a	0,0 a	0,0 a

Tab. 9. Porażenie liści (F-F1) pszenicy jarej przez *Puccinia recondita* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	F	F1	łącznie
Bombona	15,67 bc	29,5	45,17 b
Tybalt	0,1 a	0,8	0,9 a

Tab. 10. Porażenie liści(F-F1) pszenicy jarej przez *Dreschlera tritici-repentis* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	F	F1	łącznie
Bombona	2,13 b	6,27 cb	8,4 bc
Tybalt	0,0 a	0,17 a	0,17 a

Tab. 11. Porażenie liści(F-F1) pszenicy jarej przez *Erysiphe graminis* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	F	F1	łącznie
Bombona	0,0	0,0	0,0
Tybalt	0,0	0,0	0,0

W fazie dojrzałości mleczno-woskowej uszkodzenie powierzchni dwóch górnych liści (F-F₁) było wielokrotnie większe u odmiany Bombona w porównaniu z odmianą Tybalt.

Celem przeprowadzonych badań w RZD Grabów było porównanie nasilenia występowania chorób grzybowych na wybranej odmianie pszenicy jarej w różnych modelach gospodarowania w systemie ekologicznym. Stopień porażenia oceniono na każdym liściu na wybranym poziomie liścia. Uwzględniono liść flagowy (F) i liść podflagowy (F₁) na minimum 10 źdźbłach wybranych losowo na każdym poletku. Oszacowano choroby na liściach określając procent porażenia powierzchni blaszki liściowej posługując się odpowiednim kluczem. Metoda oceny chorób, zapisu wyników obserwacji i skala porażenia wykonana według zaleceń EPPO Standarts 1999 vol.1: 187-195 (Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products). W przypadkach wątpliwych preparaty badano pod mikroskopem dla potwierdzenia pierwotnych obserwacji polowych.

Dreschlera tritici repentis – patogen brunatnej plamistości liści wystąpił w niewielkim nasileniu. W obiekcie A i B poziom porażenia liścia flagowego (F) był niewielki wyrównany (w modelu A- 1,2 %, w B – 1,4 %). Nieco większe porażenie zaobserwowano w modelu C- 2,4 %. Liść podflagowy (F₁) był porażony nieznacznie silniej. W modelu A porażenie blaszki liściowej wyniosło 1,8 %, nieco większe porażenie zaobserwowano w obiekcie B- 2,5 %. Natomiast istotnie wyższy wskaźnik odnotowano w modelu C- 6.1 %.

Septoria spp. – objawy septoriozy na liściu flagowym i podflagowym w fazie dojrzałości mleczno-woskowej obserwowano we wszystkich modelach gospodarowania w niewielkim nasileniu. Na liściu flagowym procent zniszczonej powierzchni blaszki liściowej wynosił poniżej 1%. Liść podflagowy (F₁) był porażony w granicach 1,1 do 2,3%. Oceniając sumę porażenia liścia F i F₁ można stwierdzić, że w obiekcie A i B porażenie było wyrównane, natomiast w obiekcie C było nieco większe.

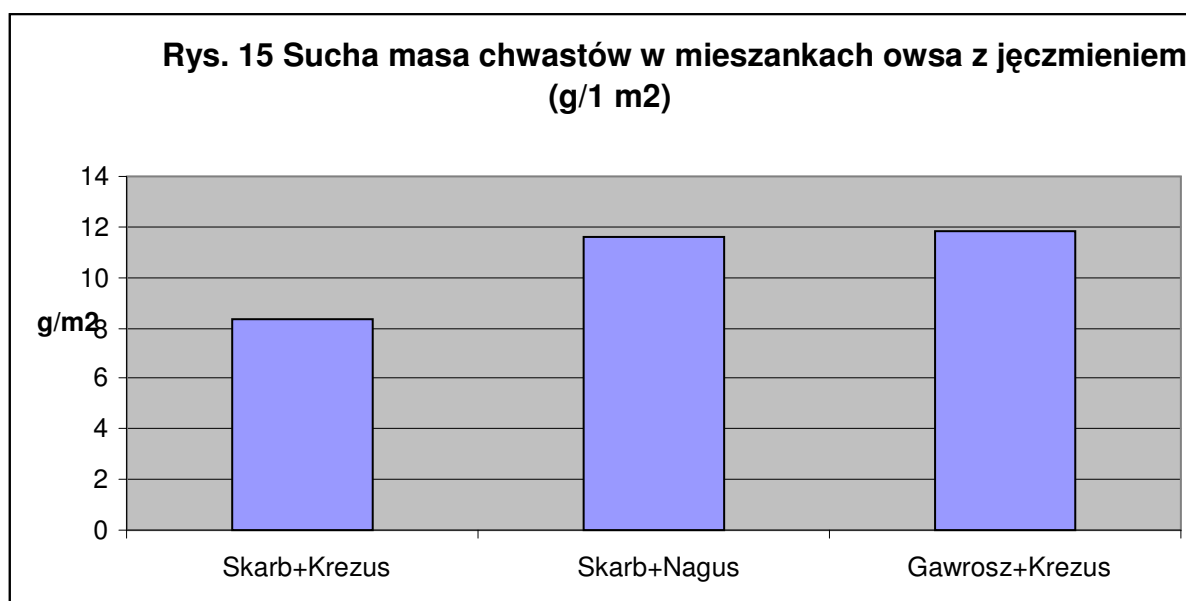
Puccinia recondita – rdzę brunatną obserwowano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej w zakresie 0,1-1,6 % na liściu flagowym oraz 0,9 – 1,7 % na liściu podflagowym. Rozpatrując sumę porażenia na liściu F i F₁ można stwierdzić, że porażenie ocenianej odmiany było niewielkie i nie przekroczyło 2,1% w obiekcie B, w pozostałych modelach A i C było mniejsze.

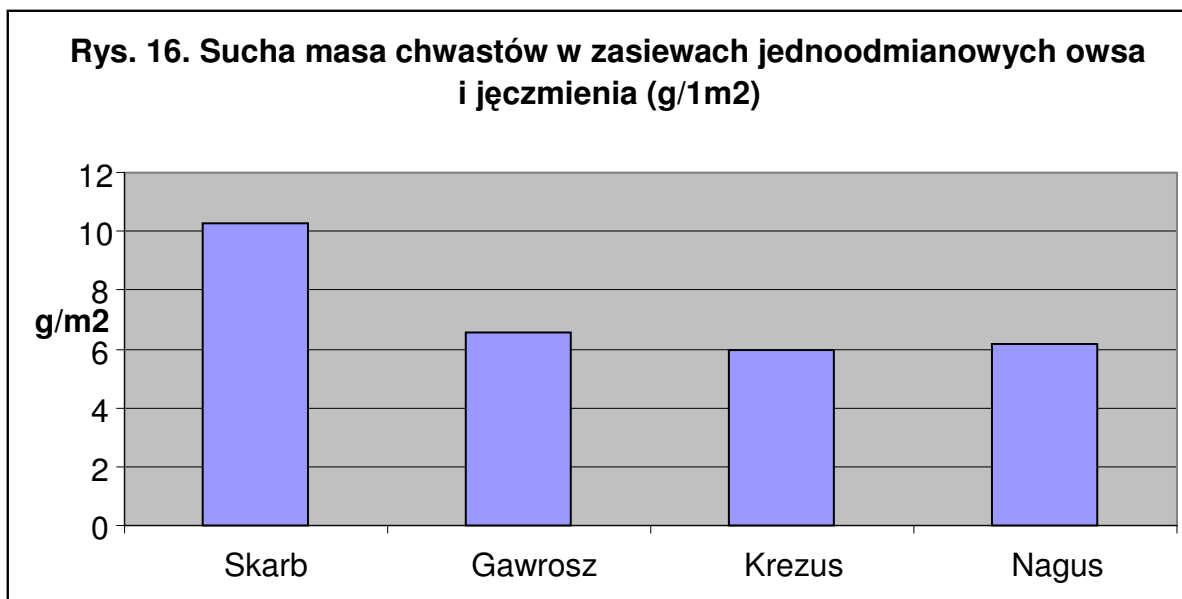
W Chwałowicach zasiewy mieszane generalnie były mniej porażone przez choroby w porównaniu z siewami czystymi. Najbardziej odporna była odmiana owsa Krezus i odmiana

jęczmienia Skarb. U odmiany Nagus stwierdzono średnie porażenie rdzą żółtą i helmintosporiozą. U odmiany jęczmienia Gawrosz odnotowano średnie porażenie plamistociaą siatkową.

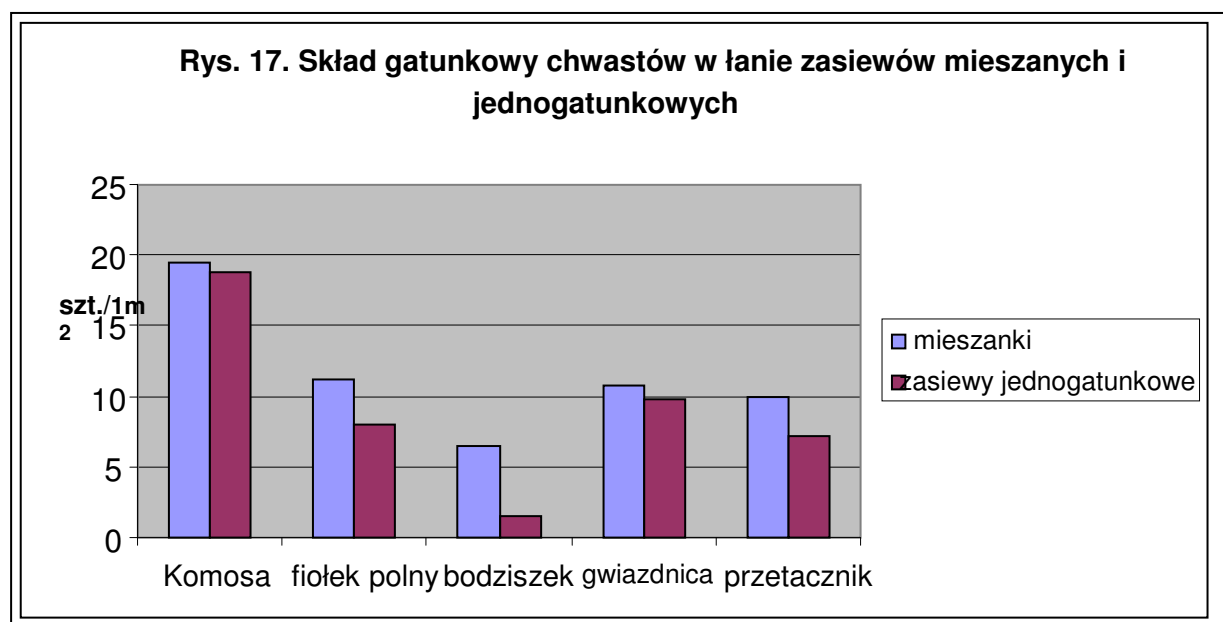
C.d. zadania 6 i zadanie 7 - Ocena wpływu czynnika odmianowego i agrotechnicznego na stopień zachwaszczenia w warunkach ekologicznych oraz porównanie konkurencyjności zasiewów mieszanych i czystych w stosunku do chwastów

Celem działania było określenie różnic w stopniu zachwaszczenia zasiewów mieszanych i jednogatunkowych oraz określenie ich konkurencyjności w stosunku do chwastów. Podstawą do osiągnięcia celu były doświadczenia poletkowe realizowane CDR w Brwinowie oddział w Radomiu oraz w Stacji Doświadczalnej IUNG PIB w Osinach i Stacji Doświadczalnej IUNG PIB w Grabowie. W doświadczeniach tych analizowano liczebność chwastów poszczególnych gatunków, ich masę zieloną i suchą. W końcu fazy krzewienia określono stopień pokrycia powierzchni przez chwasty. Spośród badanych mieszanek jęczmienia z owsem najmniejszym zachwaszczeniem charakteryzowała się mieszanka Skarb + Krezus. W zasiewach jednodmianowych największą suchą masę chwastów stwierdzono w łanie odmiany jęczmienia oplewionego Skarb. Ilość chwastów w łanie odmiany jęczmienia nagiego Gawrosz, owsa oplewionego Krezus i owsa nieoplewionego Nagus była wyraźnie niższa.

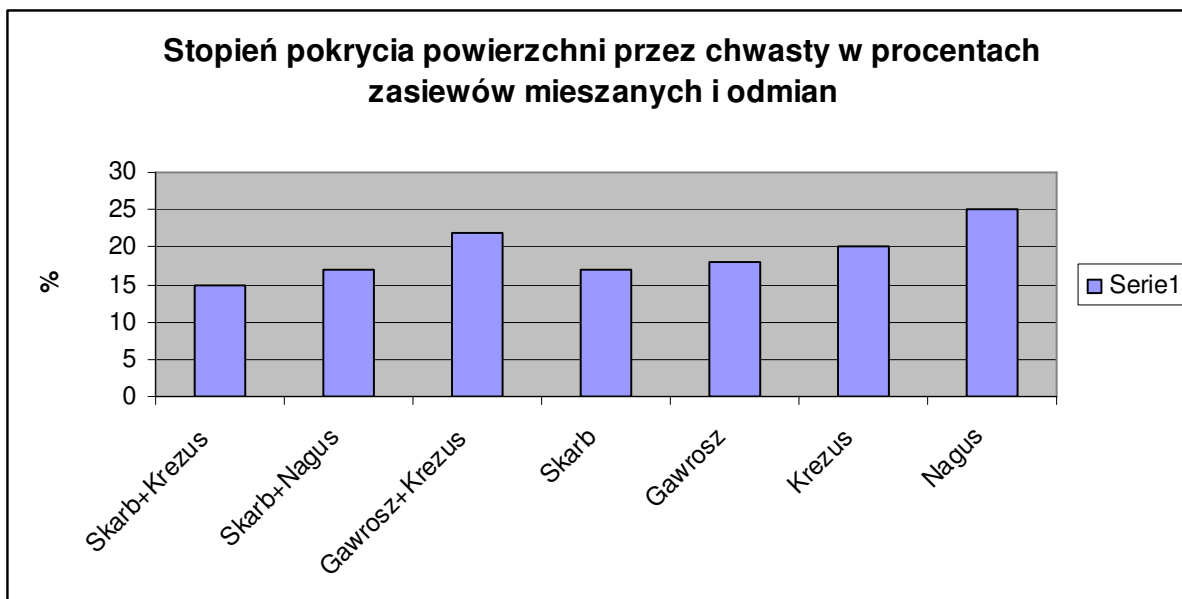




Przeprowadzona ocena liczebności poszczególnych gatunków chwastów wykazała, że dominującymi gatunkami były: komosa biała, fiołek polny, bodziszek drobny, gwiazdnica pospolita. Na ogół ilość roślin każdego z wymienionych gatunków chwastów była niższa w zasiewach jednogatunkowych niż mieszanych.

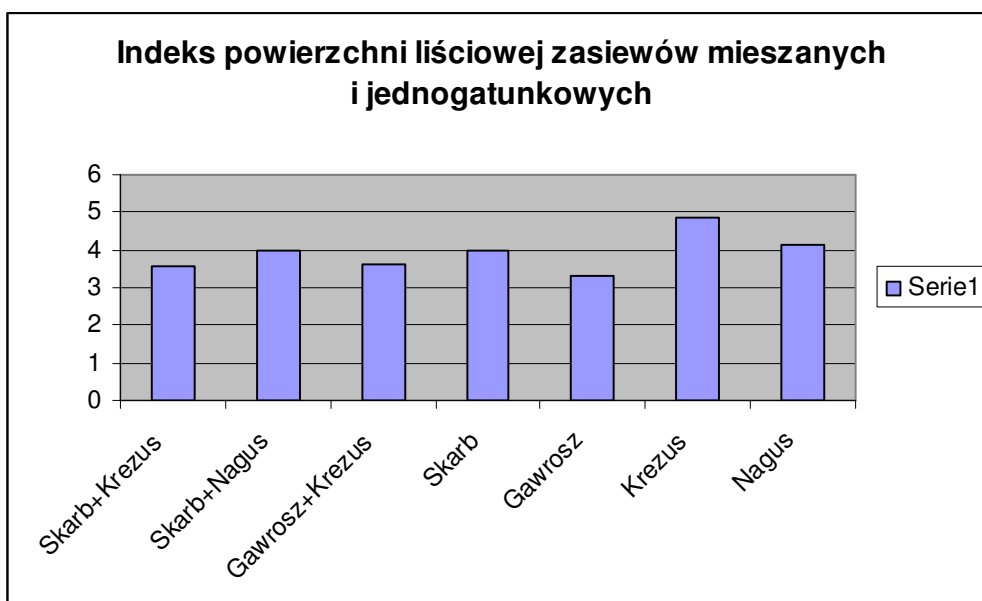


Oceniony w końcowej fazie krzewienia stopień pokrycia powierzchni przez chwasty był najwyższy u odmiany owsa nagiego Nagus a najniższy w mieszance owsa z jęczmieniem (Skarb+Krezus).

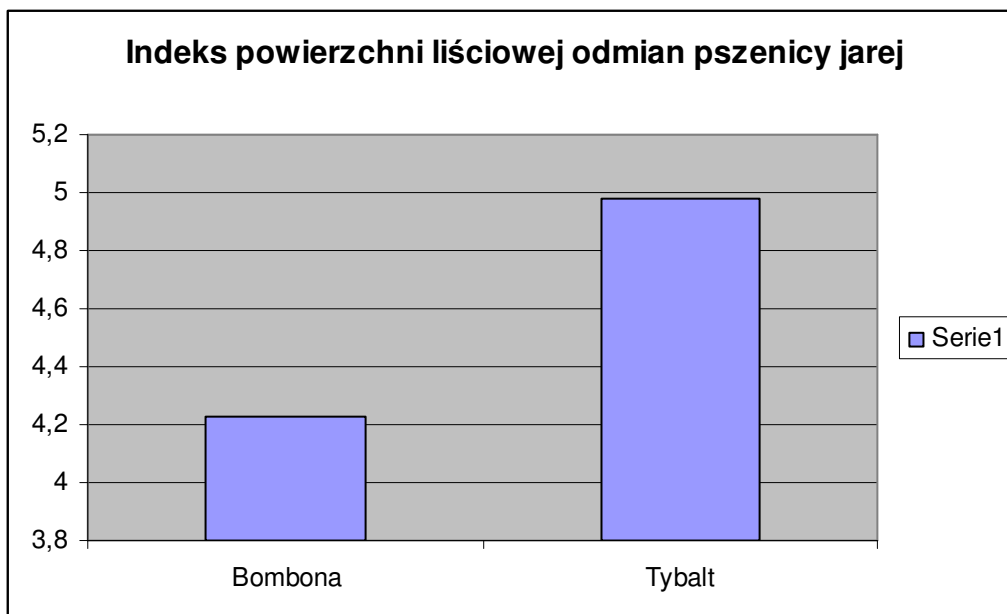


Rys 18. Stożek pokrycia powierzchni przez chwasty w procentach zasiewów mieszanych i odmian

W ramach oceny konkurencyjności roślin uprawnych do chwastów przeprowadzono badania zwartości łanów z zastosowaniem urządzenia do pomiaru indeksu liściowego LAI 2000 firmy LiCor. Największą wartość wymienionego parametru stwierdzono w zasiewach jednogatunkowych owsa oplewionego odmiany Krezus i owsa nagiego odmiany Nagus. Badane mieszanki charakteryzowały się obniżoną w stosunku do siewów jednogatunkowych wartością indeksu liściowego. Przeprowadzono także badania określające zwartość wybranych łanów odmian pszenicy jarej.

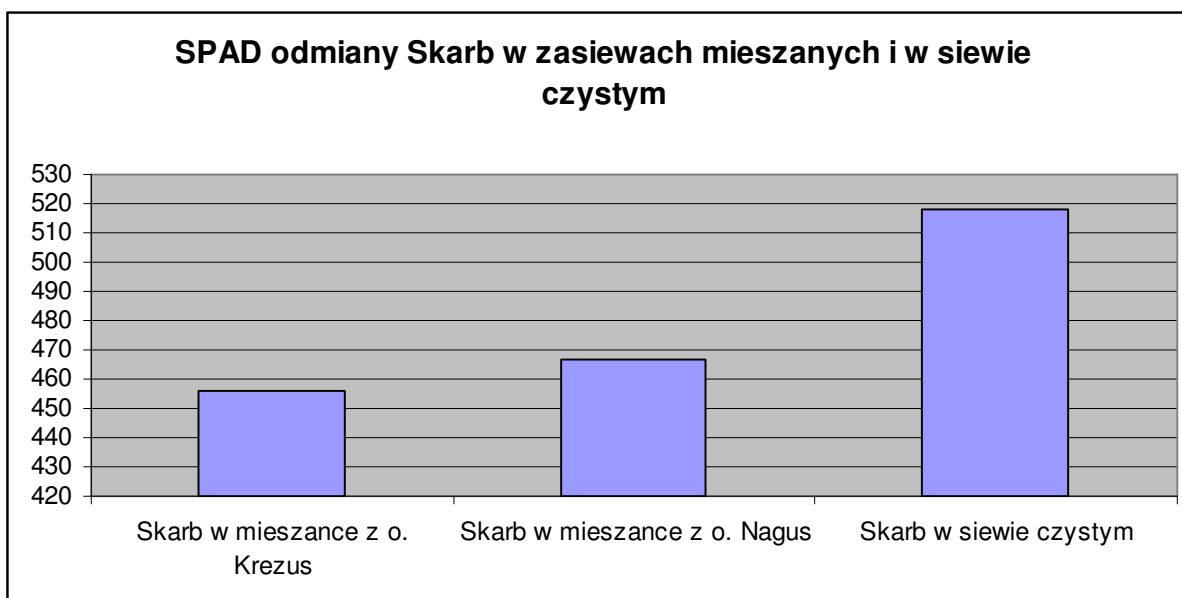


Rys. 19. Indeks powierzchni liściowej zasiewów mieszanych i jednogatunkowych



Rys. 20. Indeks powierzchni liściowej odmian pszenicy jarej

Przeprowadzono analizę SPAD odmian uwzględnionych w wyżej wymienionych badaniach. Poszczególne odmiany charakteryzowały się bardzo zróżnicowanymi wartościami tej cechy. Przykładowo odmiana Skarb charakteryzowała się najwyższym SPAD w siewie czystym natomiast zdecydowanie najniższym SPAD w przypadku mieszanki z odmianą Krezus.



Rys. 21. SPAD odmiany Skarb w zasiewach mieszanych i w siewie czystym

Zadanie 8 i 9. Analiza struktury plonu zasiewów czystych i mieszanych oraz ocena budowy przestrzennej wybranych łąnów zbóż.

Ocena jakościowa zebranego ziarna (zawartość białka, tłuszczu, włókna).

Oznaczenie zawartości mykotoksyn w wybranych próbach ziarna.

Porównanie plonowania i jakości ziarna oplewionych i nagoziarnistych odmian jęczmienia jarego i owsa w siewach czystych i mieszanych

W systemie rolnictwa ekologicznego racjonalna jest uprawa mieszanki jęczmienia z owsem, ze względu na mniejszą jej podatność na choroby, szkodniki i zachwaszczenie w porównaniu do czystych siewów zbóż. Mieszanki także lepiej wykorzystują zasobność gleby w składniki mineralne i wodę. Ciekawe jest porównanie plonowania czystych siewów różnych odmian jęczmienia jarego i owsa z ich mieszankami w warunkach pola ekologicznego. Różnice między obiektami mogą być inne niż w doświadczeniach prowadzonych w warunkach rolnictwa konwencjonalnego.

W tym aspekcie przeprowadzono doświadczenie polowe w gospodarstwie ekologicznym Chwałowice (powiat Radom) w dość dobrych warunkach glebowych (kompleks pszenny wadliwy, klasa IIIa, dobra zasobność w P K Mg, pH – 5.5), w stanowisku po facelii błękitnej. Stosowano nawożenie organiczne (kompost w dawce 60 dt/ha). Zboża wysiewano 24.04.2013; wielkość poletek – 12 m². Późny termin siewu był skutkiem dłuższego niż zwykle trwania warunków zimowych. Gęstość siewu odmian jęczmienia – 350 ziaren /m², a odmian owsa – 550 ziaren/m². W mieszankach stosowano połowę normy wysiewu danego gatunku dla siewu czystego.

Obiekty doświadczenia:

1. Jęczmień jary oplewiony, odmiana Skarb
2. Jęczmień jary nagoziarnisty, odmiana Gawrosz
3. Owies oplewiony, odmiana Krezus
4. Owies nagoziarnisty, odmiana Nagus
5. Mieszanka: Skarb + Krezus
6. Mieszanka: Skarb + Nagus
7. Mieszanka: Gawrosz + Krezus

Stwierdzono duże zróżnicowanie plonu ziarna między poszczególnymi obiektami (tab. 12). Najwyższe plony uzyskano przy uprawie mieszanki oplewionych form jęczmienia i owsa i jęczmienia oplewionego w siewie czystym. Średnio plonowały: owies oplewiony, jęczmień

nagoziarnisty i mieszanka jęczmienia nagoziarnistego z owsem oplewionym. Niżej plonowała mieszanka jęczmienia oplewionego z owsem nagoziarnistym, a najniżej owies nagoziarnisty.

Tabela 12. Plon ziarna (t/ha) i plon białka (kg/ha) odmian jęczmienia i owsa w siewach czystych i mieszanych

Obiekty	Plon ziarna * t/ha	Zawartość białka* w ziarnie % s.m.	Udział jęczmienia** w plonie mieszanki %	Plon białka w ziarnie kg/ha
Skarb	5,60 a	8,7 c	-	487 b
Gawrosz	4,86 b	10,9 a	-	530 a
Krezus	4,91 b	6,9 e	-	339 d
Nagus	2,84 d	10,2 b	-	290 e
Skarb + Krezus	5,82 a	8,0 d	48	466 bc
Skarb + Nagus	4,43 c	9,8 b	47	434 c
Gawrosz + Krezus	4,97 b	8,9 c	34	442 c

* takie same litery przy wynikach liczbowych oznaczają nieistotność różnic

** udział owsa w plonie mieszanki: 100-udział jęczmienia

Najwyższą zawartością białka w ziarnie wyróżniał się jęczmień nagoziarnisty, a następnie owies nagoziarnisty i mieszanka: Skarb + Nagus. Niższa zawartość białka wystąpiła w ziarnie jęczmienia oplewionego i pozostałych wariantów mieszanki, a najniższą zawartością białka cechowało się ziarno owsa oplewionego. Wysoki plon białka uzyskano uprawiając jęczmień nagoziarnisty i oplewiony w siewach czystych. Niski plon białka wydał owies oplewiony, a najniższy owies nagoziarnisty.

Mieszanki charakteryzowały się średnimi plonami białka. Niski udział jęczmienia nagoziarnistego w plonie ziarna jego mieszanki z owsem wskazuje na słabą jego zdolność konkurencyjną względem owsa, a lepszą konkurencyjność wykazuje jęczmień oplewiony.

Zróżnicowanie liczby roślin na m² w obrębie obiektów doświadczenia nie było duże (tab.13). Największym zagęszczeniem roślin charakteryzował się jęczmień oplewiony, najmniejszym zaś jęczmień nagoziarnisty. Jęczmień oplewiony wyróżniał się także największą liczbą kłosów w łanie, a w następnej kolejności klasyfikuje się pod tym względem

jęczmień nagoziarnisty. Słabe zwarcie łanu wykazywał owies nagoziarnisty. Obie formy jęczmienia krzewiły się lepiej niż obie formy owsa.

Tabela 13. Zwarcie łanu jęczmienia i owsa w siewach czystych i w mieszanych

Odmiany	Liczba roślin na 1 m ²	Liczba kłosów i wiech na 1 m ²	Współczynnik rozkrzewienia
Skarb	264	556	2,11
Gawrosz	229	464	2,03
Krezus	255	421	1,65
Nagus	259	382	1,47
Skarb+Krezus	240	407	1,58
Skarb+Nagus	260	410	1,60
Gawrosz+Krezus	256	422	1,62

Ziarno jęczmienia cechuje się wyższą masą 1000 ziaren i mniejszą liczbą ziaren w kłosie niż ziarno owsa (tab.14). Odmiany nagoziarniste obu gatunków mają lżejsze ziarno niż odmiany oplewione. Ziarno owsa wykazuje wyższą zawartość włókna, a także wyższą zawartość tłuszczu niż ziarno jęczmienia. Odmiana jęczmienia Gawrosz charakteryzuje się niższą zawartością włókna, a wyższą zawartością tłuszczu od oplewionej odmiany Skarb. Wyższą zawartość popiołu stwierdzono w ziarnie owsa oplewionego. Wartości wymienionych cech ziarna obu zbóż w mieszankach były podobne jak w siewach czystych. Masa słomy z 1m² zależała od gatunków zbóż. Największą (546 g) stwierdzono u owsa nagoziarnistego, a najmniejszą (344 g) – u jęczmienia nagoziarnistego. Spośród zasiewów mieszanych najwyższym plonem słomy wyróżniła się mieszanka oplewionych form jęczmienia i owsa.

Tabela 14. Cechy charakterystyczne ziarna jęczmienia i owsa

Odmiana	Masa 1000 ziaren g	Liczba ziaren w kłosie	Zawartość włókna sur. % s.m.	Zawartość tłuszczu % s.m.	Zawartość popiołu % s.m.
Skarb	45,7	17,7	4,21	2,80	2,5
Gawrosz	39,6	18,2	2,86	3,27	2,3
Krezus	28,5	41,9	14,8	6,07	3,1
Nagus	16,9	39,1	5,60	9,41	2,5

Doświadczenie w Osinach

Na polu ekologicznym w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Osinach przeprowadzono doświadczenie, w którym porównano plonowanie dwu bardziej popularnych u nas w tym czasie odmian pszenicy jarej: Bombona i Tybalt. Zróżnicowanie cech charakterystycznych odmian może decydować o różnej ich przydatności do uprawy w warunkach ekologicznych. Bardziej przydatne do tego powinny być odmiany o większym systemie korzeniowym, lepszej odporności na choroby i szkodniki oraz lepszej konkurencyjności względem chwastów.

Stwierdzono duże zróżnicowanie między badanymi odmianami pod względem plonu ziarna, rozkrzewiania produkcyjnego, masy 1000 ziaren i liczby ziaren w kłosie (tab.15). Odmiana Tybalt wydała znacznie wyższy plon ziarna, w efekcie wyraźnie większych wartości cech produkcyjnych kłosa – masy 1000 ziaren i liczby ziaren w kłosie. Odmiana Bombona wykazała natomiast większą liczbę roślin i kłosów na jednostce powierzchni, ale nie rekompensowało to dużo mniejszej produktywności kłosa. Ponadto odmiana Bombona charakteryzowała się wyższym współczynnikiem rozkrzewienia produkcyjnego i niewiele niższym plonem słomy na jednostce powierzchni.

Tabela 15. Parametry plonowania odmian pszenicy: Bombona i Tybalt (średnia z 3 powtórzeń)

Odmiana	Plon ziarna t/ha	Liczba roślin na 1 m ²	Liczba kłosów na 1 m ²	Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego	MTZ g	Liczba ziaren w kłosie	Plon słomy t/ha
Bombona	2,30	192	405	2,24	21,8	23,5	2,90
Tybalt	2,86	171	348	2,06	26,5	30,9	2,99

Skład chemiczny ziarna badanych odmian oznaczono w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych IUNG – PIB w Puławach. Obie odmiany wykazały podobną zawartość białka w ziarnie (tab.16). Odmiana Bombona charakteryzowała się nieistotnie niższą zawartością popiołu ale istotnie wyższą zawartością włókna surowego i tłuszczu.

Tabela 16. Skład chemiczny ziarna odmian pszenicy jarej (średnia z 3 powtórzeń)

Odmiana	Zawartość białka (% s. m.)	Zawartość tłuszczu (% s. m.)	Zawartość włókna surowego (% s. m.)	Zawartość popiołu (%s. m.)
Bombona	11,3 a*	2,52 a	3,55 a	2,43 a
Tybalt	11,2 a	2,32 b	3,12 b	2,57 a

* Takie same litery przy liczbach oznaczają nieistotność różnic.

Znacznie wyższa plenność odmiany Tybalt wskazuje na lepszą jej przydatność do uprawy w warunkach ekologicznych od odmiany Bombona. Niskie plony ziarna tych odmian uzyskane w tym roku były skutkiem późnego terminu siewu (z powodu przedłużenia się warunków zimowych) oraz nadmiernej wilgotności gleby spowodowanej dużą liczbą opadów w pierwszej połowie okresu wegetacyjnego pszenicy jarej.

Doświadczenie w Grabowie

W Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG – PIB w Grabowie, na eksperymentalnym polu ze stosowaniem zasad ekologicznego systemu rolnictwa przeprowadzono doświadczenie z pszenicą jarą (odmiana Tybalt). Porównywano wpływ 3 technologii uprawy (A, B, G) na plonowanie i jakość ziarna pszenicy.

Technologia A – model gospodarstwa mlecznego

Technologia B – model gospodarstwa z trzodą clewną

Technologia C – model bezinwentarzowy

Istotnie wyższy plon ziarna pszenicy jarej uzyskano stosując technologię A. Przyczyniło się do tego otrzymanie dużej liczby kłosów na jednostce powierzchni i znacznie wyższa liczba ziaren w kłosie w stosunku do technologii B i C (tab.17). Ponadto obserwowano tendencję do wyższej masy 1000 ziaren pszenicy uprawianej według technologii B. Przy technologii A uzyskano także istotnie wyższy plon słomy. Technologia C wpłynęła na uzyskanie dużej liczby kłosów na jednostce powierzchni, ale niższego plonu słomy i bardzo niskiej liczby ziaren w kłosie.

Tabela 17. Wpływ technologii uprawy na plonowanie pszenicy jarej

Technologia uprawy	Plon ziarna t/ha	Liczba roślin na 1 m ²	Liczba kłosów na 1 m ²	MTZ g	Liczba ziaren w kłosie	Plon słomy t/ha
A	1,91 a	361 ab	545 a	20,8 a	15,3 a	2,51 a
B	1,57 b	339 b	473 b	22,2 a	13,4 b	2,09 b
C	1,53 b	400 a	563 a	20,6 a	11,7 c	1,95 b

Różne technologie uprawy pszenicy jarej nie wywołały dużych zmian składu chemicznego jej ziarna (tab.18). Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości białka i popiołu ogólnego w ziarnie pod wpływem różnych technologii uprawy. Uprawiając pszenice według zasad technologii A uzyskano natomiast wyższą zawartość włókna surowego, a także

tłuszczu. Istotnie niższą zawartość tłuszczu w ziarnie otrzymano przy stosowaniu technologii B.

Tabela 18. Skład chemiczny ziarna pszenicy jarej (średnio z 3 powtórzeń) w zależności od technologii uprawy.

Technologia uprawy	Zawartość białka % s. m.	Zawartość tłuszczu % s. m.	Zawartość włókna surowego % s. m.	Zawartość popiołu % s. m.
A	10,75 a	2,77 a	3,23 a	2,36 a
B	10,74 a	2,48 b	2,99 b	2,30 a
C	10,62 a	2,67 a	2,94 b	2,27 a

Niskie plony ziarna pszenicy jarej w bieżącym roku były spowodowane późnym terminem siewu (opóźnienie wiosny) i nadmiernym uwilgotnieniem gleby w pierwszych fazach rozwoju roślin. Odbiło się to na bardzo niskiej produktywności kłosa.

Oznaczenie zawartości mykotoksyn w wybranych próbach ziarna

Do oznaczania toksyny T2/HT-2 i zeraalenonu w pszenicy zastosowano metodę immunoenzymatyczną ELISA, z wykorzystaniem testu Veratox firmy Neogen. Odczyt gęstości optycznej prób wykonano, stosując czytnik mikroplótkowy (fotometr) Stat Fax 303 Plus (Neogen), przy długości fali 650 nm. Do ekstrakcji prób na oznaczenie zawartości zeraalenonu i toksyny T-2/HT-2 użyto 70% roztworu metanol-woda.

Tabela 19. Zawartość mykotoksyn w pszenicy uprawianej według różnych technologii (A, B, C) w ZD Grabów

Technologia	Mykotoksyny ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	
	Zearalenon	Toksyna T2/HT-2
A	63,75	16,05
B	12,5	17,35
C	66,5	7,45

Tabela 20. Zawartość mykotoksyn w odmianach pszenicy uprawianych w SD Osiny

Odmiana	Mykotoksyny ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	
	Zearalenon	Toksyna T2/HT-2
Tybalt	10,2	13,95
Bombona	16,3	10,6

Największe ilości mykotoksyny zearalenon stwierdzono w ziarnie pszenicy uprawianej według technologii A, natomiast w przypadku toksyny T2/HT -2 wyraźnie mniejszą zawartość stwierdzono w przypadku technologii C (bezinwentarzowej).

Wpływ czynnika odmianowego na zawartość mykotoksyn w ziarnie pszenicy jarej był wyraźnie mniejszy.

Zadanie 10. Określenie związków między odpornością roślin na choroby, zachwaszczeniem łąn a potencjałem allelopatycznym roślin – podstawą wyboru odmian najbardziej przydatnych dla rolnictwa ekologicznego.

W ramach oceny związku potencjału allelopatycznego roślin z występowaniem agrofagów (zachwaszczenie, choroby) wyliczono odpowiednie współczynniki korelacji.

Wykazały one, że związki korelacyjne są zależne od czynników siedliska, warunków pogody i dlatego niezbędne jest prowadzenie badań w kolejnych latach.

Przykłady tych zależności pokazano we wcześniej opisanych zadaniach.

Zadanie 11. Wykazanie najlepszego wariantu uprawy badanych roślin do warunków ekologicznych pod kątem wartości paszowej oraz oddziaływania na środowisko.

Zawartość poszczególnych składników pokarmowych dla trzody chlewnej ustalono za pomocą analizy wendeńskiej. Zawartość związków bezazotowych wyciągowych obliczono według wzoru: $BAW = \text{sucha masa} - (\text{popiół surowy} + \text{włókno surowe} + \text{białko ogólne} + \text{tłuszcz surowy})$. Wykonane oznaczenia posłużyły do obliczenia wartości energetycznej ziarna dla świń (energia strawna) według równania Nobleta (1996).

1. Noblet, J. 1996. Digestive and metabolic utilization of dietary energy in pig feeds: Comparison of energy systems. [w:] Recent Advances in Animal Nutrition, (Red. Garnsworthy P.C., Wiseman J., i Haresign W.), Nottingham University Press.

Tabela 21. Wartość pokarmowa pszenicy uprawianej według różnych technologii (A,B, C w trzech powtórzeniach) dla trzody chlewnej

Grabów	Zawartość składników pokarmowych						
Technologia	S.M.	Białko ogólne	Popiół surowy	Włókno surowe	Tłuszcz surowy	BAW	ES
	%	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	MJ/kg s.m.
A1	90,2	102,60	23,00	35,25	30,20	710,95	16,75
A2	90,0	111,20	25,00	36,89	29,40	697,51	16,68
A3	90,3	108,30	23,00	35,33	23,40	712,97	16,70
B1	90,0	107,70	23,00	34,00	24,60	710,70	16,75
B2	90,0	107,20	23,00	34,00	25,40	710,40	16,76
B3	89,9	107,20	23,00	31,59	24,50	712,71	16,81
C1	90,3	108,30	23,00	32,67	24,30	714,73	16,79
C2	90,2	101,00	22,00	33,04	28,00	717,96	16,81
C3	90,2	109,40	23,00	32,15	27,80	709,65	16,87

Tabela 22. Wartość pokarmowa odmian pszenicy (wyliczono dla trzech powtórzeń) dla trzody chlewnej

Osiny	Zawartość składników pokarmowych						
Odmiana	S.M.	Białko ogólne	Popiół surowy	Włókno surowe	Tłuszcz surowy	BAW	ES
	%	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	MJ/kg s.m.
Bombona 1	90,3	115,70	25,00	36,99	27,90	697,41	16,70
Bombona 2	90,3	111,20	24,00	36,21	24,00	707,59	16,66
Bombona 3	90,3	111,20	24,00	35,88	23,70	708,22	16,67
Tybalt 1	89,9	115,10	24,00	34,15	24,80	700,95	16,77
Tybalt 2	89,9	110,00	25,00	38,04	23,50	702,46	16,54
Tybalt 3	90,3	112,30	50,00	31,89	21,40	687,41	15,42

Tabela 23. Wartość pokarmowa odmian jęczmienia jarego i owsa jarego (formy oplewione i nieoplewione) w siewach czystych i mieszanych dla trzody chlewnej

Chwałowice		Zawartość składników pokarmowych							
Odmiana		Po wt.	S.M.	Białko ogólne	Popiół surowy	Włókno surowe	Tłuszcz surowy	BAW	ES
			%	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	MJ/kg s.m.
Skarb+Krezus	Skarb j	I	89,8	82,50	24,00	40,90	21,50	729,10	16,21
	Krezus o		91,2	78,75	33,00	142,50	52,50	605,20	13,47
Skarb+Krezus	Skarb j	II	90	83,75	22,00	46,90	23,60	723,80	16,20
	Krezus o		91	81,25	31,00	142,90	62,60	592,30	13,75
Skarb+Krezus	Skarb j	III	90,1	79,38	22,00	45,50	16,80	737,30	16,08
	Krezus o		90,8	74,38	30,00	127,80	55,90	620,00	14,03
Skarb+Nagus	Skarb j	I	90	94,38	23,00	47,30	18,40	716,90	16,16
	Nagus o		90,6	108,13	25,00	59,30	96,20	617,40	17,12
Skarb+Nagus	Skarb j	II	89,9	73,75	23,00	48,70	17,00	736,50	15,89
	Nagus o		90,8	111,25	27,00	50,00	77,80	642,00	17,00
Skarb+Nagus	Skarb j	III	90	85,63	24,00	47,30	15,40	727,60	15,97
	Nagus o		90,6	113,13	39,00	43,40	80,30	630,20	16,63
Gawrosz+Krezus	Gawrosz j	I	89,4	102,80	24,00	34,11	28,24	705,20	16,87
	Krezus o		90,9	73,13	34,00	144,10	53,10	604,70	13,33
Gawrosz+Krezus	Gawrosz j	II	89,6	80,00	24,00	30,70,10	27,02	720,90	16,93
	Krezus o		91,1	68,13	31,00	143,80	50,00	718,10	13,39
Gawrosz+Krezus	Gawrosz j	III	89,5	81,88	22,00	29,12	25,80	729,70	16,94
	Krezus o		90,8	74,38	31,00	126,70	65,20	610,80	14,16
Skarb		I	89,9	90,00	26,00	44,30	30,60	708,10	16,24
Skarb		II	90,2	81,25	25,00	48,10	27,60	720,00	16,05
Skarb		III	90	83,13	25,00	47,60	25,00	719,30	16,04
Gawrosz		I	90,2	103,75	24,00	35,30	27,50	691,50	16,99
Gawrosz		II	90,4	111,25	23,00	30,50	26,30	712,90	16,91
Gawrosz		III	90	105,63	22,00	29,40	25,40	717,50	16,92
Krezus		I	91,2	71,88	32,00	159,00	63,00	586,10	13,17
Krezus		II	91,3	68,13	29,00	161,00	61,60	593,30	13,21
Krezus		III	91,5	65,00	33,00	167,20	57,60	592,20	12,74
Nagus		I	91,2	101,88	26,00	68,90	85,60	629,70	16,57
Nagus		II	91,3	96,25	25,00	71,00	92,40	628,40	16,62
Nagus		III	90,9	101,88	23,00	44,40	106,00	633,70	17,71

Tabela 24 Wartość pokarmowa odmian jęczmienia oplewionego i nieoplewionego (opryskiwanymi różnymi stężeniami ekstraktów z jęczmienia ekologicznego) dla trzody chlewnej

Wazony		Zawartość składników pokarmowych						
		S.M.	Białko ogólne	Popiół surowy	Włókno surowe	Tłuszcz surowy	BAW	ES
Odmiana	Stężenie	%	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	MJ/kg s.m.
Gawrosz	0,8	90,1	158,75	24,00	10,70	35,00	672,60	18,01
		90,1	156,88	23,00	10,70	32,60	677,90	18,00
		90	164,38	24,00	8,70	33,20	669,80	18,09
Gawrosz	1,6	90,2	150,00	24,00	11,10	27,80	689,10	17,79
		90,4	160,63	22,00	10,60	31,80	679,00	18,08
		90,4	162,50	24,00	9,30	28,80	679,40	17,98
Gawrosz	2,4	90,6	156,25	24,00	9,50	36,80	679,50	18,04
		90,7	158,13	24,00	9,30	34,90	680,70	18,04
		90,6	157,50	23,00	9,50	36,90	679,10	18,11
Suweren	0,8	90,5	131,25	28,00	34,00	36,90	674,80	16,93
		90,3	126,88	30,00	36,40	36,60	673,10	16,71
		90,6	128,75	31,00	40,80	36,60	668,80	16,56
Suweren	1,6	90,5	124,38	30,00	35,60	39,50	675,50	16,76
		90,7	121,88	28,00	39,70	43,30	674,10	16,78
		90,6	126,88	29,00	40,90	36,80	672,40	16,64
Suweren	2,4	90,4	120,63	28,00	35,10	36,40	683,90	16,78
		90,3	125,00	28,00	36,30	38,00	675,70	16,82
		90,4	123,13	29,00	31,90	31,60	688,40	16,77
Gawrosz	Obiekt Kontrolny	90,2	162,50	23,00	10,30	36,70	669,50	18,13
Suweren	Obiekt Kontrolny	90,1	123,13	28,00	38,40	30,60	680,90	16,63

Na podstawie uzyskanych wyników analitycznych pasz, przy wykorzystaniu programu komputerowego WINWAR wersja 2.1 oszacowano wartość pokarmową różnych odmian zbóż, wśród składników pokarmowych wyróżniono koncentrację JPM, JPŻ, BTJN i BTJE. Obliczenia wartości energetycznej ziarna dla przeżuwaczy (energia brutto) według równania Schiemanna i in. (1971).

1. Schiemann, R., Nehring K., Hoffman L., Jentsch W. and Chudy A., 1971. Energetische Futterbewertung und Energienormen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

Tabela 25. Wartość pokarmowa pszenicy uprawianej według różnych technologii (A,B, C w trzech powtórzeniach) dla przeżuwaczy

Grabów	Zawartość składników pokarmowych					
Technologia	S.M.	JPM	JPŻ	BTJN	BTJE	EB
	%	kg s.m.	kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	kcal/kg
A1	90,2	1,12	1,13	70,15	92,22	4009,40
A2	90,0	1,11	1,12	76,04	94,14	4002,74
A3	90,3	1,11	1,12	74,05	94,33	3985,73
B1	90,0	1,11	1,12	73,64	93,84	3977,95
B2	90,0	1,11	1,12	73,30	93,64	3981,49
B3	89,9	1,11	1,12	73,30	93,65	3970,97
C1	90,3	1,11	1,12	74,05	94,25	3988,94
C2	90,2	1,11	1,13	69,06	92,11	3997,83
C3	90,2	1,11	1,13	74,80	94,14	4005,05

Tabela 26. Wartość pokarmowa odmian pszenicy (wyliczono dla trzech powtórzeń) dla przeżuwaczy

Osiny	Zawartość składników pokarmowych					
Odmiana	S.M.	JPM	JPŻ	BTJN	BTJE	EB
	%	kg s.m.	kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	kcal/kg
Bombona 1	90,3	1,11	1,12	79,11	71,44	4014,19
Bombona 2	90,3	1,11	1,12	76,04	94,93	3989,84
Bombona 3	90,3	1,11	1,12	76,04	94,96	3988,02
Tybalt 1	89,9	1,10	1,12	78,70	95,52	3982,25
Tybalt 2	89,9	1,10	1,11	75,21	94,28	3965,57
Tybalt 3	90,3	1,07	1,08	76,79	93,39	3866,41

Tabela 27. Wartość pokarmowa odmian jęczmienia jarego i owsa jarego (formy oplewione i nieoplewione) w siewach czystych i mieszanych dla przeżuwaczy

Chwałowice		Zawartość składników pokarmowych						
Odmiana		Po wt.	S.M.	JPM	JPŻ	BTJN	BTJE	EB
			%	kg s.m.	kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	kcal/kg
Skarb+Krezus	Skarb j	I	89,8	1,06	1,06	54,03	82,85	3912,39
	Krezus o		91,2	0,93	0,90	52,57	69,58	4155,69
Skarb+Krezus	Skarb j	II	90	1,06	1,07	54,88	83,26	3945,93
	Krezus o		91	0,95	0,91	54,24	69,22	4213,60
Skarb+Krezus	Skarb j	III	90,1	1,05	1,06	52,00	82,96	3906,23
	Krezus o		90,8	0,94	0,90	49,64	68,28	4153,70
Skarb+Nagus	Skarb j	I	90	1,06	1,06	61,82	86,00	3930,80
	Nagus o		90,6	0,99	0,95	72,12	72,08	4390,87
Skarb+Nagus	Skarb j	II	89,9	1,05	1,06	48,33	81,47	3888,05
	Nagus o		90,8	0,97	0,93	74,26	74,38	4291,88
Skarb+Nagus	Skarb j	III	90	1,05	1,05	56,06	84,23	3897,08
	Nagus o		90,6	0,96	0,92	75,46	73,63	4245,63
Gawrosz+Krezus	Gawrosz j	I	90,0	1,09	1,08	67,80	85,62	4085,15
	Krezus o		90,9	0,93	0,89	48,77	68,05	4134,48
Gawrosz+Krezus	Gawrosz j	II	90,4	1,09	1,07	72,39	88,81	4007,10
	Krezus o		91,1	0,93	0,89	45,44	67,59	4130,86
Gawrosz+Krezus	Gawrosz j	III	89,5	1,07	1,07	69,22	87,99	4001,23
	Krezus o		90,8	0,95	0,91	49,64	67,39	4198,42
Skarb		I	89,9	1,07	1,07	58,94	83,64	3970,46
Skarb		II	90,2	1,07	1,07	53,24	82,27	3959,97
Skarb		III	90	1,06	1,07	54,42	82,75	3940,34
Gawrosz		I	90,2	1,10	1,10	67,98	85,59	4097,11
Gawrosz		II	90,4	1,07	1,08	72,89	89,36	4005,32
Gawrosz		III	90	1,07	1,07	69,16	87,95	3978,62
Krezus		I	91,2	0,95	0,91	47,97	67,25	4215,38
Krezus		II	91,3	0,95	0,91	45,44	66,83	4220,03
Krezus		III	91,5	0,94	0,90	43,37	66,39	4189,37
Nagus		I	91,2	0,98	0,94	67,99	72,02	4351,47
Nagus		II	91,3	0,99	0,95	64,25	70,36	4388,64
Nagus		III	90,9	1,01	0,97	67,99	70,22	4445,07

Tabela 28 Wartość pokarmowa odmian jęczmienia oplewionego i nieoplewionego (opryskiwanymi różnymi stężeniami ekstraktów z jęczmienia ekologicznego) dla przeżuwaczy

Obiekt/ badania wazonowe		Zawartość składników pokarmowych					
		S.M.	JPM	JPŻ	BTJN	BTJE	EB
Odmiana	Stężenie	%	kg s.m.	kg s.m.	g/kg s.m.	g/kg s.m.	kcal/kg
Gawrosz	0,8	90,1	1,08	1,08	103,97	98,84	4096,31
		90,1	1,08	1,08	102,74	98,71	4084,79
		90	1,08	1,08	107,65	100,17	4090,04
Gawrosz	1,6	90,2	1,07	1,07	98,24	97,61	4048,81
		90,4	1,09	1,08	105,20	99,92	4102,99
		90,4	1,08	1,08	106,42	100,45	4080,74
Gawrosz	2,4	90,6	1,09	1,09	102,33	98,50	4122,16
		90,7	1,09	1,09	103,56	99,17	4118,97
		90,6	1,09	1,09	103,15	98,85	4128,80
Suweren	0,8	90,5	1,08	1,09	85,96	92,56	4078,31
		90,3	1,08	1,08	83,09	91,31	4054,74
		90,6	1,08	1,08	84,32	91,88	4068,71
Suweren	1,6	90,5	1,09	1,09	81,46	90,65	4074,13
		90,7	1,10	1,10	79,82	90,06	4109,74
		90,6	1,08	1,08	83,09	91,59	4075,29
Suweren	2,4	90,4	1,08	1,08	79,00	90,16	4055,65
		90,3	1,08	1,08	81,86	90,92	4067,56
		90,4	1,07	1,08	80,64	91,07	4027,78
Gawrosz	Kontrola	90,2	1,09	1,09	106,42	99,67	4119,31
Suweren	Kontrola	90,1	1,07	1,07	80,64	91,00	4018,17

Zastosowane opryski ekstraktami pochodzącymi z korzeni i masy nadziemnej nie powodowały negatywnych skutków w zakresie składników pokarmowych.

Przeprowadzone analizy wskazują na dobrą jakość paszy z zasiewów jednogatunkowych i mieszanych, w tym z udziałem form nagoziarnistych.

Zadanie 12. Synteza wyników badań i przydatność proponowanych nowych metod do rolnictwa ekologicznego.

W podsumowaniu doświadczeń polowych z pszenicą jara, jęczmieniem jarym, owsem i mieszanką jęczmienia z owsem można stwierdzić, że plonowanie zbóż uprawianych w systemie rolnictwa ekologicznego zależy w dużej mierze od gatunków i odmian zbóż (różne genotypy).

Porównując plony ziarna jęczmienia jarego, owsa i mieszanki tych gatunków można uznać, że bardziej przydatny do uprawy w warunkach rolnictwa ekologicznego jest jęczmień oplewiony (Skarb) w siewie czystym i mieszance z owsem oplewionym. Uwzględniając wyższą (od innych odmian) zawartość białka w ziarnie nowej nagoziarnistej odmiany jęczmienia Gawrosz, generującą również wysoki plon białka z ha tej odmiany, można także rekomendować w takich warunkach uprawę odmiany Gawrosz w siewie czystym. Wymieniona odmiana okazała się znacznie lepiej plonującą na tle innych odmian zbóż jarych niż badana w 2011 r. w warunkach ekologicznych starsza odmiana jęczmienia nagoziarnistego (także na tle innych odmian zbóż jarych).

W niniejszych badaniach słabiej wypadł owies oplewiony (Krezus), a jeszcze gorzej – owies nagoziarnisty (Nagus), także w mieszankach z jęczmieniem. Powodem tego było słabsze rozkrzewienie produkcyjne owsa i niska masa 1000 ziaren.

W doświadczeniach odmianowych z pszenicą jarą stwierdzono, że w warunkach pola ekologicznego odmiana Tybalt znacznie wyżej plonuje od odmiany Bombona. W doświadczeniu z technologiami uprawy pszenicy jarej (odmiana Tybalt) stwierdzono wyższe jej plonowanie przy technologii dostosowanej do produkcji ziarna jako paszy dla bydła mlecznego w stosunku do technologii z zasadami agrotechnicznymi ukierunkowanymi na produkcję ziarna jako paszy dla trzody chlewnej.

Badania potwierdziły obecność związków o charakterze allelopatycznym w częściach podziemnych (korzeniach) i nadziemnych roślin.

Ich wpływ na różne agrofagi został sprawdzony eksperymentalnie. Wyniki uzyskane mogą być zatem podstawą do wyboru konkretnych odmian dla gospodarstw ekologicznych a także dla hodowców, którzy mogą wykorzystać je przy wyborze materiału hodowlanego.

Badania potwierdziły przydatność testu Phytotestkit do oceny fitotoksyczności substancji o potencjale allelopatycznym.

Zaproponowane nowe metody z pewnością będą przydatne dla rolnictwa ekologicznego.

Wyniki badań zostały częściowo upowszechnione wśród rolników oraz uczniów.

Literatura

1. Bogatek R., Gniazdowska A., Stepień J., Kupidłowska E.: Sunflower allelochemicals mode of action in germinating mustard seeds. Proceeding 4th World Congress on Allelopathy, Australia, p. 365-369, 2005.
2. Budzyński W., Dubis B. 1994. Porównanie plonowania zbóż jarych w siewach czystych, międzygatunkowych i międzyodmianowych w świetle wieloletnich badań. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”, Poznań, 75-82.
3. Chou Ch.: Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agricultural. Crit. Rev. Plant Sci. 18, p. 609-636, 1999.
4. Chrzanowska-Drożdż B., Jasińska Z., Liszewski M. 1999. Porównanie plonowania pszenicy jarej w siewach czystych i mieszaninach odmian. Pam. Puł. 118: 57-66.
5. Ciarka D., Gawrońska H., Małecka M., Gawroński S.W.: Allelopathic potential of sunflower roots and root exudates. Zesz. Problem. Post. Nauk. Rol. 496, s. 301-313, 2004.
6. Czembor H. J., Gacek E. 1987. Badania nad sposobami zwiększania trwałości odporności genetycznej jęczmienia na mączniaka i inne choroby. Biul. IHAR, 163: 25-32.
7. Finckh M.R., Mundt Ch. 1992. Plant competition and disease in genetically diverse populations. Oecology, 91: 82-92.
8. Finckh M.R., Gacek E., Nadziak J., Wolfe M. S. 1997. Host frequency and density effects on powdery mildew and yield in mixtures of barley cultivars. Plant Pathology, 48: 807-816.
9. Gacek E. 2000. Wykorzystanie różnorodności genetycznej roślin w zwalczaniu chorób roślin uprawnych. Post. Nauk Rol. 5: 17-25.
10. Gacek E., Czembor H. J., Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach odmian i mieszankach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. Biul. IHAR, 200: 203-209.
11. Gacek E., Nadziak J., Biliński Z. 2000. Ograniczenie występowania chorób w zasiewach mieszanych zbóż. Roczn. AR Poznań, 58: 31-38.
12. Gacek E., Nadziak J. 2010. Sugestie wynikające z wieloletnich badań mieszanek odmian jęczmienia i pszenicy. Mat. Konf. „Znaczenie gospodarcze i biologia plonowania upraw mieszanych”, Poznań, 1-9.
13. Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R.: Allelopatia - nowe interakcje oddziaływań pomiędzy roślinami. Kosmos, 53(2), s.207-217, 2004.
14. Harkot W., Lipińska H.: Allelopatyczny wpływ stokłosów bezostnej na kiełkowanie, początek wzrostu i rozwój niektórych gatunków traw i motylkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 452, s. 185-197, 1997.
15. Heyland K. 1990. Was bei Sortenmischung alles passieren kann. DLG-Mit. 90 (1): 128-131.
16. Kato-Nauchi H., Ino T., Sato N., Yamamura S.: Isolation and identification of a potent allelopathic substance in rice root exudates. Physiol. Plant., 115, p. 401-405, 2002
17. Kraska P., Kwiecińska-Poppe E.: Wpływ wodnych wyciągów z *Apera spica-venti* na energię i zdolność kiełkowania *Secale cereale* i *Triticosecale*. Annales UMCS. Lublin. LXII(2), s. 127-136, 2007.

18. Masny S., Mikicinski A., Berczyński S.: Efektywność ekstraktów roślinnych w ograniczaniu kiełkowania zarodników konidialnych grzyba *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46(2), s. 645-649, 2006.
19. Michalski T. 1994. Wpływ doboru odmian na plonowanie mieszanin jęczmienia jarego. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”, Poznań, 141-146.
20. Nadziak J., Gacek E. 2000. Teoretyczne i praktyczne aspekty uprawy międzygatunkowych mieszanek zbóż. Biul. IHAR, 216: 357-364.
21. Newton A., Guy D., Nadziak J., Gacek E. 2000. The effect of inoculum pressure germplasm selection and environment on spring barley cultivar mixtures efficacy. Euphytica, 125: 325-335.
22. Noworolnik K. 2002: Proekologiczna technologia produkcji mieszanki jęczmienia z owsem. Mat. Szkol. IUNG, 84/02: 233-241.
23. Noworolnik K. 2006: Agrotechnika mieszanek zbóż na paszę dla zwierząt nieprzeżuwających. IUNG-PIB, Instr. upowsz. Nr 119, 19 ss .
24. Noworolnik K. 2008: Uprawa mieszanek zbożowych w Polsce na tle warunków przyrodniczych. Wieś Jutra, 4: 22-23.
25. Noworolnik K.: Wpływ terminu siewu i terminu zbioru na plonowanie i zawartość białka w ziarnie owsa. Polish Journal of Agronomy, 2010, 6: 35-38.
26. Noworolnik K.: Plonowanie i jakość ziarna owsa w zależności od wilgotności podłoża i dawki azotu. ŻYWNOŚĆ, Nauka, Technologia, Jakość. 2010. 3 (70): 190-196.
27. Noworolnik K.: Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plonowanie i zawartość białka w ziarnie owsa. Pam. Puł. 2010. 152: 191-198.
28. Noworolnik K.: Dobór odmian do mieszanek zbożowych. Nasza Rola, 2011, 1: 11-14.
29. Noworolnik K.: Uprawa mieszanin odmian jęczmienia jarego na cele pastewne i spożywcze. IUNG-PIB, 2011, inst. upow. 185, 24 ss.
30. Oleszek W.: Techniki badania allelopatii. Wiadomości botaniczne, 1992, 36(3/4): 17-25.
31. Oleszek W.: Kwasy hydroksamowe żyta (*Secale cereale* L) i ich aktywność allelopatyczna. Fragmenta Agronomica, 1995, 3:9-20
32. Oracz K., Bogatek R., Bailly C., Come D., Corbineau F., Gawroński S.: Allelopathic potential of sunflower, activation of antyoxidative system in germinating mustard (*Sinapis alba* L.) seeds. Acta. Physiol. Plant. Suppl. 25, p. 105, 2003.
33. Parylak D.: Wpływ wyciągów glebowych spod monokultury pszenżyta ozimego na jego kiełkowanie. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., 452, s. 83-91, 1997.
34. Perez F.J., Ormeno-Nunez J.: Difference in hydroxamic acid content in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and ryc (*Secale cereal* L.): possible role in allelopathy. J. Chem. Ecol. 17, p. 1037-1043, 1991.
35. Płaskowska E. 2005. Zdrowotność pszenicy jarej uprawianej w siewach czystych i mieszaninach odmian. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozprawy, 528, 142 ss.
36. Polska Norma – PN-R-65950. Materiał siewny. Metody badania nasion. 1994.
37. Phytotoxkit.:Seed germination and early growth microbiotest with higher plants. Standard Operational Procedure. Nazareth, Belgium: MicroBioTest Inc., 24p, 2004
38. Singh H.P., Batish D.R., Kohli R.K.: Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. Crit. Rev. Plant Sci. 22, p. 239-311, 2003.

39. Stokłosa A.: Bioherbicydy i alleloherbicydy w walce z chwastami. Post. Nauk Rol. 6, s.41-52, 2006.
40. Strzembicka A., Gacek E., Węgrzyn S. 1999. Powdery mildew intensity, grain yield and its stability in the spring wheat cultivar mixtures. Plant Breeding and Seed Science, 42 (2): 47-55.
41. Sobótka W.: Rola allelopatii w poszukiwaniach proekologicznych środków ochrony roślin. Mat konf. „Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii” IUNG K(10), Puławy 1996: 17-20
42. Wolfe M. S. 1990. Intra-crop diversification: disease, yield and quality. Monograph – British Crop Protection Council, 45: 105-114.
43. Wójcik-Wojtkowiak D., Potylica B., Weyman-Kaczmarkowa W.: Allelopatia. Wyd. AR, Poznań 1998.
44. Yamamoto T., Yokotani-Tornita K., Kosemura S., Yamamura S., Yamada K., Hasegawa K.: Allelopathic substance exuded from a serious weed, germinating barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* L.) roots. Plant Growth Reg., 18, p. 65-67, 1999.