

**Prof. dr hab. Edward S. Gacek**

([e.gacek@coboru.pl](mailto:e.gacek@coboru.pl))

([edwgac@gmail.com](mailto:edwgac@gmail.com))

**Rola postępu odmianowego i zarządzania  
odpornością odmian na choroby  
w integrowanej ochronie roślin**

**Praca przeglądowa**

Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych  
Słupia Wielka, styczeń 2016

[www.coboru.pl](http://www.coboru.pl)

## Spis treści

	str.
<b>1. Wprowadzenie</b> .....	4
1.1 <i>Charakterystyka współczesnej produkcji roślinnej</i> .....	4
<b>2. Pojęcia ogólne w hodowli i ochronie roślin</b> .....	5
2.1 <i>Wybrane pojęcia z zakresu chorób roślin</i> .....	5
2.2 <i>Wybrane pojęcia z zakresu odporność odmian na choroby i inne stresy</i> .....	6
2.2.1. <i>Odporność na choroby</i> .....	6
2.2.2. <i>Tolerancja roślin na choroby i stresy abiotyczne</i> .....	7
2.2.3. <i>Zdolność odmian do wzrostu i rozwoju, po wystąpieniu silnych stresów (ang. resilience)</i> .....	7
<b>3. Koncepcja zachowania bioróżnorodności w rolnictwie</b> .....	8
<b>4. Współczesne kierunki i techniki hodowli roślin</b> .....	10
<b>5. Hodowla odpornościowa, a integrowana ochrona roślin</b> .....	11
5.1 <i>Rodzaje odporności genetycznej na choroby w hodowli odpornościowej</i> .....	11
5.2 <i>Hodowla odmian odpornych na patogeny występujące w glebie</i> .....	13
5.3 <i>Hodowla odmian odpornych na stresy abiotyczne</i> .....	13
5.4 <i>Hodowla odmian ograniczających zachwaszczenie</i> .....	14
<b>6. Doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja odmian do praktyki</b> .....	15
6.1 <i>Zakres badań odmianowych</i> .....	16
6.2 <i>Porejestrowe doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja badań</i> .....	16
<b>7. Przywracanie różnorodności biologicznej w warunkach produkcyjnych</b> .....	18
7.1 <i>Zwiększanie różnorodności biologicznej w uprawie roślin</i> .....	18
7.2 <i>Stosowanie zasiewów mieszanych roślin dla zwiększenia bioróżnorodności</i> ...	19
7.2.1. <i>Mechanizmy redukcji chorób w łanie siewu mieszanego</i> .....	19
7.2.2. <i>Pozachorobowe zjawiska/interakcje w łanie siewu mieszanego</i> .....	20
7.2.3. <i>Dobór składów odmian do siewów mieszanych</i> .....	21
<b>8. Znaczenie odmiany roślin w integrowanej ochronie roślin</b> .....	21
8.1 <i>Bieżąca dostępność odmian do integrowanej ochrony roślin</i> .....	22
8.2 <i>Modyfikacje badań odmianowych dla potrzeb integrowanej ochrony roślin</i> .....	25
8.3 <i>Wykorzystanie zasiewów mieszanych w integrowanej ochronie roślin</i> .....	27
<b>9. Podsumowanie</b> .....	28
<b>10. Literatura</b> .....	31

## Spis tabel i rysunków

	str.
Tab. 1 Zakres zróżnicowania odporności na choroby i szkodniki odmian kukurydzy .....	28
Tab. 2 Zakres zróżnicowania poziomów nasilenia występowania antraknozy na łubinie żółtym .....	29
Tab. 3 Odporność odmian roślin rolniczych na choroby i szkodniki .....	25
Rys. 1 Elementy trójkąta chorobowego .....	6
Rys. 2 Elementy systemu przywracania bioróżnorodności .....	9

## **Metoda hodowlana i zarządzanie odpornością roślin na choroby w integrowanej ochronie roślin**

### **1. Wprowadzenie**

Od zarania dziejów, człowiek ustawicznie doskonalił użytkowane przez siebie rośliny, początkowo w drodze selekcji najbardziej przydatnych wariantów w naturalnych populacjach roślin, a później w coraz bardziej wyspecjalizowanej działalności, zwanej hodowlą roślin.

Nowatorskie odmiany roślin uprawnych umożliwiające racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych (gleba, woda, bioróżnorodność) pozwalają na zrównoważony rozwój w rolnictwie oraz ochronę środowiska naturalnego. Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości zróżnicowany genetycznie postęp odmianowy będzie głównym czynnikiem wzrostu produkcji rolniczej. Oprócz wzrastającej produktywności nowych odmian oczekuje się, że odegrają one decydującą rolę w zrównoważonej produkcji rolniczej, a także będą głównym sposobem łagodzenia skutków niekorzystnych zmian klimatu, Murphy i wsp. (2013).

#### *1.1 Charakterystyka współczesnej produkcji roślinnej*

Współczesne rolnictwo, zwłaszcza konwencjonalne jest niebezpiecznie uzależnione od stosowania energii, syntetycznych środków produkcji (nawozów, pestycydów, etc.) i innych nakładów. Powszechnie wiadomo, że pestycydy i inne syntetyczne środki produkcji oddziałują negatywnie na biosferę, zwłaszcza na organizmy pożyteczne, w tym także na zdrowie ludzi i zwierząt. Przyczyniają się też do zachwiania równowagi biologicznej w ekosystemach.

Specjalizacja i intensyfikacja produkcji rolniczej doprowadziła do niebezpiecznego zawężenia bioróżnorodności na polach uprawnych. Obecnie ludzkość w skali globalnej żywi się kilkunastoma podstawowymi gatunkami roślin. Drastycznie zmniejszyła się także zmienność genetyczna współczesnych odmian roślin, w obrębie poszczególnych gatunków. Pomimo dużej liczebności odmian wszystkich gatunków roślin rolniczych (ok. 23 tys.) zarejestrowanych w całej Europie, są one mało zróżnicowane pod względem genetycznym.

Zawężenie bioróżnorodności, zarówno pomiędzy, jak i w obrębie pól uprawnych doprowadziło do znaczącego ograniczenia funkcjonowania naturalnych mechanizmów samoregulacji we współczesnych agro-ekosystemach, (Ostergaard i wsp. 2009). W ostatnich latach, coraz częściej mówi się o pilnej potrzebie wprowadzania alternatywnych, bardziej przyjaznych dla środowiska systemów gospodarowania

w rolnictwie. Zaliczyć do nich należy bardziej zrównoważone systemy produkcji rolniczej, związane z niskonakładowymi i ekologicznymi sposobami gospodarowania. W przeciwieństwie do kosztownego, intensywnego rolnictwa konwencjonalnego, w systemach zrównoważonych mogą być zmniejszane nakłady syntetycznych środków produkcji oraz bardziej zrównoważonej gospodarki wodą i innymi zasobami naturalnymi.

## 2. Pojęcia ogólne w hodowli i ochronie roślin

Obecnie, odmiany roślin uprawnych, będące podstawowym nośnikiem postępu biologicznego są tworzone w komercyjnych, rzadziej w publicznych placówkach hodowlanych. Produktami współczesnych programów hodowlanych są nowatorskie odmiany, z nowymi udoskonalonymi właściwościami genetycznymi, zapewniającymi bezpieczeństwo żywnościowe społeczeństw, zachowanie bioróżnorodności i zrównoważony rozwój rolnictwa oraz ochronę środowiska naturalnego.

### 2.1 Wybrane pojęcia z zakresu chorób roślin

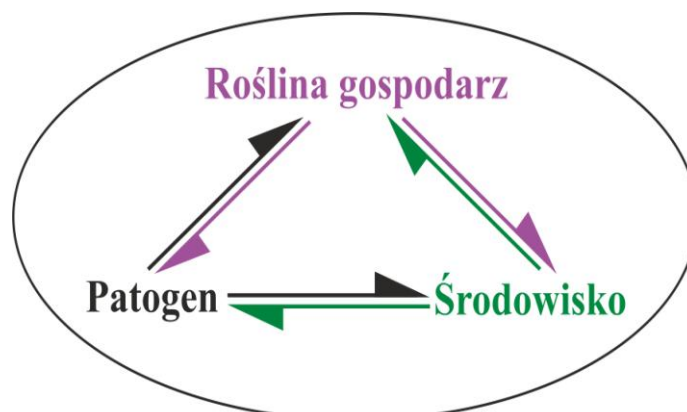
Choroby roślin definiowane są jako długotrwałe zakłócenia funkcji fizjologicznych roślin, które uniemożliwiają ich normalny wzrost i rozwój i przejawiają się zmianami w wyglądzie roślin. Zmiany te nazywane są objawami chorobowymi i są wywoływane stresami biotycznymi i abiotycznymi. W zależności od rodzaju czynników chorobotwórczych rozróżniamy infekcyjne i nieinfekcyjne choroby roślin.

Choroby infekcyjne roślin powodowane są przez stresy biotyczne, do których zaliczamy różne biotyczne czynniki chorobotwórcze zwane też patogenami, głównie: wirusy, bakterie i grzyby chorobotwórcze.

Choroba infekcyjna jest wynikiem interakcji pomiędzy elementami tak zwanego trójkąta chorobowego, w którego skład wchodzi: roślina gospodarz, patogen i środowisko.

Rys.1

### Elementy trójkąta chorobowego



Proces chorobowy wynika z interakcji pomiędzy wzajemnie oddziałującymi na siebie elementami trójkąta chorobowego. W warunkach współczesnego rolnictwa, na rozwój i nasilenie występowania chorób roślin może pośrednio wpływać rolnik, poprzez bezpośrednie oddziaływanie na roślinę gospodarza (odmiany odporne) i modyfikowanie środowiska uprawy roślin. Poprzez stosowanie fungicydów bardziej bezpośrednio wpływamy na nasilenie występowania i szkodliwość patogenów. Choroby infekcyjne są więc dynamicznym procesem biologicznym, wynikającym z interakcji trzech elementów w trójkącie chorobowym. W warunkach produkcyjnych człowiek może w pewnym zakresie oddziaływać na przebieg procesów chorobowych roślin uprawnych.

Drugą grupę chorób roślin, stanowią choroby nieinfekcyjne, wywoływane przez stropy abiotyczne, takie jak: niedobór lub nadmiar wody, niedobór lub nadmiar składników pokarmowych, zbyt wysokie lub zbyt niskie temperatury, naświetlenie roślin, których objawami są różne symptomy i zakłócenia rozwoju roślin.

Czynniki chorobotwórcze, zwłaszcza patogeny obligatoryjne najważniejszych gatunków roślin uprawnych wyróżniają się dużymi uzdolnieniami adaptacyjnymi w stosunku do wprowadzanych przeciwko nim metod walki, (genetycznej i/lub chemicznej). Z punktu widzenia potrzeb hodowli odpornościowej, jak i systemów uprawy i ochrony roślin niezbędne są analizy zmienności patogeniczności w populacjach patogenów w czasie i przestrzeni. Pozwalają one na określanie bieżącego potencjału chorobotwórczego patogenów w stosunku do roślin uprawnych.

Ważnym problemem, który pojawił się już w połowie ubiegłego stulecia w ochronie roślin jest zjawisko uodparniania się mikroorganizmów szkodliwych, głównie grzybów, nie tylko na genetyczną odporność odmian, ale też na substancje biologicznie aktywne stosowanych przeciwko fungicydów. Powszechnie znane jest uodparnianie się patogenów obligatoryjnych, powodujących choroby liści i innych części nadziemnych roślin, a także innych czynników chorobotwórczych powodujących szarą pleśń, choroby podstawy źdźbła, zgnilizny korzeni i uwiady roślin uprawnych. Wynika to z dużych uzdolnień adaptacyjnych czynników chorobotwórczych w stosunku do wprowadzanych przeciwko nim metod zwalczania biologicznego, bądź chemicznego.

## *2.2 Wybrane pojęcia z zakresu odporności odmian na choroby i inne stropy*

### *2.2.1 Odporność na choroby*

Odporność roślin na choroby i inne stropy jest cechą wrodzoną warunkowaną genetycznie. W ujęciu genetycznym wyróżnia się dwa zasadnicze typy odporności roślin na choroby. Pierwszym typem jest odporność monogeniczna, zwana też rasowo-specyficzną pełną, jakościową lub pionową. Warunkowana jest przez główne geny rośliny gospodarza o dużych efektach jednostkowych. Podlega zjawisku „załamywania się” w warunkach produkcyjnych. Drugim typem jest odporność poligeniczna, zwana też rasowo-niespecyficzną, częściową, ilościową lub poziomą. Warunkowana jest wieloma genami rośliny gospodarza o małych efektach jednostkowych. Nie podlega zjawisku „załamywania się” u odmian w na polach uprawnych. Czembor i Gacek (1995).

### 2.2.2 Tolerancja roślin na choroby i stesy abiotyczne

W systemach ochrony roślin ważną rolę odgrywa też uprawa odmian tolerancyjnych na choroby i inne stesy biotyczne oraz abiotyczne. Jak widać zjawisko tolerancji odnosi się zarówno do stresów powodowanych przez organizmy żywe (patogeny roślin, szkodniki i in.), jak i do czynników nieożywionych (niedobór/nadmiar składnika, wody, czynniki pogodowe).

Tolerancja jest to genetycznie i środowiskowo uwarunkowana zdolność roślin niektórych odmian do „wytrzymywania” dużego porażenia przez choroby lub przez inne organizmy szkodliwe albo przez stesy abiotyczne. Odmiany wyróżniające się tolerancją na stesy, znoszą działanie czynników stresowych bez większych strat w plonie, w przeciwieństwie do odmian, u których nie zaobserwowano zjawiska.

W warunkach polowych stopień porażenia odmian tolerancyjnych przez choroby, nie różni się wizualnie od stopnia porażenia odmian podatnych. Niektórzy autorzy twierdzą, że „odmiany tolerancyjne wyglądają jak podatne, a plonują jak odporne.” Poziom tolerancji odmian roślin na choroby i inne stesy można określić poprzez porównanie wysokości plonowania odmian tolerancyjnych z plonowaniem odmian nie mających tej właściwości, w warunkach silnej epidemii choroby lub w czasie oddziaływania innego stresu.

### 2.2.3 Zdolność odmian do wzrostu i rozwoju, po wystąpieniu silnych stresów (ang. *resilience*)

W ostatnim czasie, coraz powszechniej w literaturze światowej dotyczącej ekosystemów roślinnych, w tym zwłaszcza współczesnych agroekosystemów funkcjonuje pojęcie zdolności odmian do szybkiego powrotu do dalszego wzrostu i rozwoju, po wystąpieniu silnego stresu biotycznego lub abiotycznego. W literaturze angielskojęzycznej właściwość ta jest określana jako „**resilience**”.

Niestety, w języku polskim nie ma stosownego słowa, mogącego objąć swym znaczeniem zdolności roślin do szybkiej powrotu do stanu wegetacji, w jakim znajdowały się przed zadziałaniem silnego stresu. Dość często uzdolnienia te określane są zwiększoną tolerancją, odpornością, elastycznością roślin, lub też właściwościami roślin buforującymi silne działanie stresów biotycznych i abiotycznych.

Należy podkreślić, że wspomniane wyżej właściwości buforujące odmian roślin, są obserwowane w większym natężeniu w warunkach zwiększonej bioróżnorodności i w zrównoważonych systemach gospodarowania w rolnictwie. Zrównoważone gospodarowanie w rolnictwie opiera się na efektywnym wykorzystaniu zasobów naturalnych i wynika z umiejętnego wykorzystania rozmaitych morfologicznych i ekofizjologicznych właściwości roślin uprawnych. Duże znaczenie w zrównoważonych systemach mają też fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleb i ich interakcje z roślinami, w kontekście zdolności buforowych danego systemu rolnego (składniki żywniowe, woda, oraz stan zdrowotny gleby).

Głównymi sposobami poprawy właściwości buforujących odmian, są:

- poprawa zdolności adaptacyjnych i elastyczności upraw
- zwiększanie bioróżnorodności na polach uprawnych
- określenie natury i zależności pomiędzy właściwościami roślin, warunkującymi zwiększone „uzdolnienia buforowe” odmian, (m.in. dynamika wzrostu roślin we wczesnych etapach, fenologia, parametry morfologiczne i fizjologiczne, parametry glebowe i środowiskowe, konkurencyjność w stosunku do chwastów, odporność i tolerancja na czynniki stresowe)

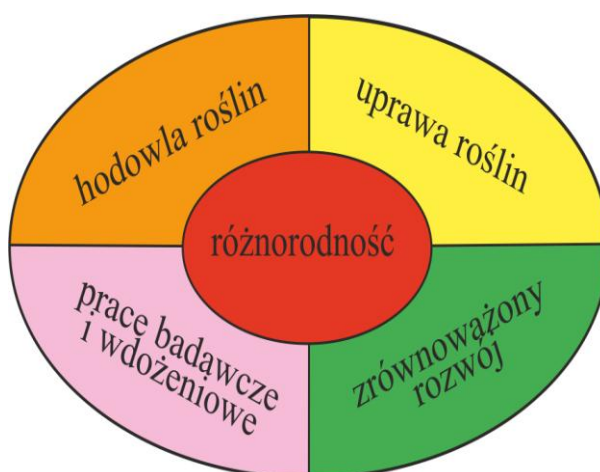
### 3. Koncepcja zachowania bioróżnorodności w rolnictwie

Różnorodność biologiczna występująca w naturalnych zbiorowiskach roślin stanowiła podstawę selekcji naturalnej i ewolucji roślin. Była ona powszechną cechą pierwotnych ekosystemów, po czym stopniowo ulegała zawężaniu, w miarę postępującej ingerencji człowieka i pojawiania się coraz to nowocześniejszych ekosystemów rolniczych. Zawężanie różnorodności biologicznej na polach uprawnych następowało w związku z rosnącą specjalizacją i intensyfikacją produkcji rolniczej.

Obecnie, na polach uprawnych obsianych monokulturami zawężonych genetycznie pojedynczych odmian, prawie całkowicie zostały wyeliminowane biologiczne mechanizmy samoregulacji, występujące w zróżnicowanych genetycznie pierwotnych ekosystemach roślinnych, Ives i Carpenter (2007); Costanzo i Barberi (2014).

Rys, 2

#### Elementy koncepcji zwiększania bioróżnorodności



Na rysunku 2, przedstawiono podstawowe elementy koncepcji holistycznego systemu działań interdyscyplinarnych w celu przywrócenia różnorodności biologicznej w warunkach produkcyjnych współczesnego rolnictwa. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:



- prowadzenie wyprzedzających, interdyscyplinarnych badań naukowych i prac upowszechnieniowych nad opracowaniem i wdrożeniem do praktyki metod i strategii zintegrowanego systemu zwiększania różnorodności biologicznej, w zrównoważonej uprawie i w integrowanej ochronie roślin
- ukierunkowanie prac hodowlanych na tworzenie zróżnicowanych genetycznie odmian roślin, odznaczających się wysokim i stabilnym plonowaniem oraz odpornością na stresy biotyczne i abiotyczne
- określenie właściwości odmian buforujących skutki niekorzystnego oddziaływania niespodziewanych zjawisk i czynników, wynikających ze zmian klimatu oraz innych stresów biotycznych i abiotycznych
- opracowanie i wdrożenie do praktyki strategii efektywnego zwiększania bioróżnorodności i zrównoważonego wykorzystania naturalnych środków produkcji w różnych systemach gospodarowania w rolnictwie.

Eksperymentalnie, oraz w warunkach produkcyjnych dowiedziono, że umiejętna integracja prac badawczo-wdrożeniowych i hodowlanych z docelowymi wariantami uprawy odmian odpornych powinna mieć znaczenie w produkcji roślinnej, w tym w integrowanej ochronie roślin.

Alternatywnym rozwiązaniem problemu zwiększenia bioróżnorodności w uprawie roślin mogą być wprowadzane już modyfikacje prac hodowlanych. W ich ramach, obiecującym i stosunkowo niedrogim sposobem poszerzania bioróżnorodności materiałów hodowlanych i pól uprawnych, jest koncepcja tworzenia i uprawy złożonych populacji krzyżówkowych (ZPK) i innych heterogenicznych materiałów roślinnych, zgodnie z filozofią ewolucyjnej hodowli roślin, Suneson (1956). Koncepcja ewolucyjnej hodowli roślin zakłada wykorzystanie w procesie hodowlanym zjawiska selekcji naturalnej, Phillips i Wolfe, (2005).

Złożone populacje krzyżówkowe tworzone są poprzez skrzyżowanie w diallelu, kilku najwartościowszych odmian komercyjnych danego gatunku zbóż, a następnie rozmnażaniu mieszanek sporządzonych z uzyskanych generacji roślin, w docelowych, stresowych środowiskach uprawy dla danego gatunku. Postępowanie takie pozwala na oddziaływanie selekcji naturalnej na rozszczepiające się złożone populacje krzyżówkowe rozmnażane przez kilka kolejnych generacji, najczęściej przez 7-8 lat, Doring i wsp. (2011).

Złożone populacje krzyżówkowe odznaczają się większym zróżnicowaniem biologicznym niż mieszanki odmianowe, co prowadzi do poprawy wysokości i stabilności upraw roślin zbożowych oraz zwiększenia ich odporności na choroby i inne stresy, w tym także na niekorzystne oddziaływanie czynników pogodowych, wynikających ze zmian klimatu, Finckh (2009).

#### 4. Współczesne kierunki i techniki hodowli roślin

Współczesne programy hodowlane są przede wszystkim ukierunkowane na tworzenie odmian przydatnych do intensywnego rolnictwa konwencjonalnego. Jednakże, dzięki stosowaniu zróżnicowanych genetycznie materiałów wyjściowych w programach hodowlanych oraz prowadzeniu odpowiednich prac selekcyjnych, spośród odmian konwencjonalnych można wyselekcjonować odmiany nadające się do zrównoważonych systemów gospodarowania w rolnictwie. Wolfe i wsp. (2008) podali, że ponad 95% produkcji ekologicznej prowadzi się na bazie odpowiednio dobranych odmian konwencjonalnych.

Wiele właściwości fenologiczno-morfologicznych roślin wykorzystywanych w intensywnych systemach gospodarowania znajduje też zastosowanie w rolnictwie ekologicznym. Należą do nich m.in. wysokość roślin, architektura łanu, wigor roślin, budowa systemu korzeniowego, odporność na stresy biotyczne i abiotyczne.

Działalność hodowlana jest procesem złożonym i długotrwałym i opiera się na wynikach badań wielu dyscyplin naukowych, a także na stosowaniu wyrafinowanych kierunków, metod i technik hodowlanych. Do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- precyzyjne fenotypowanie cech użytkowych roślin, z zastosowaniem najnowszych technik analitycznych,
- techniki i narzędzia molekularne, służące do monitorowania dziedzicznej zmienności genetycznej podczas procesu selekcji roślin,
- genomikę i biotechnologię,
- bioinformatykę,
- ochronę własności intelektualnej w biotechnologii i hodowli roślin, ze szczególnym uwzględnieniem koegzystencji pomiędzy ochroną patentową, roślinnych odkryć biotechnologicznych i wyłącznym prawem hodowców do odmian roślin.

Wytworzenie nowatorskich odmian roślin uprawnych jest zadaniem trudnym, długotrwałym i kosztownym. Współcześni hodowcy znacząco poprawili wartość gospodarczą nowych odmian, dzięki stosowaniu szerokiej zmienności genetycznej wyjściowych materiałów hodowlanych z różnych ośrodków pochodzenia roślin uprawnych. Wyróżnia się trzy podstawowe grupy zmienności genetycznej stosowanej w hodowli roślin, a mianowicie:

- główną pulą genetyczną wykorzystywaną w programach hodowli roślin są elitarne linie hodowlane i najnowsze odmiany komercyjne,
- drugorzędną pulę genową stanowią odmiany miejscowe (landraces), odmiany starsze oraz materiały genetyczne z Banków Genów,
- trzecią, uzupełniającą pulę genową stanowią dzikie gatunki roślin spokrewnione ze współczesnymi gatunkami roślin uprawnych.

Wyżej wymienione kierunki prac hodowlanych mają na celu jak najpełniejsze wykorzystanie dostępnych źródeł odporności na choroby, podwyższanie poziomu odporności i tolerancji na choroby i stresy biotyczne, a docelowo zwiększenie efek-

tywności i trwałości odporności odmian w warunkach produkcyjnych, Gacek (1990); Arseniuk (2013).

Biorąc pod uwagę pogłębiające się negatywne skutki nadmiernej intensyfikacji uprawy roślin i potrzebę ekologizacji w rolnictwie, placówki hodowlane coraz częściej modyfikują programy hodowlane w kierunku:

- tworzenia odmian przydatnych do różnych kierunków gospodarowania w rolnictwie, a mianowicie: intensywnego rolnictwa konwencjonalnego, bardziej zrównoważonego rolnictwa nisko-nakładowego i rolnictwa ekologicznego,
- tworzenia odmian umożliwiających ograniczanie stosowania syntetycznych środków produkcji, w tym herbicydów i pestycydów,
- wprowadzenia pro-środowiskowych modyfikacji kierunków hodowlanych, zgodnie z zasadami ewolucyjnej hodowli roślin, której produktami są złożone populacje krzyżówkowe (ZPK) i inne heterogeniczne materiały do uprawy zbóż, w celu zwiększania bioróżnorodności na polach uprawnych, Wolfe i wsp (2008); Doring i wsp. (2011).

## **5. Hodowla odpornościowa i zarządzanie odpornością na choroby w integrowanej ochronie roślin**

Głównym celem hodowli roślin, w tym zwłaszcza hodowli odpornościowej jest wytwarzanie odmian roślin uprawnych, odpornych i tolerancyjnych na choroby oraz tolerancyjnych na stresy abiotyczne i jednocześnie i odznaczających się wysokim poziomem plonowania.

Hodowla odpornościowa ma charakter interdyscyplinarny i wymaga prowadzenia wielu prac badawczych w zakresie poznania genetycznych uwarunkowań coraz to nowych rodzajów i typów odporności roślin na czynniki chorobotwórcze oraz ustawniczego określania potencjału chorobotwórczego patogenów, w stosunku do określonego gatunku rośliny żywicielskiej.

### *5.1 Rodzaje odporności genetycznej na choroby w hodowli odpornościowej*

Warunkiem efektywnej hodowli odpornościowej jest równoczesne stosowanie wielu różnych genów odporności do nowych odmian oraz właściwe wykorzystanie odmian odpornych w praktyce rolniczej, w celu zwiększenia trwałości ich odporności Gacek (1990) i Arseniuk (2013). Racjonalne wykorzystanie odporności na choroby w hodowli i uprawie roślin uprawnych, ma na celu zapobieganie zjawisku „załamywania się” odporności w warunkach produkcyjnych. W praktyce polega to na maksymalnym różnicowaniu uprawy odmian z różnymi typami i genami odporności w czasie (odrębne typy odporności u form jarych i ozimych) i w przestrzeni ( jednoczesna uprawa wielu odmian z różnymi genami odporności w danym rejonie, uprawa zasiewów mieszanych, a od niedawna stosowanie złożonych populacji krzyżówkowych (ZPK), Finch, (2009); Wolfe i wsp.(2008); Doring i wsp.(2011).

Efektywność hodowli odpornościowej zależy od właściwego doboru źródeł odporności na patogeny i od struktury populacji patogenów kraju oraz w poszczególnych jego rejonach.

W prowadzonych obecnie pracach nad wytworzeniem nowych odmian wiele ośrodków hodowlanych wykorzystuje dwa rodzaje genetycznej odporności na choroby, a mianowicie odporność rasowo-specyficzną oraz rasowo-niespecyficzną, Czembor i Gacek (1995).

Odporność rasowo-specyficzna jest efektywna tylko przeciwko niektórym rasom fizjologicznym (genotypom) patogenów. Zwykle jest ona uwarunkowana przez pojedyncze główne geny odporności, o dużych efektach jednostkowych. Odporność rasowo-specyficzna jest bardzo popularna wśród hodowców z uwagi na jej wyraźną ekspresję i jej dużą efektywność w ograniczaniu chorób roślin. Podstawową wadą tej odporności jest to, że podlega ona zjawisku „załamywania się” wynikającemu z procesów adaptacyjnych w populacjach patogenów. Trwałość odporności rasowo-specyficznej jest odwrotnie proporcjonalna do zakresu jej stosowania w uprawie, Wolfe (1990); Czembor i Gacek (1995).

Odporność rasowo-niespecyficzna, zwana też częściową, jest uwarunkowana poligenicznie. Jej efektywność zależy od liczby i rodzaju genów ją warunkujących oraz od warunków środowiska. Zabezpiecza ona roślinę, jednocześnie przed wieloma rasami patogenów, stąd charakteryzuje się ona większą trwałością w warunkach produkcyjnych, ale jest mniej efektywna niż odporność wertykalna w stopniu ograniczaniu chorób. Ze względu na jej poligeniczny sposób dziedziczenia się, nie jest ona zbyt popularna w pracach hodowlanych, Czembor i Gacek (1995).

Przez wiele lat w hodowli odpornościowej wprowadzano do odmian geny odporności na jedną chorobę, a nawet na pojedyncze rasy patogenów. Otrzymywane w ten sposób odmiany o dużej odporności na jedną chorobę, lub pojedyncze rasy patogena, na których często obserwowano zjawisko „załamywania się” odporności. W placówkach hodowlanych dąży się, aby odporność na patogeny i inne stresy biotyczne była zróżnicowana genetycznie, trwała w czasie i efektywna w różnych środowiskach Czembor i Gacek (1995). Hodowcy pracują nad uzyskaniem roślinnych materiałów wyjściowych, cechujących się odpornością kompleksową na kilka patogenów.

W ostatnich latach zwraca się szczególną uwagę na maksymalne wykorzystanie różnorodności genetycznej, już w obrębie materiałów wyjściowych. W programach hodowli odpornościowej jednocześnie stosuje się, jak najwięcej odrębnych źródeł odporności rasowo-specyficznej, z różnymi genami głównymi. Dąży się też do jednoczesnego wprowadzania kilku genów odporności w tym do odmian z podwyższonym poziomem odporności częściowej, a także do podnoszenia ogólnego poziomu odporności częściowej, u odmian z odpornością rasowo-specyficzną, Arseniuk (2013) i Gacek (1990).

## 5.2 Hodowla odmian odpornych na patogeny występujące w glebie

W przypadku chorób roślin powodowanych przez patogeny występujące w glebie, metody hodowli i selekcji odmian odpornych powinny być dostosowane do specyfiki tych chorób, a także powinny uwzględniać fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby i ich interakcje z roślinami uprawnymi.

Niektóre choroby powodowane przez patogeny występujące w glebie (*Tilletia tritici* i in.) można skutecznie zwalczać poprzez zaprawianie materiału siewnego fungicydami. Istnieje też możliwość zwalczania tej grupy chorób pszenicy poprzez hodowlę i uprawę odmian odpornych i tolerancyjnych na *T.tritici*.

Do innych chorób roślin powodowanych przez patogeny występujące w glebie i zwalczanych na skalę komercyjną poprzez uprawę roślin odpornych, zaliczamy: rak ziemniaka, rak koniczyny, kiłę roślin kapustnych i choroby podsuszkowe zbóż. Grupą chorób roślin, przeciw którym także prowadzona jest hodowla odpornościowa są choroby systemu naczyniowego roślin, powodowane przez grzyby z rodzajów *Fusarium ssp.*, *Verticillium ssp.* i innych patogenów. Wykazano, że populacje mikroorganizmów glebowych występujących w rizosferze mają duże potencjalne możliwości do zmniejszania nasilenia chorób powodowanych przez patogeny występujące w glebie (*Rhizoctonia ssp.*, *Fusarium ssp.*, *Gaeumanomyces ssp.*), a nawet mogą oddziaływać na patogeny powodujące choroby liści (*Septoria tritici* i in.), Sari i wsp. (2008).

W środowisku mikroorganizmów rizosfery obserwuje się rozmaite mechanizmy biologiczne, takie jak antybioza, współzawodnictwo w wykorzystaniu składników odżywczych roślin, a także zjawisko indukowanej odporności. Mazzola i Gu (2000) ściśle zależność pomiędzy występowaniem niektórych chorób pszenicy, a składem i aktywnością mikroorganizmów glebowych.

## 5.3 Hodowla odmian odpornych na stresy abiotyczne

Hodowla odmian tolerancyjnych na stresy abiotyczne jest coraz ważniejszym celem i kierunkiem hodowlanym, zwłaszcza w kontekście postępujących zmian klimatu, Arnell (2003); Murphy i wsp. (2013). Wiąże się to z pilną potrzebą tworzenia odmian tolerancyjnych na suszę, mrozoodporność, zimotrwałość i inne stresy abiotyczne, zwłaszcza te związane z gwałtownymi zmianami czynników pogodowych, CIMMYT (2008); Cattiveli i wsp. (2008); Chakraborty i Newton (2011).

Hodowla odmian roślin na stresy abiotyczne jest bardzo trudna, ponieważ mechanizmy tolerancji u roślin są bardzo złożone i mało poznane, Cattiveli i wsp. (2008). Nie mniej tolerancja odmian pszenicy i innych roślin na suszę, efektywność wykorzystania wody przez rośliny, a także stres temperatury są obecnie głównymi celami w hodowli. Hodowla odmian roślin na stresy abiotyczne jest bardzo trudna, ponieważ mechanizmy tolerancji u roślin są bardzo złożone i mało poznane. Nie mniej tolerancja odmian pszenicy i innych roślin na suszę, efektywność wykorzystania wody przez rośliny, a także stres temperatury są obecnie głównymi celami w hodowli pszenicy, CIMMYT, (2008).

W wyniku przeprowadzonych analiz wpływu żywienia roślin, jak i roli wybranych składników pokarmowych: N, P, K, Mn, Zn, B, Cl i Si, stwierdzono ich wpływ na infekcję, zasiedlanie i zarodnikowanie patogenów i ogólny poziom występowania chorób roślin, Dordas (2000). Na przykład, przy zbyt dużej dostępności N wzrasta nasilenie porażenia roślin przez patogeny obligatoryjne, i jednocześnie zauważono tendencję zmniejszania się porażenia roślin przez patogeny fakultatywne. Wykazano, że istnieją potencjalne możliwości dokonywania modyfikacji nawożenia roślin w celu zwiększenia stopnia ograniczania chorób roślin, zarówno w konwencjonalnych jak ekologicznych systemach gospodarowania w rolnictwie, Walters i Bingham (2007).

#### 5.4 Hodowla odmian ograniczających zachwaszczenie

Zwalczanie chwastów nadal pozostaje poważnym problemem w uprawie roślin, zwłaszcza w jednorodnych genetycznie monokulturach odmianowych. Informacje w niniejszym rozdziale są ograniczone do zależności pomiędzy odmianami pszenicy, a nasileniem występowania w nich chwastów. Stwierdza się, że współczesne odmiany pszenicy są zróżnicowane pod względem genetycznym w zakresie ich zdolności do konkurowania z chwastami, Cosser i wsp. (1997).

Odmiany uprawne oddziałują na biologię gleby i jej funkcje. Zdolności ograniczania chwastów przez odpowiednio dobrane odmiany, wiążą się z cechami morfologicznymi roślin nad powierzchnią gruntu oraz budową i wydzielinami korzeni oraz interakcjami systemu korzeniowego z grzybami mikoryzowymi.

Potencjalnie ważnym sposobem ograniczania chwastów jest zwiększanie bioróżnorodności na polach uprawnych (zasiewy mieszane, złożone populacje krzyżówkowe (ZPK). W zróżnicowanym biologicznie łąnie siewu mieszanego, występuje lepsze zacienienie powierzchni gleby i większe uzdolnienia konkurencyjne roślin siewu mieszanego w stosunku do chwastów. Creissen i wsp.(2013)

Badania plonu ziarna i zdolności konkurowania roślin z chwastami u ponad 60 odmian pszenicy wykazały, że testowane odmiany pszenicy były bardzo zróżnicowane pod względem zdolności do ograniczenia chwastów Oznacza to, że problematyka zdolności ograniczania chwastów przez rośliny pszenicy, powinna być uwzględniana w pracach hodowlanych tego gatunku, Murphy i wsp. (2008).

Z kolei spośród analizowanych cech fenotypowych pszenicy jarej, tylko wysokość roślin miała wpływ na zmienność między odmianową w zakresie zdolności ograniczania chwastów, podczas gdy takie cechy jak: długość koleoptyle, typ krzewienia i wczesny wigor wzrostu roślin, masa 1000 ziaren oraz index powierzchni liścia, jak i struktura i architektura łąnu nie miały wpływu na zdolności odmian pszenicy jarej do ograniczania występowania chwastów, Murphy i wsp. (2008). Świadczy to, że cechy fenotypowe i inne właściwości odmian pszenicy są zmienne i często uzależnione od specyficznych warunków środowiskowych, a także mogą mieć inną ekspresję u form jarych i ozimych pszenicy.

Allelopatia jest inną właściwością roślin, mającą potencjalne duże znaczenie w ograniczaniu chwastów, Wu i wsp. (1999). Allelopatia jest procesem chemicznym,

w wyniku którego rośliny zapewniają sobie przewagę konkurencyjną w odniesieniu do chwastów, wpływając bezpośrednio, bądź pośrednio na kiełkowanie, wzrost i rozwój sąsiadujących roślin. Zdaniem wielu autorów, istnieje możliwość selekcji odmian roślin z dużą aktywnością allelopatyczną. Re-introdukcja tej właściwości do nowych odmian na drodze hodowlanej może przyczynić się do przywrócenia tej istotnej właściwości roślin, utraconej w dotychczasowych programach hodowlanych.

## **6. Doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja odmian do praktyki**

Doświadczalnictwo odmianowe powinno uwzględniać kryteria agronomiczne, środowiskowe i ekonomiczne w rolnictwie i skutki postępujących zmian klimatu.

Środowiska wybierane do testowania odmian muszą charakteryzować się dużą zmiennością w zakresie czynników glebowych i klimatycznych oraz występowania chorób roślin i szkodników oraz stresów abiotycznych. Z kolei odmiany dobierane do badań ich przydatności gospodarczej powinny reprezentować jak najszersze spektrum zmienności w zakresie ich właściwości fizjologiczno-wzrostowych i uzdolnień adaptacyjnych.

Niestety, obecnie dominujące systemy badań wartości gospodarczej odmian (WGO), są głównie dostosowane do potrzeb intensywnego rolnictwa konwencjonalnego i w niewielkim stopniu pozwalają na selekcję odmian przydatnych dla pozostałych systemów gospodarowania w rolnictwie.

W Polsce, podobnie jak w innych państwach członkowskich UE, rokrocznie prowadzona jest rejestracja nowych odmian roślin uprawnych pochodzących z kilkunastu krajowych oraz kilkudziesięciu zagranicznych placówek hodowli roślinnej. Badaniami urzędowymi i rejestracją odmian roślin zajmuje się Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) w Słupi Wielkiej k/Poznania ([www.coboru.pl](http://www.coboru.pl)).

Odmiany roślin rolniczych wpisywane są do krajowego rejestru (KR) po trwających najczęściej dwa lata badaniach urzędowych wartości gospodarczej odmian (WGO) i ocenie ich odrębności, wyrównania i trwałości (OWT). Odmiany roślin warzywnych i sadowniczych wpisywane są do KR, wyłącznie na podstawie badań OWT. Wpisanie odmiany do KR jest podstawą do legalnego obrotu jej materiałem siewnym i uprawą, nie tylko w naszym kraju, lecz we wszystkich państwach członkowskich UE.

Od czasu integracji Polski z UE, w naszym kraju mogą znajdować się w obrocie nasiennym i w uprawie odmiany z wszystkich państw członkowskich, wpisane do wspólnych katalogów odmian UE

(<http://eur-lex.europa.eu/legal/content/pl/ALL/?uri=OJ:C:2015:404:TOC>)

Precyzyjnie dobrane odmiany będą spełniać ważną rolę w uprawie i ochronie roślin uprawnych. W najbliższych latach przewiduje się znaczny wzrost ich znaczenia, nie tylko w kontekście integrowanej ochrony roślin, lecz także uwzględniając potrzeby różnych systemów gospodarowania w rolnictwie. Dzięki wyrafinowanym badaniom i doświadczeniom odmianowym podczas selekcji odmian przydatnych do rolnictwa konwencjonalnego, możliwym będzie wybór odmian do integrowanej ochrony

roślin oraz odmian pozwalających na zmniejszanie nakładów (nawozy, pestycydy, energia, woda i inne).

W związku z powyższym pilnie wymagana jest bardziej pogłębiona współpraca pomiędzy istniejącymi w kraju instytucjami naukowymi z placówkami hodowli roślin, COBORU, ośrodkami doradztwa rolniczego oraz instytucjami i podmiotami uczestniczącymi w realizacji porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (PDO) i rekomendacji odmian do praktyki rolniczej.

### *6.1 Zakres badań odmianowych*

Obecnie prowadzone w naszym kraju badania przydatności gospodarczej odmian roślin rolniczych, w tym selekcja form odpornych na patogeny i stropy abiotyczne prowadzone są rokrocznie na zestawie ponad 1200 odmian, pochodzących z krajowych i zagranicznych placówek hodowlanych, a mianowicie:

- badania urzędowe (rejestrone) – ok. 600 nowych odmian,
- badania porejestrowe – ok. 600 odmian już zarejestrowanych w kraju, bądź w innych państwach członkowskich UE,

### *6.2 Porejestrowe doświadczalnictwo odmianowe i rekomendacja odmian*

Od 18 lat funkcjonuje w Polsce system porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (PDO) i rekomendacji odmian, utworzony i koordynowany przez COBORU we współpracy z Urzędami Marszałkowskimi i Wojewódzkimi Izbami Rolniczymi, Gacek, Behnke (2013) (<http://www.coboru.pl/dr/index.aspx>).

W ramach systemu doświadczalnego PDO prowadzi się około 1000 polowych doświadczeń odmianowych, w ponad 100 punktach doświadczalnych na terenie całego kraju. (patrz mapka). W realizacji PDO, oprócz stacji doświadczalnych, należących do sieci COBORU, współpracują ze sobą instytucje i podmioty zajmujące się terenowym doświadczalnictwem odmianowym, a mianowicie: jednostki hodowli roślin, ośrodki doradztwa rolniczego, instytuty i uczelnie rolnicze oraz inne podmioty zainteresowane prowadzeniem profesjonalnych doświadczeń odmianowych. Podkreślić należy, że coraz częściej prowadzone są przez rolników specjalistyczne badania odmianowe w warunkach produkcyjnych.





W systemie doświadczalnym PDO i rekomendacji odmian prowadzi się badania wartości gospodarczej odmian wpisanych do KR i w mniejszym zakresie zarejestrowanych w państwach członkowskich UE. Na podstawie wyników badań PDO, we wszystkich województwach tworzy się Listy Odmian Zalecanych do uprawy, zwanych też listami odmian rekomendowanych (<http://www.coboru.pl/dr/rekomendacja.aspx>).

Oprócz wymienionych wyżej prac należy zintensyfikować specjalistyczne badania odmianowe, na rzecz integrowanej ochrony roślin, a mianowicie:

- określanie odporności odmian na stresy biotyczne i abiotyczne, w różnych środowiskach uprawowo-klimatycznych,
- oceny zmienności wysokości i stabilność plonowania oraz adaptacyjności odmian roślin uprawnych, na podstawie interakcji genotypowo-środowiskowych (GxE) oraz interakcji (GxExM), (gdzie M = intensywność uprawy odmiany)
- oceny i selekcji odmian przydatnych dla różnych kierunków gospodarowania w rolnictwie tj. rolnictwa konwencjonalnego, niskonakładowego i ekologicznego,
- selekcji złożonych populacji krzyżówkowych (ZPK) i innych heterogenicznych materiałów hodowlanych dla zachowania bioróżnorodności i ochrony środowiska naturalnego,
- selekcji odmian tolerancyjnych na gwałtowne fluktuacje klimatyczne, związane ze zmianą klimatu.

Równoległe do opisywanych wyżej badań i doświadczeń odmianowych niezbędne będą działania i prace badawcze zmierzające do poprawy efektywności stosowania odmian odpornych na choroby w praktyce rolniczej, w tym w ramach integrowanej ochrony roślin.

## **7. Zarządzanie odpornością roślin na choroby i stresy biotyczne w warunkach produkcyjnych**

Obecnie, na polach uprawnych obsianych monokulturami zawężonych genetycznie pojedynczych odmian, prawie całkowicie zostały wyeliminowane biologiczne mechanizmy samoregulacji, występujące w zróżnicowanych genetycznie pierwotnych ekosystemach roślinnych, Ives i Carpenter (2007); Costanzo i Barberi (2014).

Do najważniejszych z mechanizmów samoregulacji oddziałujących pozytywnie na rośliny uprawne, zaliczamy:

- potencjał środowiskowy roślin, wynikający z zakresu ich zmienności genotypowej i fenotypowej,
- zjawisko komplementacji, związane z wzajemnym uzupełnianiem się roślin podczas ich wzrostu i rozwoju w warunkach dużego zróżnicowania biologicznego
- zjawisko kompensacji, występuje w sytuacjach, gdy rośliny bardziej zaadaptowane do otaczających warunków efektywniej wykorzystują dane środowisko, kosztem sąsiadujących z nimi roślin, mniej dostosowanych do tego środowiska.

Nie w pełni wykorzystywaną dotąd możliwością zwiększenia produktywności i zdrowotności upraw rolniczych jest odpowiednie zarządzanie w uprawie odmianami odpornymi na choroby i na inne stresy biotyczne w praktyce produkcyjnej. W ramach zarządzania odpornością roślin na stresy biotyczne, można wyróżnić następujące kierunki działań:

- wprowadzanie do uprawy w danym gospodarstwie lub rejonie jak największej liczby odmian z różnymi genami i typami odporności na choroby i inne stresy biotyczne
- podczas doboru odmian do uprawy uwzględniać strukturę chorobotwórczości w populacjach patogenów oraz natury i natężenia występowania innych czynników stresowych
- zwiększanie bioróżnorodności na polach uprawnych

### *7.1 Zwiększanie różnorodności biologicznej w uprawie roślin*

Dla zwiększenia skuteczności i trwałości odporności odmian w uprawie należy stosować właściwe płodozmiany, zachowywać terminy siewu i zabiegów uprawowych i zwiększać na tyle, na ile to możliwe bioróżnorodność na polach roślin uprawnych. Cele te można osiągnąć poprzez równoczesną uprawę dużej liczby odmian w danym gospodarstwie, unikać monokultur odmianowych oraz w coraz większym zakresie wprowadzać do uprawy rozmaite wewnątrz- i międzygatunkowe zasiewy mieszane oraz opisane wcześniej złożone populacje krzyżówkowe (ZPK).

Wysokość i stabilność plonowania odmian roślin uprawnych jest ściśle związana z ich właściwościami fenologicznymi oraz morfologicznymi oraz odpornością na stesy biotyczne i abiotyczne. O wysokości, a zwłaszcza stabilności plonowania upraw decyduje interakcja pomiędzy odmianą, środowiskiem i poziomem intensywności uprawy, określana powszechnie interakcją GxExM. Stąd dla ujawnienia powyższych zależności niezbędnym rozwiązaniem jest prowadzenie odpowiedniego systemu doświadczalnictwa odmianowego, uwzględniającego powyższe interakcje. Dzięki takiemu postępowaniu można bardziej precyzyjnie dobrać odmiany do uprawy w różnych warunkach (Cooper i wsp. 2006).

W uprawie roślin powinno dążyć się do maksymalnego zwiększania bioróżnorodności upraw roślinnych. Można to osiągnąć wieloma sposobami opisanymi wcześniej. Takie postępowanie jest też niezbędnym elementem w integrowanej ochronie roślin, prowadzącym do znacznego obniżenia występowania organizmów szkodliwych i zachwaszczania we współczesnych uprawach roślin, a także daje możliwości drastycznego obniżenia dawek i niebezpiecznych dla środowiska pestycydów.

## 7.2 *Stosowanie zasiewów mieszanych roślin dla zwiększenia bioróżnorodności*

Sposobem różnicowania i jednocześnie zwiększenia trwałości odporności genetycznej odmian w warunkach produkcyjnych jest ich uprawa w rozmaitych typach zasiewów mieszanych. Pod pojęciem zasiewy mieszane rozumiemy zarówno międzygatunkowe mieszanki (głównie zbożowo-zbożowe i zbożowo-strączkowe) jak i mieszanki odmianowe w obrębie jednego gatunku (np. pszenicy czy jęczmienia).

### 7.2.1 *Mechanizmy redukcji chorób w łanie siewu mieszanego*

W przeciwieństwie do monokultur odmianowych w genetycznie zróżnicowanych zasiewach mieszanych zaobserwowano efekty działania rozmaitych epidemiologicznych mechanizmów redukcji chorób i czynników poza-chorobowych, Finckh i Mundt (1992); Gacek i wsp. (1996); Noworolnik (2000); Rudnicki (1994); Tratwal i Walczak (2010); Szempliński i Budzyński, (2011); Newton i Guy (2011); Walczak i wsp. (2011).

Do najważniejszych z nich zaliczamy:

- zmniejszenie ilości tkanki podatnej na jednostce powierzchni łanu,
- działanie roślin odpornych jako „barier” fizycznych dla części awirulentnego materiału zakaźnego,
- zjawisko indukowanej odporności (immunizacji biologicznej),
- efekty wynikające z istnienia dwóch poziomów odporności genetycznej (główne geny odporności + różne tła genetyczne) odmian w siewie mieszanym,
- istnienie różnic w poziomach odporności częściowej odmian komponentów
- efekty epidemiologiczne wynikające ze zjawisk auto- i alloinfekcji w łanie siewu mieszanego,

- interakcje pomiędzy zjawiskami chorobowymi (epidemicznymi) a czynnikami ekologicznymi – „pozachorobowymi” (komplementacja, kompensacja, konkurencyjność, agresywność i in.).

Zmniejszona efektywność materiału zakaźnego w rozwoju epidemii chorób w łanie siewu mieszanego wynika stąd, że zarodniki wytwarzane na roślinach jednej z dwóch lub trzech odmian występujących w mieszankach, nie są w stanie, dzięki barierom genetycznym zainfekować pozostałych odmian.

Ilość tkanki podatnej dla wtórnych infekcji w mieszankach jest również zmniejszona, ponieważ na każdej jednostce powierzchni mieszanki rosną obok siebie rośliny dwóch, trzech różnych odmian, o odmiennym typie odporności genetycznej. Materiał zakaźny wytwarzany na którejkolwiek z nich w ograniczonym stopniu poraża rośliny pozostałych komponentów. W przypadku mieszanki trójskładnikowej ilość dostępnej dla niego tkanki jest zwykle zmniejszona do jednej trzeciej w porównaniu z odmianami w siewie czystym. Na polu obsianym jedną odmianą choroba szybko rozprzestrzenia się i z łatwością zasiedla wszystkie jednorodne genetycznie rośliny w łanie.

Odporność indukowana (nabyta) polega na nabyciu odporności w następstwie wcześniejszego kontaktu żywiciela z patogenem. Zjawisko indukowanej odporności polega na tym, że rośliny odmian podatnych na określone rasy fizjologiczne, po wielokrotnym kontakcie – zakażeniu przez rasy awirulentne, nabywają odporności w stosunku do ras wirulentnych. Zdaniem niektórych badaczy w mieszankach panują szczególnie sprzyjające warunki dla wystąpienia indukowanej odporności, Wolfe (1990).

### *7,2.2 Pozachorobowe zjawiska/interakcje w łanie siewu mieszanego*

Efekt komplementacji związany jest z wzajemnie korzystnym oddziaływaniem na siebie roślin poszczególnych składników siewu mieszanego w sezonie wegetacyjnym. Zjawisko to przyczynia się do pełniejszego wykorzystania przestrzeni życiowej (woda, składniki pokarmowe, światło) przez rośliny w siewie mieszanym. Wolfe (1990); Haijlar i wsp. (2008)

Efekt kompensacji polega na lepszym wykorzystaniu przez jeden z komponentów mieszanki przestrzeni życiowej, która z różnych powodów nie została w pełni wykorzystana przez pozostałe komponenty siewu mieszanego, Wolfe (1990); Finckh i Mundt (1992); Creissen i wsp. (2013).

Zjawiskiem konkurencji określamy właściwość odmiany, która charakteryzuje się przeważnie szybszym rozwojem w niektórych fazach np. w fazie krzewienia, w wyniku czego osobniki takie, opanowując przestrzeń życiową ograniczają rozwój pozostałych składników mieszanki. Udowodniono, że konkurencyjność pomiędzy roślinami różnych odmian może prowadzić do zwiększenia się bądź zmniejszenia się liczby roślin odpornych lub podatnych w mieszance, w zależności od ich uzdolnień konkurencyjnych, Finckh i Mundt (1992); Wolfe i wsp. (2008).

Badania nad wpływem uprawy mieszanek odmian na populację *B. graminis* f. sp. *hordei* wykazały, że dzięki zróżnicowanej odporności genetycznej występującej w mieszankach działają one stabilizująco na skład ras populacji tego patogena. W mieszankach odmian, w przeciwieństwie do zasiewów czystych występują warunki sprzyjające dominacji liczebnej ras patogenów o bardziej złożonym spektrum chorobotwórczości. Populacje patogenów w zróżnicowanych genetycznie mieszankach są bardziej złożone pod względem patogeniczności. Dlatego, w łanie siewu mieszanego panują mniej sprzyjające warunki do dominacji i szybkiego rozprzestrzenienia się pojedynczych ras o wąskim spektrum chorobotwórczości, Finckh i Mundt (1992). Między innymi dlatego, w siewach mieszanych spowolnione jest zjawisko „załamywania się” odporności odmian na choroby.

### 7.2.3 Dobór składów odmian do siewów mieszanych

Dobór odmian do mieszanek, zarówno międzygatunkowych, jak i w obrębie tego samego gatunku nie może być przypadkowy. Komponowanie składu mieszanki muszą poprzedzać badania epidemiologiczno-genetyczne, a zwłaszcza wyprzedzające doświadczenia polowe, mające na celu określenie przydatności występujących na rynku odmian komercyjnych do uprawy w zasiewach mieszanych. Komponenty mieszanki powinny odznaczać się właściwościami wzrostowymi, adaptacyjnymi, agronomicznymi i użytkowymi, pozwalającymi na ich uprawę w siewie mieszanym. Ważnym kryterium doboru odmian do siewu mieszanego powinno być ich zróżnicowanie pod względem posiadanych przez nie typów odporności genetycznej na choroby. Powinny to być odmiany (gatunki) z różnymi typami genetycznej odporności na najważniejsze choroby i odznaczające się przydatnością do uprawy w siewach mieszanych, Gacek i wsp. (1996).

W przypadku mieszanek zbożowo-strączkowych, w których występuje jeszcze większe zróżnicowanie we właściwościach i wymaganiach roślin komponentów, potrzebna jest również pełniejsza znajomość ich reakcji na czynniki środowiskowe i interakcje pomiędzy roślinami komponentami siewu mieszanego.

## 8. Znaczenie odmiany w integrowanej ochronie roślin

Zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi integrowana ochrona roślin obejmuje wszystkie dostępne działania i metody ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w tym stosowanie przede wszystkim działań lub metod niechemicznych, a w szczególności:

- stosowanie płodozmianu, terminu siewu lub sadzenia, lub obsady roślin, w sposób ograniczający występowanie organizmów szkodliwych,
- stosowanie agrotechniki w sposób ograniczający występowanie organizmów szkodliwych, w tym stosowanie mechanicznej ochrony roślin,
- wykorzystanie odmian odpornych lub tolerancyjnych na organizmy szkodliwe oraz materiału siewnego wytworzonego i poddanego ocenie, zgodnie z przepisami o nasiennictwie,

- wykorzystanie odmian odpornych lub tolerancyjnych na stresy abiotyczne oraz odmian przystosowanych do wystąpienia negatywnych skutków zmian klimatu,
- przeciwdziałanie uodpornieniu się organizmów szkodliwych na pestycydy poprzez właściwe wykorzystanie odmian odpornych oraz właściwe i przemienne stosowanie pestycydów.
- Inną formą postępowania prowadzącą do zwiększenia podaży odpowiednich odmian odpornych do integrowanej ochrony roślin może być prowadzenie specjalistycznych szkółek odmianowych i obserwacji, w celu weryfikacji naturalnej odporności genetycznej odmian w warunkach prowokacyjnych.
- Niezbędnym działaniem wydają się być badania nad integracją walki genetycznej (odmiany odporne) z walką chemiczną (zaprawianie, opryskiwanie) w celu poprawy skuteczności i trwałości metod ochrony roślin przy jednoczesnym zmniejszeniu zagrożenia dla środowiska naturalnego.
- Integracja walki genetycznej z chemiczną, oprócz ograniczania agrofagów pozwoli na spowolnienie tempa uodporniania się patogenów na genetyczną odmian odpornych i substancje czynne fungicydów. W przypadku integracji obu metod zwalczania chorób, rasy fizjologiczne patogenów w procesie adaptacyjnym do wprowadzanych metod walki muszą dostosować się równocześnie do odporności genetycznej i substancji czynnej fungicydów. W takich sytuacjach pojawiają się rasy fizjologiczne patogenów dostosowanych do obu metod walki jest mało prawdopodobne co powoduje, że procesy adaptacyjne w populacjach patogenów są spowolnione.

Dla poprawy efektywności integrowanej ochrony roślin, koniecznym działaniem jest dalsza integracja wszystkich dostępnych metod ograniczania organizmów szkodliwych, a w szczególności metody hodowlanej (odmiany odporne) z metodą chemiczną oraz z odpowiednią agrotechniką i uprawą roślin. Barzman i wsp. (2015).

Taka integracja, oprócz skutecznego ograniczania agrofagów, przyczyni się do spowolnienia tempa uodporniania się patogenów na genetyczną odmian odpornych i substancje czynne fungicydów, ponieważ rasy fizjologiczne patogenów w procesie adaptacyjnym do wprowadzanych przeciwko nim metod walki, będą zmuszone dostosować się równocześnie do odporności genetycznej i substancji czynnej fungicydów, Finkch (2009).

Właściwie prowadzona hodowla odpornościowa na choroby, powiązana z badaniami nad sposobami pełniejszego wykorzystania odmian odpornych w produkcji oraz z odpowiednim doświadczalnictwem odmianowym, będą stanowić kluczowe znaczenie w realizacji programu integrowanej ochrony roślin

### 8.1 *Bieżąca dostępność odmian do integrowanej ochrony roślin*

W tabeli 3, zestawiono odmiany roślin uprawnych odznaczające się wysoką i podwyższoną odpornością genetyczną na najważniejsze choroby roślin uprawnych,

stąd mogą być one stosowane w integrowanej ochronie roślin. Odporność tych odmian została określona w trakcie różnych doświadczeń odmianowych prowadzonych na terytorium całego kraju. Dzięki wprowadzeniu ich do uprawy ograniczone zostanie występowanie rozmaitych patogenów i zmniejszone będą straty gospodarcze związane z występowaniem chorób roślin uprawnych powodowanych przez te patogeny.

Tabela 3

Odporność odmian roślin rolniczych na choroby i szkodniki

Roślina uprawna	Choroba	Odmiana	
		o dużej (większej) odporności	o bardzo dużej odporności
Jęczmień jary	Mączniak prawdziwy	<i>Żeglarz, Toucan</i>	-
	Plamistość siatkowa	-	-
	Rynchosporioza	-	-
	Czarna plamistość	-	-
	Rdza jęczmienia	<i>Marthe, Signora</i>	-
	Głownia pyłająca	-	-
Jęczmień ozimy	Pleśń śniegowa	-	-
	Mączniak prawdziwy	-	-
	Plamistość siatkowa	-	-
	Rynchosporioza	-	-
	Czarna plamistość	-	-
	Rdza jęczmienia	-	-
Pszonica zwyczajna jara	Głownia pyłająca	-	-
	Choroby podstawy źdźbła	-	-
	Mączniak prawdziwy	-	-
	Rdza brunatna	<i>Tybałt, KWS Torridon</i>	-
	Rdza źdźbłowa	-	-
	Brunatna plamistość liści (DTR)	-	-
	Septorioza liści	-	-
	Septorioza plew	-	-
Pszonica zwyczajna ozima	Fuzarioza kłosów	-	-
	Choroby podstawy źdźbła	-	-
	Mączniak prawdziwy	<i>Kredo, Speedway, Arktis</i>	-
	Rdza brunatna	<i>Elipsa, KWS Dacanto, Oxal, KWS Magic, Speedway, Platin, Pengar</i>	-
	Rdza źdźbłowa	-	-
	Brunatna plamistość liści (DTR)	-	-
	Septorioza liści	<i>Oxal</i>	-
Septorioza plew	<i>Legenda</i>	-	
Pszonżyto jare	Fuzarioza kłosów	-	-
	Rdza brunatna	-	-
	Rynchosporioza	-	-
	Septorioza liści	-	-
	Septorioza plew	-	-
Pszonżyto ozime	Fuzarioza kłosów	-	-
	Choroby podstawy źdźbła	-	-
	Mączniak prawdziwy	<i>Grenado, Pizarro, Subito, Tomko, Wiarus</i>	-
	Rdza brunatna	<i>Mikado</i>	-
	Rynchosporioza	-	-
	Brunatna plamistość liści (DTR)	-	-
	Septorioza liści	<i>Wiarus</i>	-
Septorioza plew	<i>Tomko, Palermo</i>	-	
Fuzarioza kłosów	<i>Transfer</i>	-	

cd. tabeli 3

Roślina uprawna	Choroba	Odmiana	
		o dużej (większej) odporności	o bardzo dużej odporności
Owies	Mączniak prawdziwy	-	-
	Rdza wieńcowa	-	-
	Rdza żdźbłowa	-	-
	Helmintosporioza	-	-
	Septorioza liści	-	-
Żyto ozime	Choroby podstawy żdźbła	-	-
	Mączniak prawdziwy	-	-
	Rdza brunatna	<i>Rostockie, Agrikolo</i>	-
	Rdza żdźbłowa	-	-
	Rynchosporioza	-	-
	Septorioza liści	-	-
	Septorioza plew	-	-
	Fuzarioza kłosów	Stach	-
Kukurydza	Fuzarioza łodyg	<i>DKC 2787, ES Zizou, Coxximo, ES Albatros, Millesim, P9400</i>	<i>Podium, LG 3236, Santurio</i>
	Fuzarioza kolb	<i>ES Cirrius, Jawor, Konkurent, Support, Amanatidis, ES Paroli, SY Multitop, Alduna, P9400, PR38N86, Severo</i>	-
	Głownia guzowata na łodygach	<i>Jawor, DKC 2960, NK Nekta, Alduna, Geoxx, KWS 5133 ECO, Lindsey, PR38Y34, Severo, Lavena</i>	<i>Konsulixx</i>
	Głownia guzowata na kolbach	<i>DKC 2971, Laurinio, Smolik, Amanatidis, MT Maksym, Consulixx, ES Makila</i>	
	Omacnica prosowianka	<i>-DKC 2971, MAS 15P, ES Cockpit, LG 3236, dkc 3420, PR38Y34</i>	-
Burak cukrowy	Chwościk buraka	<i>Argument, Delano, Elvira KWS, Primavera KWS, Silvetta, Jasiak</i>	<i>Alegra, Gallant, SY Belana, Steffka KWS</i>
	Mątwik buraka	-	<i>Sława KWS</i>
	Rizomania	<i>wszystkie nowo rejestrowane odmiany</i>	-
Burak pastewny	Rizomania	<i>Centurion</i>	-
Ziemniak	Zaraza ziemniaka	<b>8<sup>o</sup></b> : <i>Bzura, Kuras, Ślęza</i> <b>7<sup>o</sup></b> : <i>Bosman, Hinga, Jasia, Inwestor, Neptun, Sekwana, Sonda;</i>	-
	Wirus Y	<b>8<sup>o</sup></b> : <i>Aruba, Bartek, Bogatka, Jutrzenka, Lavinia, Malaga, Orchestra, Promyk, Sagitta, Tetyda, Syrena, Danuta, Gandawa, Neptun, Pasja, Sekwana, Etiuda, Jurata, Stasia</i> <b>7<sup>o</sup></b> : <i>Denar, Lord, Miłek, Bila, Gracja, Vineta, Vitara, Ibis, Irga, Roxana, Tajfun, Głada, Harpun, Medea, Zeus, Bosman, Ikar, Inwestor, Pokusa, Monsun, Michalina, Gawin, Gwiazda, Jubilat, Hubal;</i>	<b>9<sup>o</sup></b> : <i>Owacja, Sante, Kuba, Pasat, Rumpel, Zuzanna, Roko, Bzura, Hinga, Jasia, Kuras, Rudawa, Skawa, Ametyst, Finezja, Gustaw, Zenia</i>



Roślina uprawna	Choroba	Odmiana	
		o dużej (większej) odporności	o bardzo dużej odporności
cd. ziemniak	Wirus liściozwoju	<b>8<sup>o</sup></b> : <i>Augusta, Vineta, Bartek, Irga, Bellarosa</i> <b>7<sup>o</sup></b> : <i>Denar, Lord, Ewelina, Malaga, Owacja, Agnes, Ditta, Finezja, Raja, Satina, Tajfun, Harpun, Bryza, Fianna, Bosman, Jasia, Pasja, Sekwana, Skawa, Gwiazda, Gawin, Stasia, Gustaw</i>	-
Rzepak ozimy	Zgnilizna twardzikowa	<i>Arot, DK Exquisite, Finesse, Pamela, Primus, SY Cassidy</i>	-
	Sucha zgnilizna kapustnych	<i>DK Exquisite, Lohana, Marathon, Pamela, Sherpa, SY Carlo, SY Cassidy</i>	-
	Choroby podstawy łodygi	<i>Catana, Finesse, Lohana, Pamela, SY Cassidy, Tactic</i>	-
Rzepak jary	Czerń krzyżowych	<i>Belinda, Delight, Huzar, Mirakel</i>	
Groch siewny (odmiany ogólnoużytkowe)	Zgorzelowa plamistość grochu (Askochytoza grochu)	<i>Ezop, Tarchalska, Mentor</i>	
	Fuzaryjne wędnięcie grochu	<i>Batuta, Mentor, Ezop</i>	
	Mączniak rzekomy	<i>Batuta, Mentor</i>	
Groch siewny (odmiany pastewne)	Zgorzelowa plamistość grochu (Askochytoza grochu)	<i>Sokolik, Turnia, Muza</i>	
	Fuzaryjne wędnięcie grochu	<i>Sokolik, Muza</i>	
Łubin wąskolistny	Fuzaryjne wędnięcie grochu	<i>Graf, Boruta, Kalif</i>	
Łubin żółty	Fuzaryjne wędnięcie grochu	<i>Baryt, Mister, Dukat, Lord</i>	

*Wykaz odmian z podwyższoną odpornością na choroby jest na bieżąco aktualizowany*

## 8.2 Modyfikacje badań odmianowych dla potrzeb integrowanej ochrony roślin

Dla poprawy efektywności wykorzystania odmian odpornych na agrofagi, w uprawie i integrowanej ochronie roślin, koniecznym jest ustawiczne modyfikowanie i doskonalenie prowadzonych badań odmianowych. Do najważniejszych kierunków działań w tym zakresie można zaliczyć:

- ustalanie hierarchii ważności gospodarczej chorób roślin w najważniejszych gatunkach roślin uprawnych,
- dostosowanie metodyk i skal oceny porażenia roślin uprawnych przez choroby do bieżących potrzeb,
- właściwa interpretacja uzyskiwanych wyników badań odporności poszczególnych odmian, w kontekście dużego zróżnicowania poziomów występowania chorób, w latach i w miejscowościach,
- określanie geograficznego rozprzestrzeniania się epidemii najważniejszych chorób roślin,
- wytypowanie rejonów i miejscowości, w których poszczególne choroby występują regularnie, w nasileniu pozwalającym na efektywną ocenę zróżnicowania testowanych odmian pod względem odporności na choroby i inne agrofagi,

- wytypowane punkty referencyjne regularnego występowania chorób, pozwolą na poznanie rzeczywistej odporności genetycznej odmian na najważniejsze choroby roślin uprawnych.
- inną formą postępowania prowadzącą do zwiększenia podaży odpowiednich odmian odpornych do integrowanej ochrony roślin może być prowadzenie specjalistycznych szkółek odmianowych i obserwacji, w celu weryfikacji naturalnej odporności genetycznej odmian w warunkach prowokacyjnych.

Tab.1

Zakres zróżnicowania odporności na choroby i szkodniki odmian kukurydzy

Grupa wczesności	Głownia guzowata na kolbach			Fuzarioza łodyg			Fuzarioza kolb			Wyleganie			Omacnica prosowianka		
	%			%			%			%			%		
	min.	max.	róż.	min.	max.	róż.	min.	max.	róż.	min.	max.	róż.	min.	max.	róż.
<b>- wczesna</b>	<b>0,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>4,4</b>	<b>15,8</b>	<b>11,4</b>	<b>6,2</b>	<b>18,8</b>	<b>12,6</b>	<b>1,2</b>	<b>7,8</b>	<b>6,6</b>	<b>12,4</b>	<b>24,4</b>	<b>12,0</b>
<b>- średniowczesna</b>	<b>0,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>3,6</b>	<b>18,8</b>	<b>15,2</b>	<b>5,2</b>	<b>13,1</b>	<b>7,9</b>	<b>1,7</b>	<b>6,9</b>	<b>5,2</b>	<b>13,1</b>	<b>24,5</b>	<b>11,4</b>
<b>-średniopóźna</b>	<b>0,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>2,5</b>	<b>12,4</b>	<b>9,9</b>	<b>5,0</b>	<b>13,6</b>	<b>8,6</b>	<b>1,9</b>	<b>6,5</b>	<b>4,6</b>	<b>10,2</b>	<b>17,4</b>	<b>7,2</b>

W Tabeli 1 przedstawiono odnotowane zakresy odporności poszczególnych odmian kukurydzy na choroby i szkodniki. Tak duże zróżnicowanie w stopniach porażenia poszczególnych odmian przy tej samej, wystarczająco wysokiej presji chorób i szkodników w danym, pozwalają na efektywną selekcję odmian odpornych.

Odmiany wykazujące się odpornością na poszczególne patogeny i szkodniki wyselekcjonowane w takich warunkach z pewnością można rekomendować, w innych środowiskach uprawy do integrowanej ochrony kukurydzy.

Duże geograficzne zróżnicowanie w zakresie występowania chorób pozwala na wytypowanie miejscowości referencyjnych, nadających się do prowadzenia skutecznej selekcji odmian odpornych na poszczególne choroby i stresy abiotyczne (Tabela 2). Spośród trzydziestu miejscowości, w których badano odporność łubinu żółtego na antraknozę, jedynie w trzech miejscowościach (Sulejów, Krościna Mała i Naroczyce), choroba występowała w nasileniu umożliwiającym selekcję odmian łubinu do poszczególnych grup odporności na antraknozę. Biorąc pod uwagę odnotowane poziomy porażenia odmian, najbardziej optymalną miejscowością do efektywnej oceny porażenia łubinu na wymienioną chorobę jest Sulejów. Z kolei w miejscowości Lubliniec Nowy wystąpiło zbyt silne porażenie, uniemożliwiające uszeregowanie badanych odmian pod względem odporności. W pozostałych miejscowościach choroba nie wystąpiła w ogóle, albo w zbyt słabym nasileniu, aby można było sklasyfikować odmiany łubinu pod względem tej cechy (Tabela 2).

Tabela 2

Zakres zróżnicowania poziomów nasilenia występowania antraknozy  
na łubinie żółtej

ŁUBIN ŻÓŁTY. ANTRAKNOZA (skala 1-9). Rok zbioru 2013														
Lp.	miejsowość	Świebodzin	Bobrowniki	Marianowo	Ruska Wieś	Nowa wieś Ujska	Głodowo	Sulejów	Tomaszów Bol.	Cicibór Duży	Uhnin	Nowy Lubiniec	Krościna Mała	Naroczyce
1	Perkoz	9,0	9,0	9,0	9,0	8,2	7,2	2,2	8,0	8,0	8,0	1,0	7,5	6,5
2	Taper	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,0	5,0	9,0	9,0	8,0	1,0	6,5	8,2
3	Baryt	9,0	9,0	9,0	8,8	8,2	8,0	3,2	8,5	7,2	7,5	1,0	6,5	5,8
4	Dukat	9,0	9,0	9,0	9,0	7,8	7,5	3,8	8,5	6,8	7,5	1,0	6,2	5,2
5	Lord	9,0	9,0	9,0	7,8	6,2	6,0	1,5	6,2	7,2	6,5	1,0	5,5	3,5
6	Mister	9,0	9,0	9,0	7,8	8,0	7,5	5,2	9,0	9,0	7,5	1,0	6,8	6,8
7	Talar <sup>w</sup>	9,0	9,0	9,0	8,8	7,8	7,5	3,5	8,2	8,2	7,0	1,0	6,2	5,2
8	Bursztyn	9,0	9,0	9,0	9,0	8,2	7,0	4,2	8,0	8,0	7,0	1,2		
Plon średni w SDOO		22,1	14,8	20,0	11,6	21,8	25,8	9,6	11,0	10,9	8,2	0,0	24,0	18,0

### 8.3 Wykorzystanie zasiewów mieszanych w integrowanej ochronie roślin

Uprawa roślin w zasiewach mieszanych przyczynia się do zwiększenia bioróżnorodności na polach uprawnych. Dzięki zwiększonej różnorodności ładu, następuje lepsze wykorzystanie naturalnych zasobów środowiska i uruchomienie biologicznych mechanizmów regulacji nasilenia występowania organizmów szkodliwych i tolerancji oraz zdolności buforowania innych stresów biotycznych i abiotycznych. Redukcje chorób w siewach mieszanych wynoszą od kilkunastu do kilkudziesięciu procent, w porównaniu do ich występowania na komponentach mieszanki w siewie czystym Finckh i wsp. (2000).

Duże arealy pojedynczych odmian (monokultury odmianowe) z pokrewnymi bądź identycznymi typami genetycznej odporności na choroby, sprzyjają szybkiemu rozprzestrzenianiu się ras fizjologicznych porażających je patogenów. Proces adaptacji patogenów roślin do odmian uprawnych przebiega tym szybciej, im większy areal zajmują one w produkcji. Skutkiem tego są często występujące przypadki „załamania” się odporności odmian, coraz groźniejsze epifitozy, niewierność plonowania i ich przedwczesne wycofanie z produkcji.

Zwiększona zdrowotność, jak i pozostałe czynniki pozachorobowe ograniczają do minimum potrzebę stosowania kosztownych zabiegów fungicydowych w zasiewach mieszanych. Zróżnicowanie biologiczne sprzyja lepszemu wykorzystaniu warunków siedliskowych i agrotechnicznych przez mieszanki, co wyraża się wyższym i stabilniejszym ich plonowaniem od kilku do kilkunastu procent w porównaniu do odmian

wysianych w siewie czystym Gacek, (1990); Tratwal i Walczak (2010). Często przy mniejszym nawożeniu, plon mieszanek jest większy, niż pojedynczych odmian, Michalski i wsp. (2004).

Większa stabilność plonowania i zmniejszona podatność na choroby, należą do powszechnie udokumentowanych korzyści, ze zwiększonej bioróżnorodności w rolnictwie.

## **9. Podsumowanie**

Współczesne odmiany roślin uprawnych są zbyt mało zróżnicowane pod względem właściwości genetycznych, fizjologicznych i fenotypowych. Najczęściej są to odmiany dostosowane do uprawy w monokulturach, wymagających nadmiernych nakładów energii, wody i syntetycznych środków produkcji.

W Europie, hodowla odpornościowa roślin jest ukierunkowana na tworzenie odmian z podwyższoną, kompleksową odpornością na większość ważnych gospodarczo chorób poszczególnych gatunków roślin uprawnych. Hodowcy podstawowych gatunków roślin modyfikują programy hodowlane, w celu utrzymania wysokiej produktywności tych gatunków w czasie i przestrzeni, w związku ze zmiennością występowania chorób, szkodników i stresów abiotycznych. Spektrum i nasilenie występowania chorób i innych organizmów szkodliwych oraz stresów abiotycznych jest w dużym stopniu uzależnione od fluktuacji czynników środowiskowych i pogodowych, związanych z postępującą zmianą klimatu. Hodowla odmian odpornych, tak jak cała hodowla roślin jest procesem ciągłym, wymagającym ustawicznego korygowania kierunków i metod hodowlanych, w zależności od zmieniających się uwarunkowań zewnętrznych.

Hodowla roślin, zwłaszcza hodowla odpornościowa jest coraz ściślej zintegrowana z systemami uprawy odmian w warunkach produkcyjnych. Takie podejście przyczyni się do zwiększenia wysokości i stabilności plonowania upraw, głównie dzięki zwiększeniu bioróżnorodności w warunkach produkcyjnych. Kierunki prac hodowlanych są powiązane z przewidywanymi docelowymi systemami i sposobami uprawy odmian w warunkach produkcyjnych.

W obliczu zachodzących zmian klimatu i coraz częstszym pojawianiem się silnych stresów biotycznych i abiotycznych, istnieje pilna potrzeba podjęcia stosownych działań łagodzących ujemne skutki pojawiających się niekorzystnych zjawisk w rolnictwie.

W celu dalszego utrzymania odpowiedniej wysokości i stabilności plonowania upraw niezbędna jest integracja i harmonizacja wysiłków badawczych, hodowlanych i modyfikacji w zakresie uprawy roślin, pod kątem zwiększania bioróżnorodności biologicznej.

W pracach hodowlanych należy ukierunkować programy hodowlane na tworzenie odmian o zwiększonej różnorodności genetycznej, pozwalającej na przystosowanie odmian do:

- uprawy w mniej przewidywalnych warunkach środowiskowych i pogodowych,
- do buforowania i szybkiego regenerowania się po wystąpieniu silnych stresów, zwłaszcza abiotycznych (susza, niskie temperatury i in.),
- wysokiego i stabilnego plonowania w warunkach ograniczonej dostępności zasobów naturalnych i syntetycznych środków produkcji,
- wykorzystania w integrowanej ochronie roślin i w zrównoważonych systemach gospodarowania.

Wydaje się, że z powyższymi wyzwaniami należałoby w najbliższym czasie powołać interdyscyplinarny zespół roboczy ds. opracowania ogólnokrajowego programu działania, mając na względzie potrzebę integracji instytucji naukowych, hodowlanych, doradców i reprezentantów praktyki rolnej na rzecz zrównoważonego rolnictwa i integrowanej ochrony roślin.

## 10. Literatura

1. Arnell N.W., 2003. Relative effects of Multi-decadal climatic variability and changes in the mean and variability of climate due to global warming: future stream flows in Britain. *J. Hydrol.* 270: 195-213
2. Arseniuk E. 2013. Hodowla odpornościowa i odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające czynniki środowiska w systemach zrównoważonego rolnictwa i zrównoważonej ochrony. Konferencja naukowa „Nauka dla Hodowli i Nasiennictwa Roślin Uprawnych”, Zakopane, 4-8.02.2013, Streszczenia: 13-15
3. Barzman M., et al., 2015. Eight principles of integrated pest management. Review Article. *Agron. Sustain. Dev.* 17. DOI 10.1007/S 13593-015-0327-9
4. Cattivelli I., Rizza F., Badeck F.W., Mazzucotelli E., Mastrangelo A.M., Francia E., Mare C., Tondelli A., Stanca A.M., 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crop Research* 105: 1-14
5. Chakraborty S., Newton A.C., 2011. Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Pathol.* 60: 2-14
6. CIMMYT, 2008. Wheat genetic resources enhancement by the International Maize and Wheat Improvement Center. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55: 1095-1140
7. Cooper J.M., Schmidt C.S., Wilkinson a., Lueck L., Hall C.M., Schotton P.N., Leifert C., 2006. Effect of organic, low – input and conventional production systems on disease incidence and severity in winter wheat. *Aspects of Applied Biology* 80: 121-126
8. Costanzo A., Barberi P., 2014. Functional agrobiodiversity and agroecosystem services in sustainable wheat production. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 34: 327-348

9. Czembor H. J., Gacek E. 1995. Systemy zwiększania trwałości odporności odmian na choroby w hodowli i uprawie zbóż. Mat. 2-giego Krajowego Sympozjum „Odporność Roślin Na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska”, 12-14.09.1995. IHAR Radzików: 39-48
10. Dordas C., 2000. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review, *Agron. Sustain. Dev.* 28: 33-46
11. Döring T.F., Kovacs G., Wolfe M.S., Murphy K., 2011. Evolutionary plant breeding in cereals – into new era. *Sustainability* 3: 1944-1971
12. Finckh M.R., Gacek E. S., Goyeau H., Lannou Ch., Merz U., Mundt C. C., Munk L., Nadziak J., Newton A. C., de Vallavieille – Poppe C., Wolfe M. S. 2000. Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie*, 20: 813-837
13. Finckh M.R., 2009. Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture *European Journal of Plant Pathology* 121: 399-409
14. Finckh M.R., Mundt Ch.C.1992. Plant competition and disease in genetically diverse populations. *Oecology* 91: 82-92
15. Gacek E. 1990. Studia nad sposobami wykorzystania odporności genetycznej jęczmienia w zwalczaniu mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC f. sp. *hordei* Marchal.) *Hod. Rośl. Aklim.*, 34 (5/6): 3-49
16. Gacek E., Behnke M. 2013. Sprawozdanie z realizacji porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego w roku 2012, COBORU: 1-79
17. Gacek E., Czembor H. J. Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszankach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. *Biuletyn IHAR*, Nr 200: 203-209
18. Hajlar R., Jarvis D.I., Gemmill-Herren B., 2008. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agric. Ecosyst. Environ.* 123: 261-270
19. Ives A.R., Carpenter S.R., 2007. Stability and diversity of ecosystems. *Science* 317: 58-62
20. Mazzola M., Gu Y.H., 2000. Impact of wheat cultivation on microbial communities from replant soils and apple growth in greenhouse trials. *Phytopathology* 90: 114-119
21. Michalski T., Kowalik I., Idziak R., Horoszkiewicz-Janka J. 2004. Mieszanki jako ekologiczna metoda uprawy zbóż. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia. PIMR, Poznań: 28-36
22. Murphy K.M., Dawson J., Jones S.S., 2008. Relationship among phenotypic growth traits, yield and weed suppression in spring wheat landraces and modern cultivars. *Field Crops Research*, 105: 107-115
23. Murphy K.M., Carter A.H., Jones S.S., 2013. Evolutionary Breeding and Climate Change. *Genomics and Breeding for Climate – resilient crops*. Springer pp: 377-389
24. Newton A.C., Guy D.C.,2011. Scale and spatial structure effects on the outcome of barley cultivar mixture trials for disease control. *Field Crops Research* 123: 74-79

25. Noworolnik K. 2000. Mieszanki zbożowo-strączkowe w systemie rolnictwa zrównoważonego. Pamiętnik Puławski. 120(2): 325-329
26. Østergaard H., Finckh M.R., Fontaine L., Goldringer I., Hood S.P., Kristensen K., Lammerts van Bueren E.T., Mascher F., Munk L., Wolfe M.S., 2009. Time for a shift in crop production: embracing complexity through diversity at all levels. *Journal of Science of Food and Agriculture* 89: 1439-1445
27. Phillips S.L., Wolfe M.S., 2005. Evolutionary plant breeding for low input systems. *Journal of Agricultural Science* 143: 245-254
28. Rasmusson D., 1987. An evaluation of ideotype breeding. *Crop Science* 27: 1140-1146
29. Rudnicki F. 1994. Biologiczne aspekty uprawy zbóż w mieszankach. Mat. z Ogóln. Konf. „Stan i Perspektywy Uprawy Mieszanek Zbożowych”, Poznań: 7-15
30. Sari E., Etebarian H.R., Aminian H., 2008. Effects of *Pseudomonas fluorescens* CH AO on the resistance of wheat seedling roots to the take – all fungus *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Plant Production Science* 11: 298-306
31. Suneson C.A., 1956. An evolutionary plant breeding method. *Agronomy Journal* 48: 188-191
32. Szempliński W., Budzyński W. 2011. Cereal mixtures in polish scientific literature in the period 2003-2007. Review article. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(2): 127-140
33. Tratwal A., Roik K., Bocianowski J. 2014. The effect of growing mixtures of spring barley cultivars on pest occurrence and yields. *Polish Journal of Entomology Polskie Pismo Entomologiczne*, DOI: 10.2478/pjen-2014- 0023VOL. 83: 295-311
34. Tratwal A., Walczak F. 2010. Powdery mildew (*Blumeria graminis*) and pest occurrence reduction in spring cereals mixtures. *Journal of Plant Protection Research*, Vol. 50 (3): 372-377
35. Walczak F., Tratwal A., Roik K., Bandyk A., Bocianowski J. 2011. Wpływ uprawy odmian pszenicy ozimej w formie mieszanek na występowanie szkodników i plonowanie. *Fragm. Agron.* 28 (4): 131-138
36. Walters D.R., Bingham I.J., 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Ann. Appl. Biol.*, 151: 307-324
37. Wolfe M.S., Baresel J.P., Desclaux D., Goldringer I., Hoad S., Kovacs G., Löschenberger F., Miedaner T., Østergaard H., Lammerts van Bueren E.T., 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica* 163: 323-346
38. Wolfe M.S. 1990. Intra-crop diversification: disease, yield and quality. Monograph-British Crop Protection Council, 45:105-114
39. Wu H., Pratley J., Lemerle D., Haig T., 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research* 39: 171-180