



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

**Sprawozdanie**

**Badania w zakresie doboru odmian roślin bobowatych – strączkowych grubonasiennych, soi, rzepaku, zbóż oraz roślin wysokobiałkowych w uprawach polowych zalecanych do towarowej uprawy ekologicznej.**

**(Porównanie produktywności i jakości ziarna innowacyjnych mieszanek międzyodmianowych i czystych siewów odmian jęczmienia jarego i ich przydatność dla przemysłu kaszarskiego i paszowego).**

*Kierownik zadania badawczego: dr hab. Danuta Leszczyńska*

Zespół badawczy:

*IUNG-PIB Puławy - prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik, dr hab. Alicja Sutek, dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw., prof. dr hab. Anna Stochmal,  
dr Janusz Czaban, dr Marek Sowiński  
UP Lublin - dr Krzysztof Patkowski  
CDR Brwinów o/Radom - mgr Tomasz Stachowicz*

Kierownik zadania badawczego

Dyrektor IUNG – PIB

.....

.....

Puławy 2017

## Wstęp

Siewy mieszane zbóż są ważnym ogniwem potencjału produkcyjnego polskiego rolnictwa. Wdrożenie metod zwiększania różnorodności biologicznej na polach uprawnych między innymi poprzez zasiewy mieszane przyczynia się do otrzymania surowca o dobrej jakości oraz do zmniejszenia skażenia środowiska. Jęczmień jest jednym z najważniejszych zbóż jarych w naszym kraju. Ponadto razem z owsem należy do zbóż niechlebowych, uznawanych za rośliny XXI wieku i zaliczanych do surowców o właściwościach funkcjonalnych. Spośród zbóż podstawowych wyróżnia się największą zdolnością przeciwutleniającą.

Wobec nie stosowania pestycydów w gospodarstwach ekologicznych zwiększa się znaczenie pełniejszego wykorzystania odmian odpornych na choroby i inne agrofagi w warunkach produkcyjnych. Uprawa zbóż w zasiewach mieszanych zwiększa bioróżnorodność na polach, co powoduje lepsze wykorzystanie zasobów środowiska i uruchamia biologiczne mechanizmy regulacji nasilenia patogenów w łąnie. Bioróżnorodność w łąnie sprzyja wyższym i stabilniejszym plonom mieszanek odmianowych, co podkreśla zasadność ich uprawy w systemie rolnictwa integrowanego i ekologicznego.

Badania prowadzone w 2017 roku w IUNG-PIB dotyczyły jęczmienia jarego uprawianego w mieszankach odmianowych w porównaniu z czystymi siewami badanych odmian w aspekcie przydatności badanych wariantów do uprawy w ekologicznym systemie produkcji oraz wykorzystaniu ziarna na cele paszowe i kaszarskie.

**Celem badań** było określenie zróżnicowania między wariantami mieszanek międzyodmianowych i czystych siewów odmian jęczmienia jarego pod względem plonowania, jakości ziarna, podatności na choroby i zachwaszczenia.

Założono, że mieszanki międzyodmianowe jęczmienia osiągną wyższe plony, o znacznie lepszej jakości ziarna, wynikające z mniejszego porażenia przez choroby.

W roku 2017 w ramach tematu badawczego zrealizowano 5 zadań szczegółowych.

**Zadanie 1. Analiza produktywności zasiewów mieszanych i czystych odmian jęczmienia jarego w różnych warunkach glebowych oraz ocena budowy przestrzennej wybranych łąnów zbóż.**

**Zadanie 2.** Ocena wpływu czynnika odmianowego i sposobu siewu na stopień porażenia roślin przez grzyby *Fusarium* oraz konkurencyjności zasiewów mieszanych i czystych w stosunku do chwastów w zróżnicowanych warunkach ekologicznych.

**Zadanie 3.** Ocena aktywności oksydacyjnej i zawartości związków fenolowych w ziarnie jęczmienia uprawianego na cele spożywcze oraz pastewne.

**Zadanie 4.** Ocena jakościowa zebranego ziarna (zawartość białka, tłuszczu, włókna) na cele spożywcze m.in. kasza, płatki oraz na cele pastewne. Oznaczenie zawartości mykotoksyn w wybranych próbach ziarna.

**Zadanie 5.** Synteza wyników badań i określenie przydatności innowacyjnych zestawów mieszanek i badanych genotypów do rolnictwa ekologicznego. Opracowanie instrukcji upowszechnieniowej nt „Technologia uprawy międzyodmianowych mieszanek jęczmienia w gospodarstwie ekologicznym” oraz ulotek upowszechnieniowych dotyczących przydatności różnych wariantów zasiewów mieszanych jęczmienia w warunkach ekologicznych.

#### **Warunki prowadzenia badań**

W ramach realizowanego zadania badawczego w 2017 r. przeprowadzono doświadczenia z jęczmieniem jarym uprawianym w mieszankach odmianowych w porównaniu z czystymi siewami badanych odmian w dwóch lokalizacjach:

1. Grabów (woj. mazowieckie) – gospodarstwo ekologiczne IUNG-PIB.
2. Chwałowice (woj. mazowieckie)- gospodarstwo CDR Brwinów o/Radom.

**W Grabowie** obiekt badawczy był zlokalizowany na glebie płowej o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego na glinie, charakteryzującej się lekko kwaśnym odczynem (pH w KCl - 5,8), zawartością 6,8 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g gleby, 7,0 mg K<sub>2</sub>O/100 gleby oraz zawartością próchnicy na poziomie 1,5 %. Kompleks przydatności rolniczej gleby – żytni bardzo dobry, przedplonem dla badanych upraw była mieszanka zbożowo strączkowa.

**W Chwałowicach** badania były prowadzone na glebie brunatnej o składzie pyłu gliniastego Kompleks przydatności rolniczej gleby - żytni bardzo dobry. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem (pH w KCl - 5,3), zawartością 15,3 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100

g gleby, 20,4 mg K<sub>2</sub>O/100 gleby oraz zawartością próchnicy - 1,7 %. Przedplonem dla jęczmienia jarego była pszenica orkisz.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury (°C) w miejscowościach w 2017 r.

Miesiąc	Grabów		Chwałowice	
	2017	średnia z wielolecia	2017	średnia z wielolecia
III	5,7	0,8	6,1	2,5
IV	7,5	7,5	7,5	8,4
V	13,9	12,4	14,2	13,8
VI	18,1	16,7	18,5	16,4
VII	18,6	17,8	18,9	18,5
VIII	19,6	17,1	20,1	18,0

Tabela 2 . Sumy opadów (mm) w lokalizacjach badań w 2017 r.

Miesiąc	Grabów		Chwałowice	
	2017	średnia z wielolecia	2017	średnia z wielolecia
III	35,8	32,0	42,4	39,2
IV	69,1	42,0	70,6	36,6
V	34,4	53,0	64,3	111,1
VI	32,6	110,0	52,3	77,6
VII	86,3	105,0	110,5	137,2
VIII	55,3	72,0	67,1	66,4

Okres wegetacyjny w roku 2017 charakteryzował się dosyć niskimi temperaturami w czasie wschodów roślin jęczmienia i bardzo nierównomiernym rozkładem opadów w całym sezonie wegetacyjnym (tab. 1-2). Wzrost i rozwój roślin jęczmienia jarego był bardzo ograniczony, zwłaszcza w badaniach prowadzonych w Chwałowicach.

Utrzymujące się zbyt niskie temperatury po wykonaniu zasiewów przyczyniły się do słabego krzewienia roślin. Średnie temperatury po siewach, do końca kwietnia wynosiły 7,5 °C. Do 27 kwietnia nie odnotowano opadów deszczu. Przy słabym stanowisku (po pszenicy orkisz),

pomimo przeprowadzonego pierwszego bronowania - krzewienie zboża nadal było słabe. Dopiero po 27 kwietnia warunki pogodowe wyraźnie się poprawiły (koniec kwietnia – opady wyniosły 42 mm) i na początku maja wystąpiło ponad 43 mm opadów oraz wzrost temperatury. Drugie bronowanie odchwaszczające nie przyniosło dobrego efektu. Zbyt duże zachwaszczenie oraz dalszy brak opadów od 7 maja do końca czerwca (dopiero 29 czerwca opady wyniosły 29 mm) nie przyczynił się do prawidłowej budowy łanu jęczmienia. Łan był bardzo przerzedzony i niewyrównany. W dużym stopniu przebieg pogody niekorzystnie wpływał na plonowanie roślin, przyczyniając się do niskiego plonowania jęczmienia.

### **Zadanie 1. Analiza produktywności zasiewów mieszanych i czystych odmian jęczmienia jarego w różnych warunkach glebowych oraz ocena budowy przestrzennej wybranych łanów zbóż.**

W roku 2017 przeprowadzono ocenę plonowania i elementów struktury plonu mieszanek i odmian w czystym siewie jęczmienia jarego w zróżnicowanych warunkach glebowych (2 lokalizacje).

#### Obiekty badań

Mieszanka międzyodmianowa

1. Oberek + Soldo + Skarb
2. Iron + Soldo + Fariba

Czysty siew:

3. Iron
4. Oberek
5. Soldo
6. Fariba
7. Skarb

Odmiany jęczmienia różnią się wieloma cechami, które na podstawie badań COBORU i IUNG-PIB powinny predestynować je do uprawy ekologicznej. Testowane odmiany dają duże i stabilne plony oraz charakteryzują się wysokimi parametrami jakościowymi. W naszym kraju nie wykorzystuje się specyficznych walorów dietetycznych i funkcjonalnych nowych genotypów jęczmienia, dlatego była potrzeba prowadzenia takich badań.

#### **1. 1. Plon ziarna**

Badane odmiany jęczmienia jarego plonowały wyżej w Grabowie, a niżej w Chwałowicach. Przebieg pogody niekorzystnie wpływał na plonowanie roślin jęczmienia,

przyczyniając się do niskiego plonowania jęczmienia, zwłaszcza w Chwałowicach (szczegółowy opis zamieszczono przy warunkach prowadzenia badań).

Stwierdzono zróżnicowanie wydajności poszczególnych odmian. W Grabowie najwyższe plony ziarna uzyskano przy uprawie mieszanki odmianowej: Iron + Soldo + Fariba, odmian: Iron i Soldo, a następnie mieszanki odmian: Oberek + Soldo + Skarb. W Chwałowicach najwyżej plonowały obie mieszanki odmian, a następnie odmiany: Iron i Soldo. Średnio z obu miejscowości, najwyższym plonem ziarna charakteryzowała się mieszanka odmian: Iron + Soldo + Fariba, a następnie odmiana Iron, mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb i odmiana Soldo. Najniżej plonowały odmiany: Oberek i Skarb (tab. 3).

Tabela 3. Plony ziarna ( $t^* ha^{-1}$ ) odmian jęczmienia jarego z doświadczeń w Grabowie i Chwałowicach

Odmiana	Grabów	Chwałowice	Średnio
<b>Iron</b>	3,28	2,52	2,90
<b>Oberek</b>	2,83	2,19	2,51
<b>Soldo</b>	3,20	2,53	2,86
<b>Fariba</b>	2,87	2,41	2,64
<b>Skarb</b>	2,76	2,33	2,54
<b>Mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb</b>	3,09	2,68	2,89
<b>Mieszanka: Iron + Soldo + Fariba</b>	3,28	2,65	2,97
NIR <sub>0,05</sub>	0,21	0,17	0,18

## 1.2. Struktura plonu ziarna

Liczba kłosów na jednostce powierzchni jest głównym elementem składowym plonu ziarna zbóż, gdyż jest ona najsilniej dodatnio skorelowana z plonem wśród różnych cech struktury plonu. Optymalnie duża liczba kłosów w łanie generuje wysoki poziom plonu ziarna jęczmienia. Zwarcie łanu zależy od wielu czynników siedliskowych i agrotechnicznych, ale też od genetycznie uwarunkowanej zdolności danej odmiany do rozkrzewienia produkcyjnego, Spośród czynników agrotechnicznych najsilniejszy wpływ na rozkrzewienie

roślin wywiera nawożenie azotem, które nie powinno być stosowane w systemie rolnictwa ekologicznego. W takim przypadku wzrasta znaczenie doboru do uprawy odmiany charakteryzującej się dużą genetyczną zdolnością do rozkrzewienia produkcyjnego.

Badane odmiany jęczmienia różniły się znacznie liczbą kłosów na 1 m<sup>2</sup> (tab. 4 i 5). Największą liczbą kłosów cechowały się: odmiana Iron i mieszanka odmian: Iron + Soldo + Fariba, a w następnej kolejności odmiana Soldo. Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego tych odmian wynosił: 1,4 – 1,5 w Grabowie oraz 1,2 – 1,3 w Chwałowicach. Najmniejszą liczbą kłosów charakteryzowały się odmiany: Oberek i Skarb ze względu na mniejszy współczynnik rozkrzewienia roślin (1,1) i większe wypadanie roślin w okresie wegetacji.

Większą masą 1000 ziaren wyróżniały się: mieszanka odmian: Oberek + Soldo + Skarb i odmiana Oberek, a następnie odmiany: Soldo i Skarb (tab. 4, 5). Znacznie niższą masę 1000 ziaren wykazała odmiana Iron. Zróżnicowanie liczby ziaren w kłosie zależało od miejscowości. Większe wartości tej cechy odnotowano w Grabowie. Zróżnicowanie odmian pod tym względem było małe. W Grabowie większą liczbą ziaren w kłosie wyróżniła się odmiana Oberek, a w Chwałowicach – obie mieszanki odmian.

Tabela 4. Cechy struktury plonu ziarna odmian jęczmienia jarego z doświadczenia w Grabowie

Odmiana	Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup>	Masa 1000 ziaren	Liczba ziaren w kłosie
<b>Iron</b>	421	44,4	18,0
<b>Oberek</b>	306	48,1	20,5
<b>Soldo</b>	397	48,0	18,4
<b>Fariba</b>	376	47,2	17,5
<b>Skarb</b>	323	47,8	18,5
<b>Mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb</b>	387	48,7	17,8
<b>Mieszanka: Iron + Soldo + Fariba</b>	424	47,0	17,4
NIR <sub>0,05</sub>	23	2,9	1,2

Tabela 5. Cechy struktury plonu ziarna odmian jęczmienia jarego z doświadczenia w Chwałowicach

Odmiana	Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup>	Masa 1000 ziaren	Liczba ziaren w kłosie
<b>Iron</b>	346	44,1	17,3
<b>Oberek</b>	281	48,0	18,1
<b>Soldo</b>	337	47,6	16,8
<b>Fariba</b>	308	47,2	17,9
<b>Skarb</b>	297	47,8	16,7
<b>Mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb</b>	313	48,5	18,5
<b>Mieszanka: Iron + Soldo + Fariba</b>	341	47,6	18,1
NIR <sub>0,05</sub>	19	2,8	1,3

### 1.3. Plon słomy

Najwyższymi plonami słomy charakteryzowały się: mieszanka odmian: Iron + Soldo + Fariba, a następnie odmiana Iron w doświadczeniu w Grabowie oraz obie mieszanki odmian w Chwałowicach. (tab. 6). Średnio z obu miejscowości, najwyższy plon słomy wykazała mieszanka: Iron + Soldo + Fariba, a ponadto odmiana Iron i mieszanka odmian: Oberek + Soldo + Skarb.

Tabela 6. Plon słomy (t ha<sup>-1</sup>) odmian jęczmienia jarego z doświadczeń w Grabowie

i Chwałowicach

Odmiana	Grabów	Chwałowice	Średnio
<b>Iron</b>	2,63	1,78	2,20
<b>Oberek</b>	2,26	1,69	1,98
<b>Soldo</b>	2,50	1,62	2,06
<b>Fariba</b>	1,57	1,71	1,64
<b>Skarb</b>	2,32	1,67	2,00



<b>Mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb</b>	2,48	1,83	2,16
<b>Mieszanka: Iron + Soldo + Fariba</b>	2,83	1,86	2,35
NIR <sub>0,05</sub>	0,15	0,11	0,12

#### 1.4 Porażenie roślin przez choroby

Na stopień porażenia odmian jęczmienia przez choroby grzybowe w 2017 r. oraz różnice występujące w porażeniu roślin między punktami badań duży wpływ miał przebieg pogody.

Oceny stanu porażenia roślin jęczmienia 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)).

Zmniejszona skuteczność rozprzestrzeniania się materiału zakaźnego w łanie mieszanek odmianowych wynika stąd, że zarodniki wytwarzane na roślinach jednej z dwóch lub trzech odmian, nie są w stanie, dzięki barierom genetycznym zainfekować pozostałych odmian. Ilość tkanki podatnej na wtórne infekcje w łanie mieszanek odmianowych jest zmniejszona, gdyż na każdej jednostce powierzchni łanu rosną obok siebie rośliny dwóch lub trzech odmian, o odmiennej odporności genetycznej. Materiał zakaźny wytwarzany na którejkolwiek z nich nie poraża roślin pozostałych odmian.

Tabela 7. Porażenie liści (F łącznie) jęczmienia jarego przez *Septoria* spp. w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Grabów			Chwałowice		
	Plamistość siatkowa	Rdza żółta	Rynchosporioza	Plamistość siatkowa	Rdza żółta	Rynchosporioza

	<i>Pyrenophora teres</i>	<i>Puccinia striiformis</i>	<i>Rhynchosporium secalis</i>	<i>Pyrenophora teres</i>	<i>Puccinia striiformis</i>	<i>Rhynchosporium secalis</i>
IRON	11,9	5,5	1,3	8,1	29,8	0
OBEREK	7,8	17,0	0,3	6,7	6,2	0
SOLDO	9,4	14,8	0,0	4,5	10,2	0
FARIBA	9,9	16,0	0,0	8,3	9,5	0
SKARB	8,1	17,7	0,0	8,4	12,1	0
OBEREK+SOLDO+S KARB	6,4	9,1	0,3	4,6	11,3	0

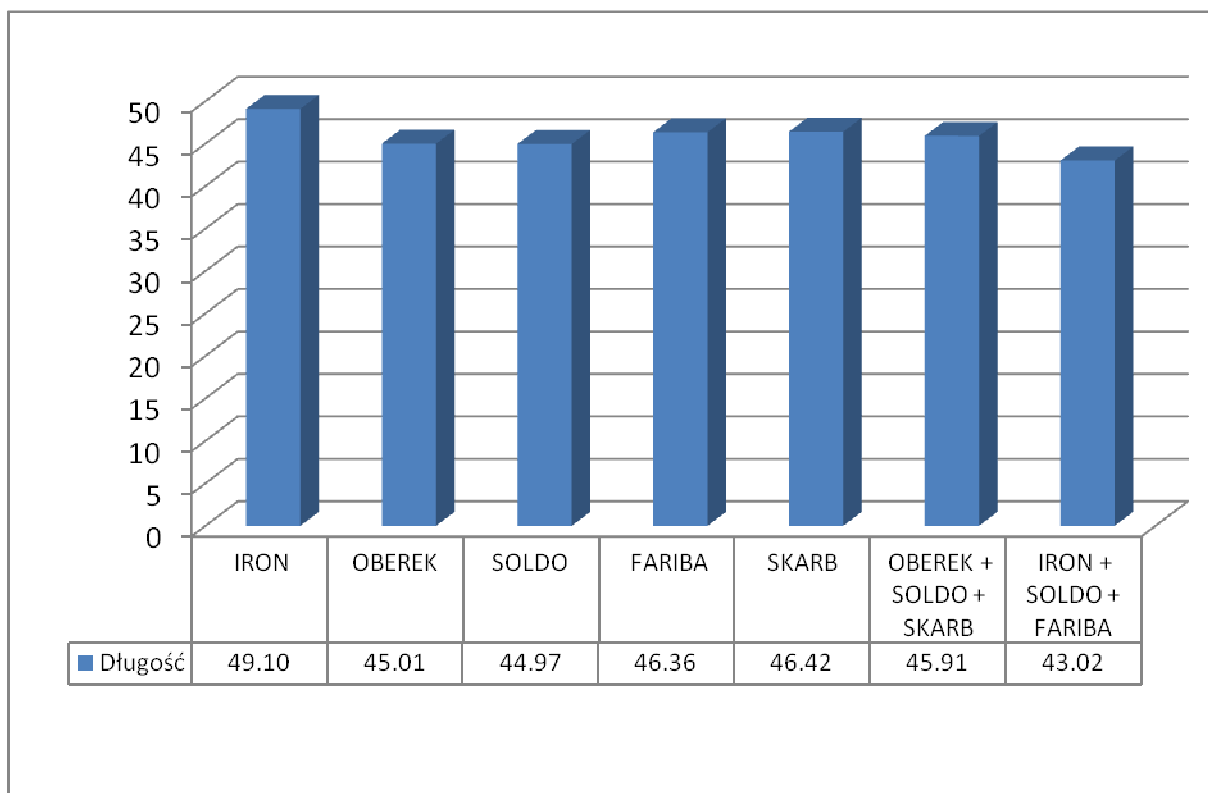
Porażenie chorobami (Plamistość siatkowa i Rdza żółta jęczmienia) badanych wariantów odmianowych było mało zróżnicowane. Obserwowano jednak tendencję do większej odporności na te choroby obu mieszanek odmian.

### 1.5. Budowa przestrzenna łanów jęczmienia w siewie mieszanym i czystym

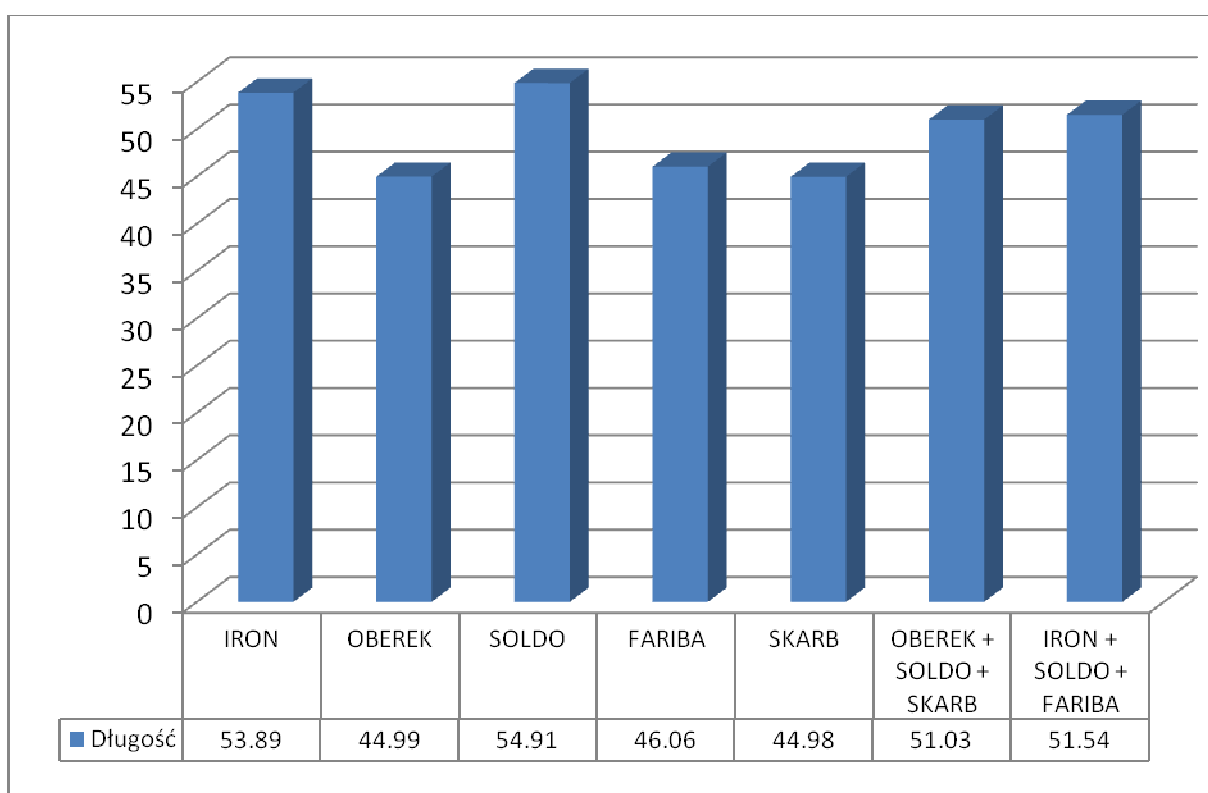
Przeprowadzono ocenę budowy przestrzennej łanów jęczmienia w siewie mieszanym i czystym.

Wieloletnie badania nad określeniem optymalnego modelu rośliny i łanu zbóż w zasiewach jednogatunkowych, prowadzone w Zakładzie Uprawy Roślin Zbożowych IUNG-PIB wskazują na duże powiązanie wydajności łanu z jego budową przestrzenną. Wraz ze skracaniem się długości pędów maleje ich produktywność, a zatem o wydajności łanu w dużej mierze decyduje udział pędów z poszczególnych klas wysokości. Zwiększona ilość niskich pędów w łanie z reguły obniża plonowanie. Wysokoplenny łan zbóż powinien składać się z roślin o wyrównanej długości pędów. W przypadku mieszanki jest to wymóg trudny do realizacji. Należało sprawdzić – jaka jest architektura łanu mieszanek odmianowych.

Łany jęczmienia z badanych obiektów charakteryzowały się zróżnicowaną wysokością (rysunek1-2).



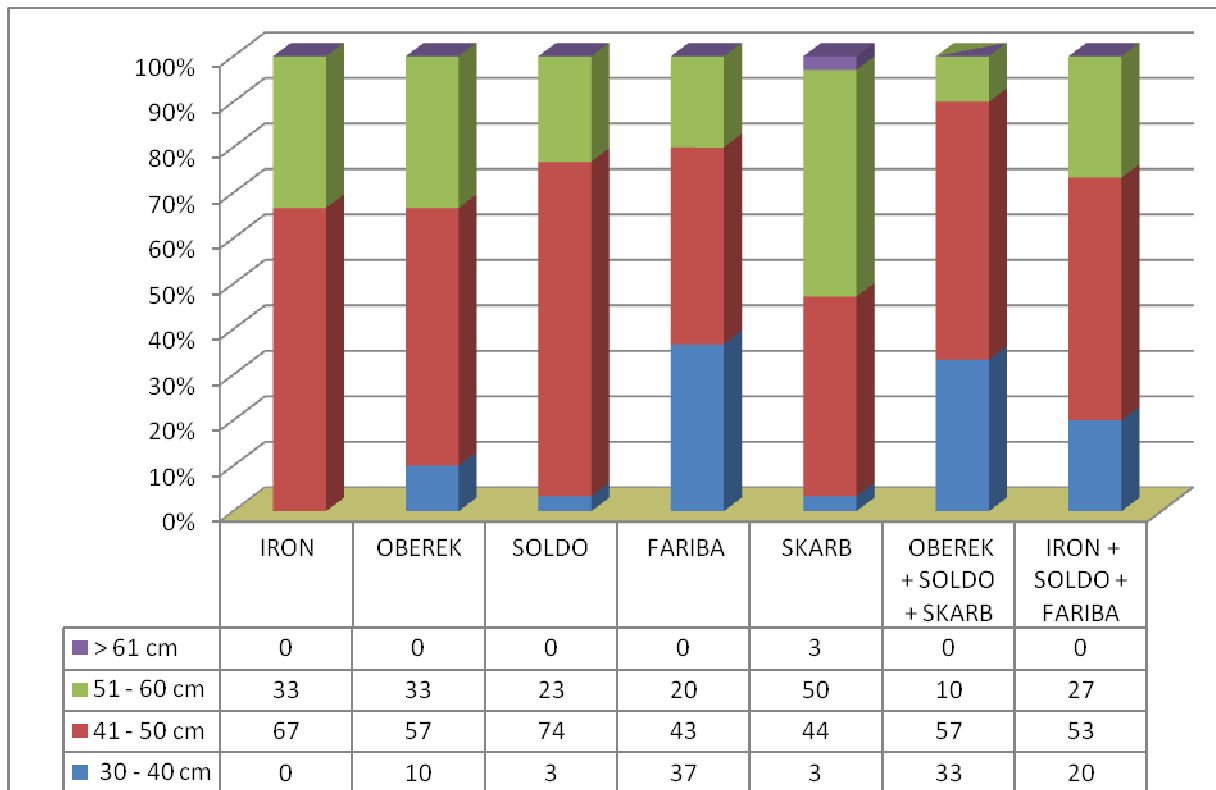
Rys. 1. Średnia długość pędów głównych z kłosem (cm) z obiektów badań w Chwałowicach



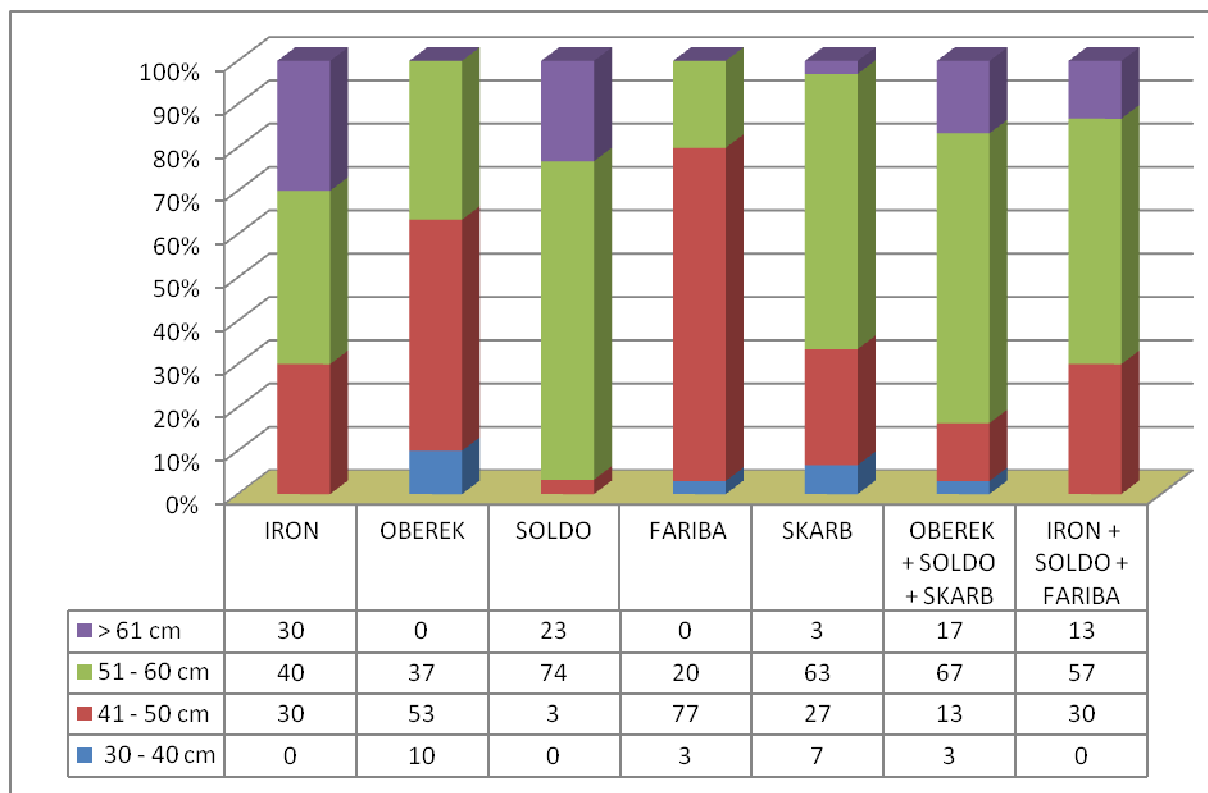
Rys. 2. Średnia długość pędów głównych z kłosem (cm) z obiektów badań w Grabowie

Łany jęczmienia uprawianego w Grabowie były wyższe od jęczmienia uprawianego w Chwałowicach. Najwyższą długością pędów charakteryzowała odmiana Soldo i Iron, a następnie obie mieszanki.

Udział pędów w poszczególnych klasach długości (w piętrach łąnu) badanych wariantów mieszanki i jęczmienia uprawianego w siewie czystym ilustrują rysunki 3 i 4.



Rys. 3. Procentowy udział pędów o różnej długości w łąnach badanych obiektów w Chwałowicach



Rys. 4. Procentowy udział pędów o różnej długości w łąkach badanych obiektów w Grabowie

Łany jęczmienia uprawianego w Chwałowicach cechowały się dużym udziałem pędów krótkich (zwłaszcza 41-50 cm). Większość łąnów jęczmienia uprawianego w Grabowie charakteryzowała się większym udziałem pędów o długości 51-60 cm.

**Zadanie 2. Ocena wpływu czynnika odmianowego i sposobu siewu na stopień porażenia roślin przez grzyby *Fusarium* oraz konkurencyjności zasiewów mieszanych i czystych w stosunku do chwastów w zróżnicowanych warunkach ekologicznych.**

## **2.1. Ocena wpływu czynnika odmianowego i sposobu siewu na stopień porażenia roślin przez grzyby *Fusarium***

### **Wprowadzenie**

Fuzarioza kłosów i ziarna zbóż (FKZ), w tym także jęczmienia jarego, wywoływana przez różne gatunki z rodzaju *Fusarium* stwarza duże zagrożenie dla upraw zbóż. Nasilenie FKZ w głównym stopniu zależy od czynników pogodowych. W warunkach pogodowych sprzyjających wzrostowi grzybów z rodzaju *Fusarium* w polu, FKZ może prowadzić do znacznego ubytku plonu ziarna oraz obniżenia jego jakości, szczególnie przez skażenie mykotoksynami. Na zainfekowanie ziarna pszenicy przez *Fusarium* spp. Bardzo istotnie wpływa – oprócz czynników pogodowych, poziom odporności rośliny (Czaban i in. 2015). Dobór mało wrażliwej na FKZ odmiany rośliny zbożowej jest szczególnie ważnym w uprawach ekologicznych, gdzie nie można stosować fungicydów w ochronie roślin przed patogenami grzybowymi.

Celem badań było określenie poziomu zasiedlenia ziarna różnych odmian jęczmienia jarego w uprawie ekologicznej przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (polska nazwa ‘sierpiki’).

### **Metodyka badań**

Ekologiczne doświadczenia polowe prowadzono w roku 2017 w Grabowie (51°21’N, 21°40’E) oraz w Pokazowym Gospodarstwie Ekologicznym w Chwałowicach (51°11’N, 21°18’E), działającym przy CDR w Brwinowie o/ Radom.

Do badań wybrano odmiany jęczmienia jarego ‘Fariba’, ‘Iron’, ‘Oberek’, ‘Skarb’ i ‘Soldo’, które uprawiano w siewie czystym oraz w mieszankach Fariba + Iron + Soldo i Oberek + Skarb + Soldo. Otrzymano w ten sposób 7 serii doświadczalnych.

Powierzchnię ziarniaków jęczmienia ze zbioru kombajnowego odkażano przez energiczne ręczne wytrząsanie w roztworze podchlorynu sodu (zawierającego 2% aktywnego chloru) przez 2 minuty, a następnie płukano (5 x po 25 sekund) energicznie wytrząsając w sterylnej wodzie. Odkażone (i umyte od zanieczyszczeń powierzchniowych) ziarniaki jęczmienia jarego pochodzące z każdej z 7 serii doświadczalnej (w przypadku Chwałowic po 105 – po 35 ziarniaków z trzech poletek na jedną serię doświadczalną, a w przypadku Grabowa po 100 –

po 25 ziarniaków z 4 poetek na jedną serię doświadczalną) wykładano po 5 ziaren na płytkę Petriego, na powierzchnię selektywnej agarowej pożywki CZID (Samson i in., 1992). Po 4-7 dniach inkubacji w temperaturze 22°C grzyby *Fusarium* wyrastające wokół wyłożonych ziaren przenoszono na bogatą w składniki pokarmowe pożywkę PDA (Samson i in., 1992) o zmniejszonym o połowę stężeniu składników odżywczych, a po ich tygodniowym wzroście na tej pożywce przeszczepiano je na ubogą pożywkę SNA (Samson i in., 1992). Identyfikację sierpików do gatunku prowadzono wg kluczy Kwaśnej i in. (1991) oraz Lesliego i Summerella (2006) na podstawie ich makro- i mikromorfologii na pożywkach PDA (½ stężenia) i SNA.

Do oceny statystycznej istotności różnic w zasiedleniu ziarna jęczmienia jarego przez grzyby z rodzaju *Fusarium* pomiędzy odmianami oraz miejscowościami, wyznaczono przedziały ufności „*pu*” przy 95% prawdopodobieństwie, według równania (Okta 1966):

$$\frac{2Y + u_{\alpha}^2 - K}{2(n - u_{\alpha}^2)} < pu < \frac{2Y + u_{\alpha}^2 + K}{2(n - u_{\alpha}^2)}$$

gdzie:  $K = u_{\alpha} \sqrt{x}$ ;  $x = u_{\alpha}^2 + 4Y(1 - Y/n)$ ;  $Y$  – liczba ziarniaków zainfekowanych przez *Fusarium* spp.;  $n$  – liczba testowanych ziarniaków;  $u_{\alpha}$  jest wartością zmiennej  $t$  Studenta odczytaną z tablic dla nieskończonej wartości stopni swobody (dla 95% prawdopodobieństwa wynosi ona 1.96). W tabeli 8 są przedstawione przedziały ufności w postaci procentowej ( $pu \cdot 100$ ).

Zależności: (1) pomiędzy odsetkiem ziarniaków jęczmienia jarego, których wnętrze zostało zasiedlone przez *Fusarium langsethiae* i *F. sporotrichioides*, a stężeniem toksyn T-2 + HT-2 w ziarnie; (2) pomiędzy odsetkiem ziarniaków różnych odmian jęczmienia zainfekowanych przez *F. poae* w Chwałowicach i Grabowie - określono za pomocą korelacji liniowej Pearsona, podając wartości współczynnika korelacji ( $r$ ), liczbę par danych ( $n$ ) i poziom prawdopodobieństwa ( $p$ ).

### Omówienie wyników

Infekcja wnętrza ziarna jęczmienia jarego przez grzyby *Fusarium* była stosunkowo duża (od 28% do 55% ziarniaków, średnio 42%). Najliczniejszymi gatunkami sierpików były *F. poae*, *F. avenaceum* i *F. equiseti* (średni udział odpowiednio: 31, 27 i 18%). Średnio licznymi były *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae* i *F. tricinctum* (średni udział odpowiednio: 8, 7 i

5%), a *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. crookwellense*, *F. semitectum* i *F. acuminatum* występowały w małej ilości (średni udział 1% lub niższy).

Sierpiki zasiedliły wewnątrz 44% ziarniaków jęczmienia jarego w Chwałowicach i 37% w Grabowie. Te różnice pomiędzy miejscowościami nie były istotne na poziomie  $p = 0.05$ , natomiast wystąpiły istotne różnice w kolonizacji ziarniaków przez poszczególne gatunki sierpików (Tab. 8). W Chwałowicach, w porównaniu do Grabowa, istotnie wyższe wartości stwierdzono w przypadku kolonizacji ziarna jęczmienia przez: *F. poae* (15,5% ziarniaków w porównaniu do 9,9%), *F. avenaceum* (13,7% w porównaniu do 8,3%) i *F. tricinctum* (3,7% w porównaniu do 1,0%), oraz istotnie niższe w przypadku *F. langsethiae* (1,0% w porównaniu do 4,3%) oraz sumy ziarniaków zasiedlonych przez producentów toksyn T-2 i HT-2 - *F. langsethiae* i *F. sporotrichioides* (3,1% w porównaniu do 8,4%) (Tab. 7).

*F. equiseti* skolonizował ziarno jęczmienia jarego w obu miejscowościach w podobnym stopniu, 6,8% ziarniaków w Chwałowicach i 7,4% ziarniaków w Grabowie. Pozostałe gatunki sierpików zasiedliły ziarno jęczmienia w znacznie mniejszym stopniu: *F. graminearum* znaleziono w 0,4% ziarniaków w Chwałowicach i 0,1% ziarniaków w Grabowie, *F. culmorum* w 0,1% ziarniaków w Chwałowicach i 0,4% ziarniaków w Grabowie, *F. crookwellense* w 0,1% ziarniaków w Chwałowicach i 0,3% ziarniaków w Grabowie, *F. semitectum* w 0,1% ziarniaków w Chwałowicach i 0,4% w Grabowie. *F. oxysporum* wystąpił tylko w Grabowie na 0,9% ziarniaków, a *F. acuminatum* tylko w Chwałowicach na 0,1% ziarniaków.

Jak wynika z Tab. 8 i Rys. 5a i 5b, najwyższym odsetkiem zainfekowanych ziarniaków przez grzyby *Fusarium* (łącznie przez wszystkie gatunki sierpików) charakteryzowały się odmiany 'Iron' w Chwałowicach (55,2%) oraz 'Soldo' w Chwałowicach (52,4%) i Grabowie (47,0%). Wartości te różniły się istotnie przy  $p = 0,05$  od najniższych wartości, które zostały stwierdzone w przypadku odmiany 'Skarb' (28,0% ziarniaków w Grabowie i 32,4% w Chwałowicach). Inne wartości dla odmian jęczmienia uprawianych w siewie czystym nie różniły się istotnie od pozostałych wartości z wyjątkiem odsetka ziarniaków odmiany 'Fariba' z Grabowa (35,0%), istotnie różnego od najwyższej wartości tego odsetka, u 'Iron' z Chwałowic. Wynosiły one odpowiednio: 'Fariba' w Chwałowicach 44,8%, 'Oberek' 39,0% w Grabowie i 38,1 w Chwałowicach oraz 'Iron' w Grabowie 38%. W mieszankach odmian jęczmienia odsetek ziarniaków skolonizowanych przez sierpiki odpowiednio wynosił: u Oberek + Skarb + Soldo 23,8% w Chwałowicach i 31% w Grabowie, a u Fariba + Iron + Soldo po 42,0 % w Chwałowicach i Grabowie.



Oprócz różnic w całkowitej ilości zainfekowanych ziarniaków przez wszystkie gatunki sierpików, odmiany jęczmienia jarego różniły się składem gatunkowym grzybów z rodzaju *Fusarium*. Odmiany 'Soldo' i 'Iron' wyróżniające się najwyższymi odsetkami ziarniaków zasiedlonych przez sierpiki, charakteryzowały się najwyższym udziałem *F. poae* (36, 40, 41 i 45%, średnio 41%) i najwyższym ilorzem *F. poae* i sumy *F. avenaceum* + *F. equiseti* (0,83, 1,06, 1,15 i 1,67; średnio 1,18). Odmiany 'Oberek' i 'Skarb' charakteryzowały się średnim udziałem *F. poae* (26, 32, 38 i 38%, średnio 33%) i średnim ilorzem *F. poae* i sumy *F. avenaceum* + *F. equiseti* (0,63, 0,75, 0,81 i 0,82; średnio 0,75), a odmiana 'Fariba' wyróżniała się najniższym udziałem *F. poae* (23 i 26%, średnio 24%) i najniższym ilorzem *F. poae* i sumy *F. avenaceum* + *F. equiseti* (0,41 i 0,47; średnio 0,44). Mieszanki odmian jęczmienia jarego charakteryzowały się niskim udziałem *F. poae* (10, 17 i 20%; średnio 15%) i niskim ilorzem *F. poae* i sumy *F. avenaceum* + *F. equiseti* (0,20, 0,32 i 0,35; średnio 0,29), z wyjątkiem mieszanki Fariba + Iron + Soldo w Chwałowicach (udział *F. poae* 38%, a ilorz *F. poae* i sumy *F. avenaceum* + *F. equiseti* 1,00).

W porównaniu do wartości wyliczonych matematycznie na podstawie danych z poszczególnych odmian uprawianych w siewie czystym, mieszanki tych odmian charakteryzowały się 2–3-krotnie niższym udziałem *F. poae* (10, 17, 20% w porównaniu do 32, 33 i 41%), a 2-2,5-krotnie wyższym udziałem *F. equiseti* (26, 26, 33% w porównaniu do 11,12 18%), z wyjątkiem mieszanki Fariba+Iron+Soldo w Chwałowicach, gdzie udział obu gatunków sierpików był na takim samym poziomie (po 38% *F. poae* i po 14% *F. equiseti*).

Dane określające wpływ poszczególnych odmian jęczmienia, uprawianych w siewie czystym, na wartości odsetka ziarniaków zainfekowanych przez *F. poae*, są wyjątkowo interesujące. Przedstawione na Rys. 6 wartości tego odsetka w formie wartości względnych w stosunku do średnich dla poszczególnych miejscowości (Chwałowic i Grabowa) przyjętych jako 100%, ukazują te same proporcje pomiędzy odmianami jęczmienia w obu miejscowościach. Współczynnik korelacji pomiędzy wartościami z obu miejscowości jest bardzo wysoki ( $r = 0,992$ ;  $n = 5$ ;  $p = 0,001$ ; współczynnik determinacji = 0,98).

Wyliczono także istotną korelację ( $r = 0,778$ ;  $n = 14$ ;  $p = 0,001$ ) pomiędzy zawartością toksyn T-2 + HT-2 w ziarnie jęczmienia jarego a sumą ziarniaków zainfekowanych przez producentów tych toksyn - *F. langsethiae* i *F. sporotrichioides*. Odmiana 'Soldo' i obie mieszanki jęczmienia, zawierające w swym składzie 'Soldo' z Grabowa, wyróżniały się trzema kolejnymi najwyższymi wartościami zawartości toksyn T-2 + HT-2 i liczby ziarniaków zainfekowanych przez *F. langsethiae* i *F. sporotrichioides*. Także w

Chwałowicach odmiana 'Soldo' wyróżniła się najwyższymi wartościami obu tych parametrów, a dane obu mieszanek znajdowały się w obrębie trzech kolejnych wartości.

### Podsumowanie badań

Odmiany jęczmienia jarego różniły się między sobą zarówno całkowitym odsetkiem zainfekowanych ziarniaków przez grzyby z rodzaju *Fusarium* jak i składem gatunkowym sierpików zasiedlających ich ziarniaki. Niekorzystnie wyróżniała się odmiana 'Soldo'.

W porównaniu do wartości wyliczonych matematycznie na podstawie danych z poszczególnych odmian uprawianych w siewie czystym, mieszanki tych odmian jęczmienia na ogół charakteryzowały się niższym udziałem *F. poae*, a wyższym udziałem *F. equiseti*.

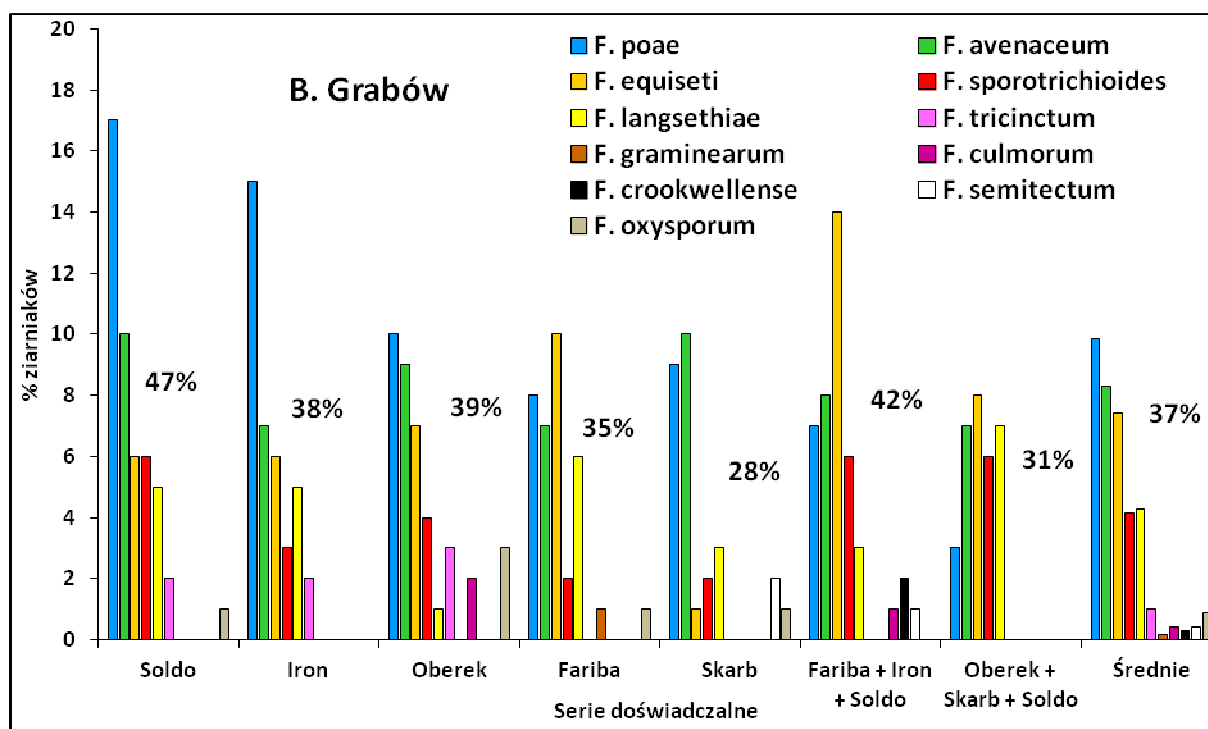
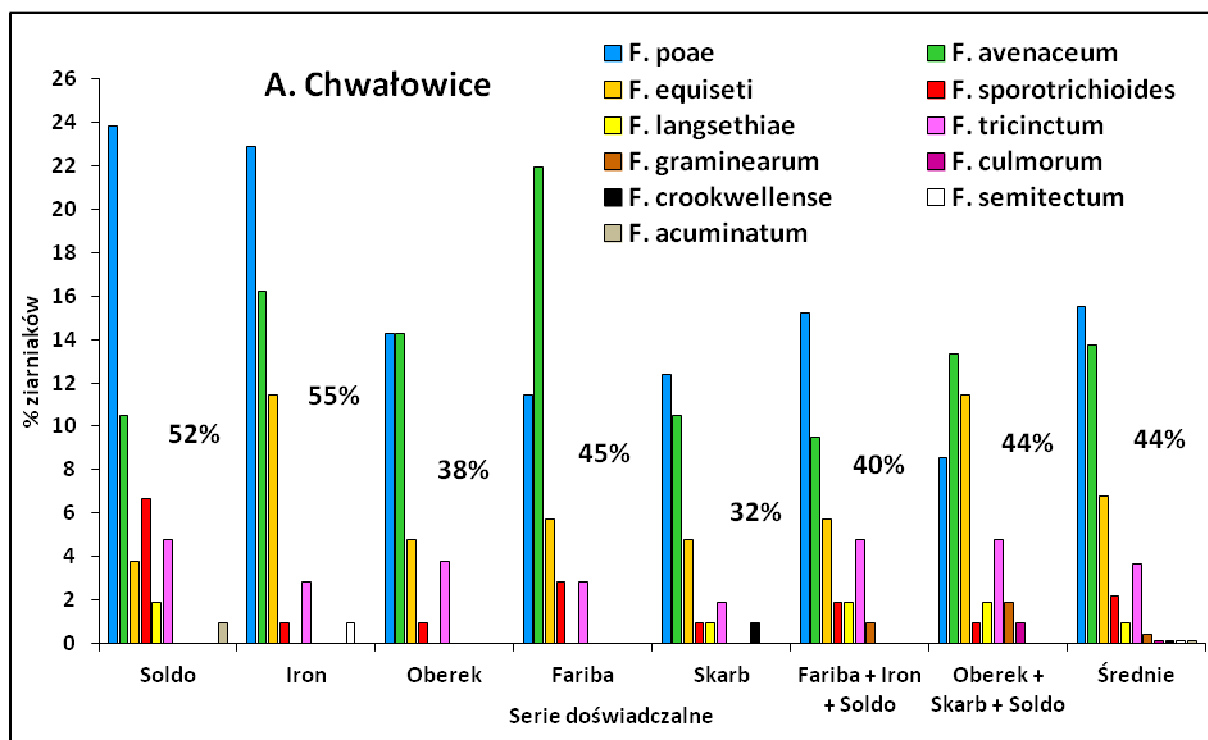
### Literatura

1. Czaban J., Wróblewska B., Sułek A., Mikos M., Boguszewska E., Podolska G. Nieróbca A. **2015**. Colonisation of winter wheat grain by *Fusarium* spp. and mycotoxin content as dependent on wheat variety, crop rotation, crop management system and weather conditions. *Food Additives & Contaminants: Part A* **32**: 874-910.
2. Oktaba W. **1966**. Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. PWN Warszawa, s. 144 i 287.
3. Samson R.A., Hocking A.D., Pitt J.I., King A.D. **1992**. Modern Methods in Food Mycology. 371-375. Elsevier, Appendix – Media.

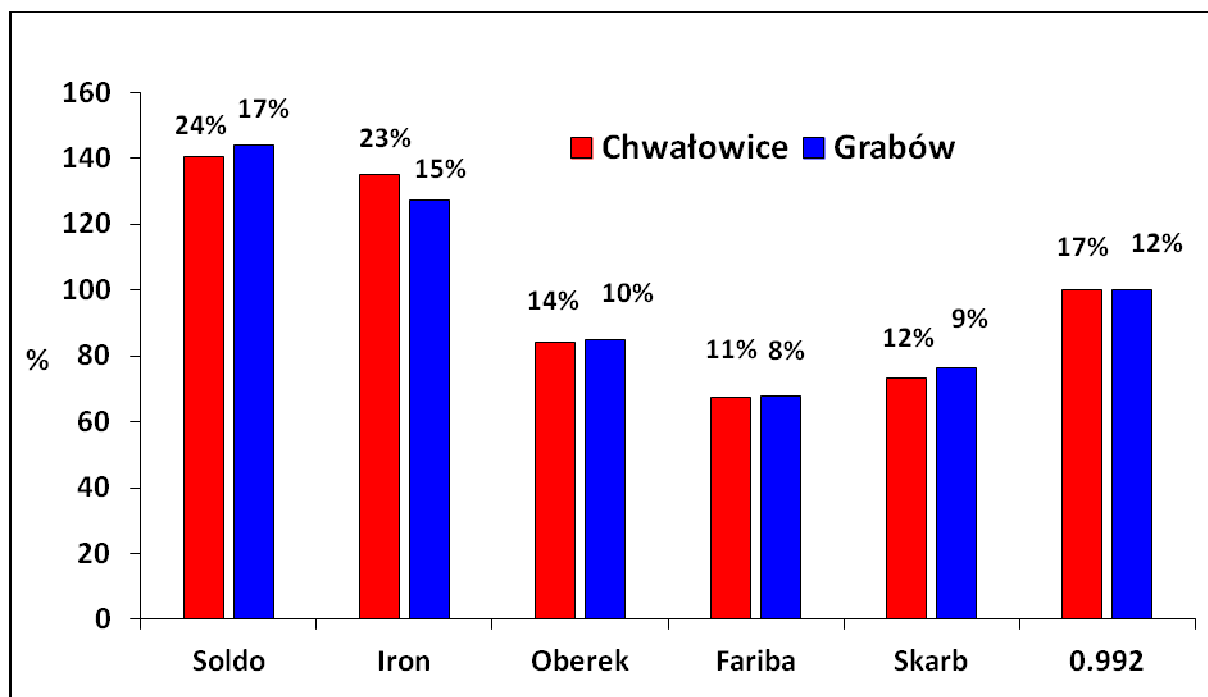
W końcowej części sprawozdania są zamieszczone zdjęcia górnych i dolnych części kolonii różnych gatunków sierpików na pożywce PDA (1/2 stężenia).

Tabela 8. Przedziały ufności określające istotność statystyczną pomiędzy odsetkami ziarniaków pochodzących z różnych serii doświadczalnych zasiedlonych przez wszystkie gatunki *Fusarium* łącznie, a także pomiędzy odsetkami ziarniaków z poszczególnych miejscowości, skolonizowanych przez niektóre gatunki sierpików.

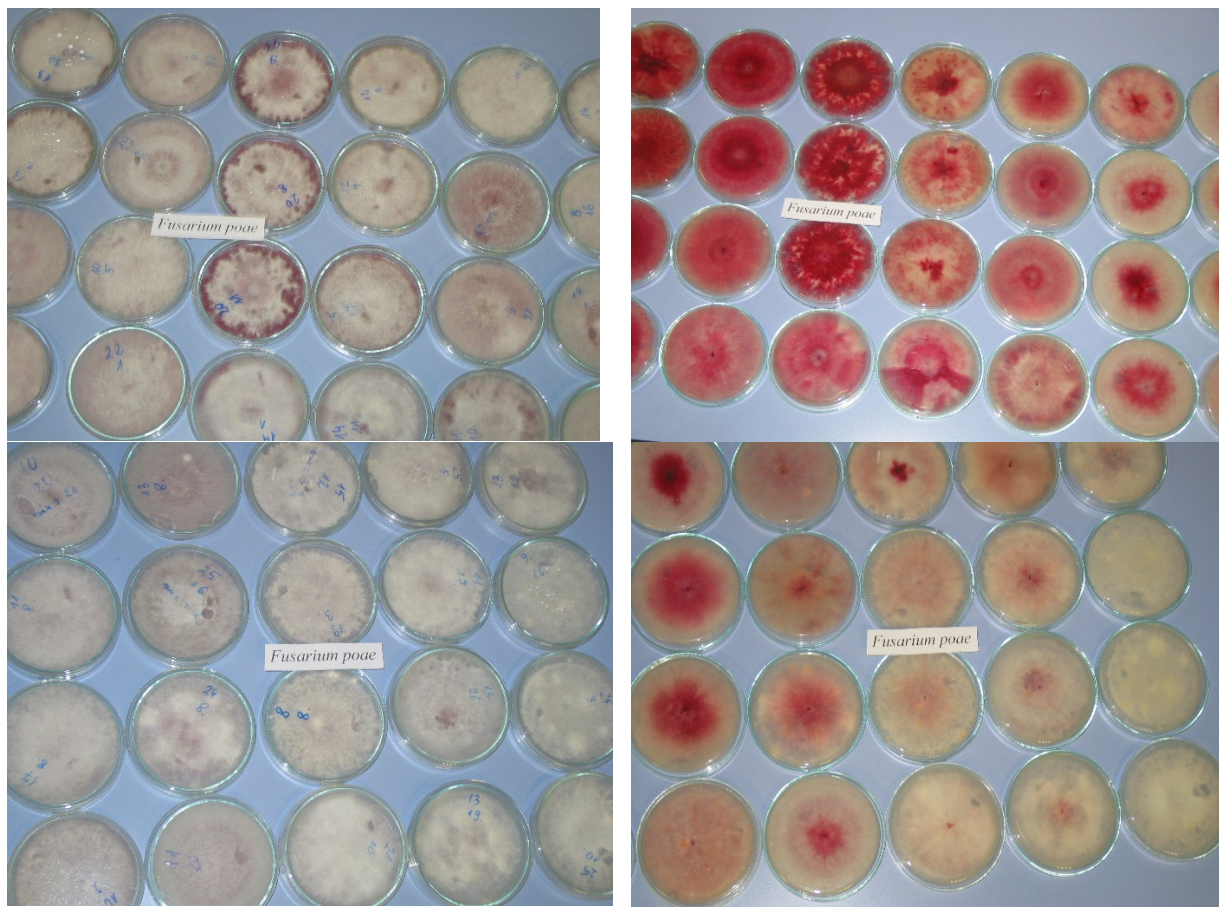
Odmiany jęczmienia jarego w seriach doświadczalnych	Miejscowość	Odsetek zainfekowanych ziarniaków	Oznakowanie istotnych różnic	Przedziały ufności
Iron	Chwałowice	55,2	d	45,7 - 64,4
Soldo	Chwałowice	52,4	cd	42,9 - 61,7
Soldo	Grabów	47,0	bcd	37,5 - 56,7
Fariba	Chwałowice	44,8	abcd	35,6 - 54,3
Oberek + Skarb + Soldo	Chwałowice	43,8	abcd	34,7 - 53,4
Fariba + Iron + Soldo	Grabów	42,0	abcd	32,8 - 51,8
Fariba + Iron + Soldo	Chwałowice	40,0	abcd	31,1 - 49,6
Oberek	Grabów	39,0	abcd	30,0 - 48,8
Oberek	Chwałowice	38,1	abcd	29,4 - 47,6
Iron	Grabów	38,0	abcd	29,1 - 47,8
Fariba	Grabów	35,0	abc	26,4 - 44,7
Skarb	Chwałowice	32,4	ab	24,2 - 41,8
Oberek + Skarb + Soldo	Grabów	31,0	ab	22,8 - 40,6
Skarb	Grabów	28,0	a	29,1 - 37,5
Wszystkie serie doświadczalne	Chwałowice	43,8	A	40,3 - 47,4
Wszystkie gatunki <i>Fusarium</i>	Grabów	37,1	A	33,6 - 40,8
Wszystkie serie doświadczalne	Chwałowice	15,5	b	13,1 - 18,3
<i>F. poae</i>	Grabów	9,9	a	8,9 - 12,3
Wszystkie serie doświadczalne	Chwałowice	13,7	B	11,4 - 16,4
<i>F. avenaceum</i>	Grabów	8,3	A	6,5 - 10,6
Wszystkie serie doświadczalne	Chwałowice	3,7	b	2,5 - 5,3
<i>F. tricinctum</i>	Grabów	1,0	a	0,5 - 2,0
Wszystkie serie doświadczalne	Chwałowice	1,0	A	0,5 - 2,0
<i>F. langsethiae</i>	Grabów	4,3	B	3,0 - 6,1
Wszystkie serie doświadczalne	Chwałowice	2,2	a	1,3 - 3,5
<i>F. sporotrichioides</i>	Grabów	4,1	a	2,9 - 5,9
Wszystkie serie doświadczalne	Chwałowice	3,1	A	2,1 - 4,7
<i>F. langsethiae</i> + <i>F. sporotrichioides</i>	Grabów	8,4	B	6,6 - 10,7



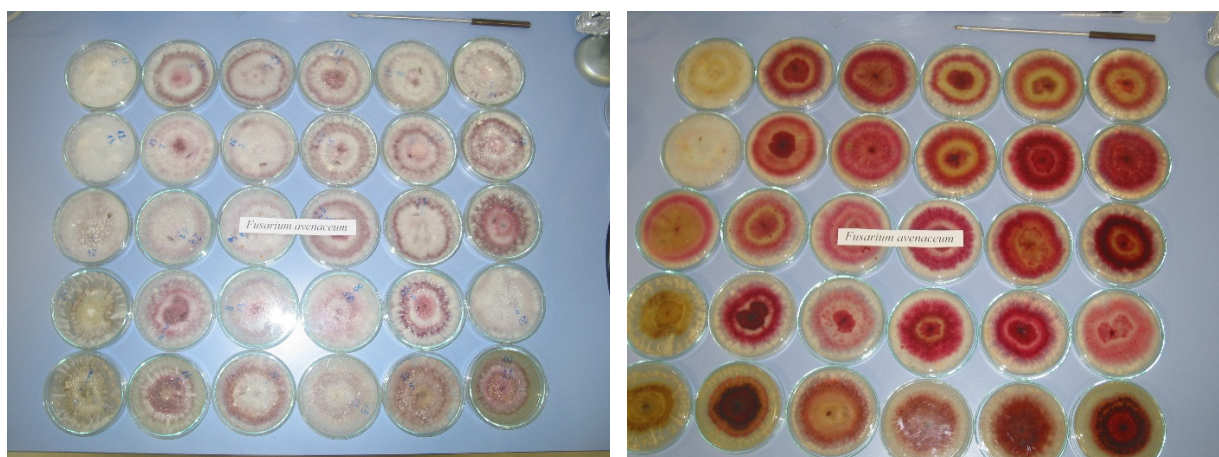
Rys. 5. Odsetek ziarniaków jęczmienia jarego zainfekowanych przez różne gatunki *Fusarium* w Chwałowicach (A) i w Grabowie (B). Wartości obok słupków poszczególnych gatunków oznaczają odsetek ziarniaków skolonizowanych przez wszystkie gatunki sierpików łącznie.



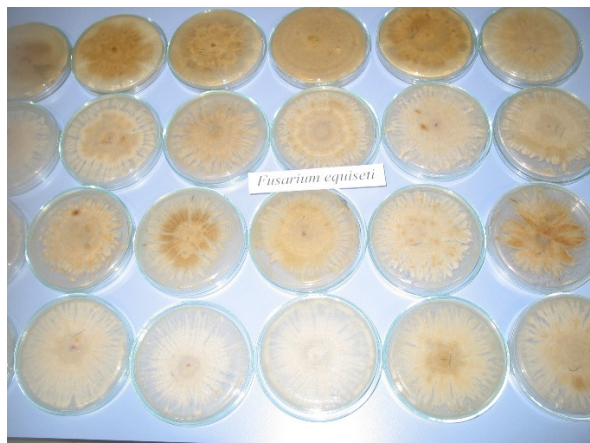
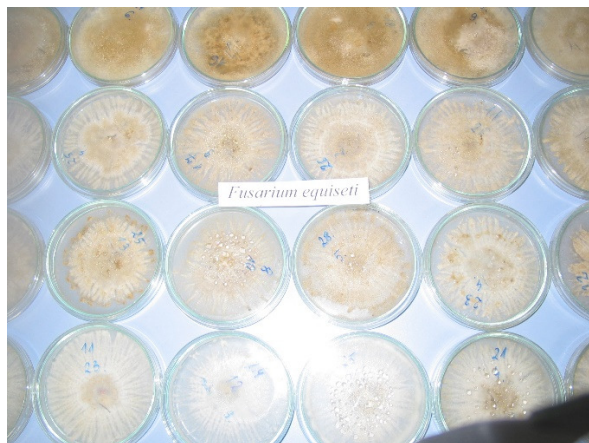
Rys. 6. Odsetek ziarniaków jęczmienia jarego zainfekowanych przez *F. poae*, przedstawiony jako wartości względne w stosunku do średnich z poszczególnych miejscowości, wynoszących 100%. Wartości nad słupkami oznaczają bezwzględne wartości odsetka ziarniaków skolonizowanych przez ten gatunek sierpików.



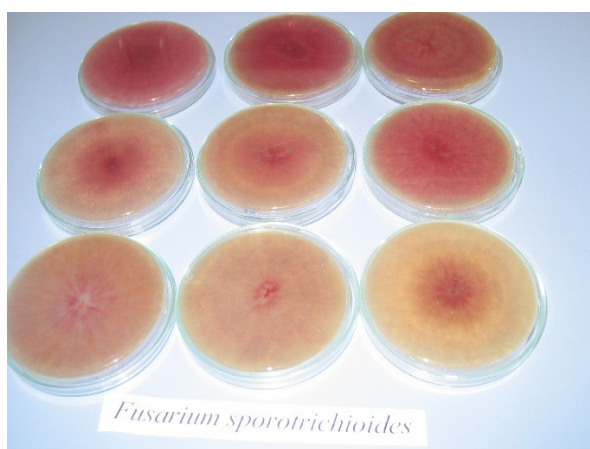
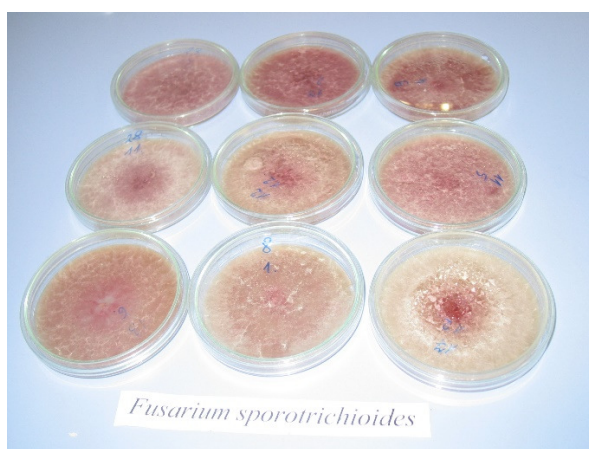
Fot. 1. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. poae*.



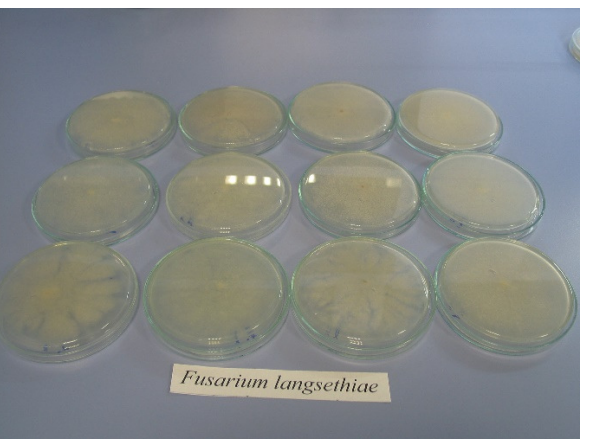
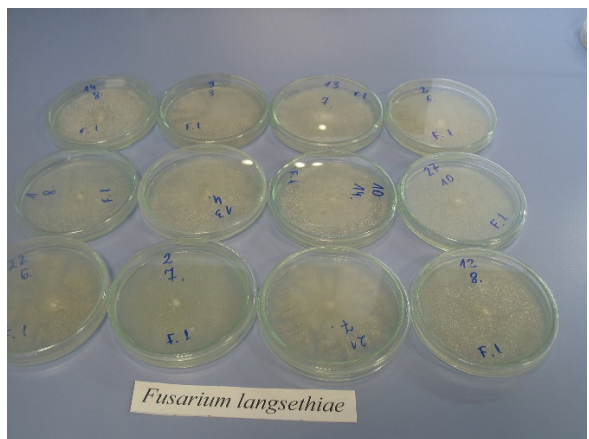
Fot 2. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. avenaceum*.



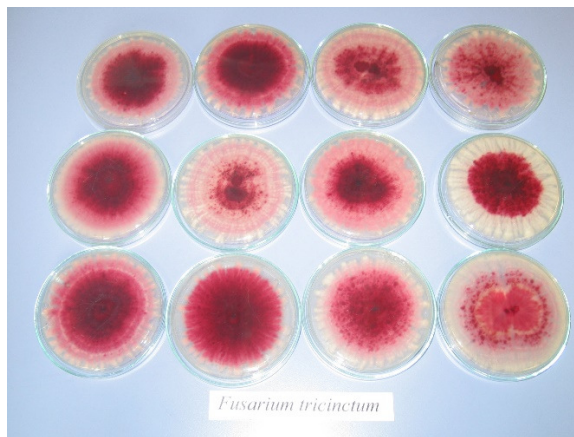
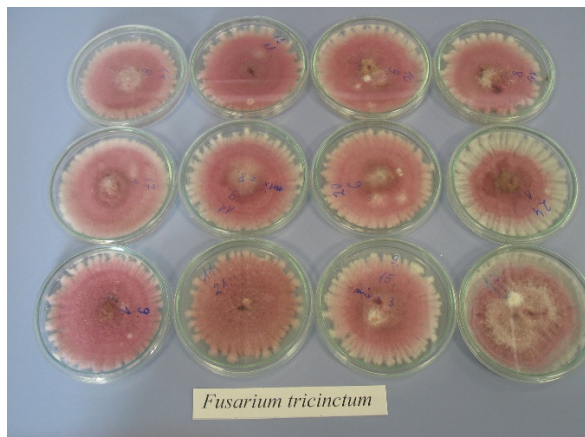
Fot 3. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. equiseti*.



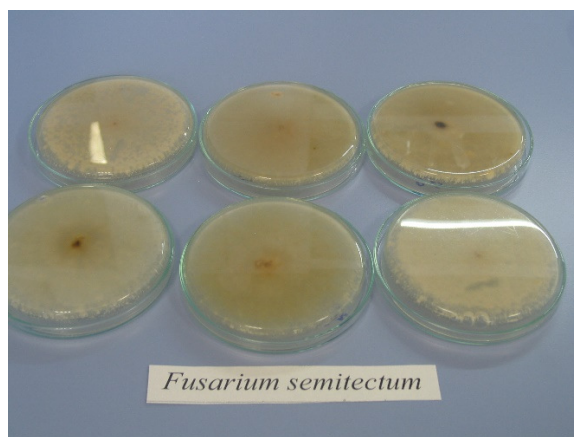
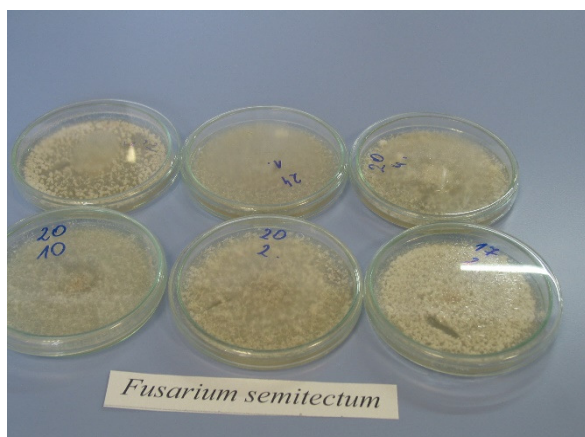
Fot 4. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. sporotrichioides*.



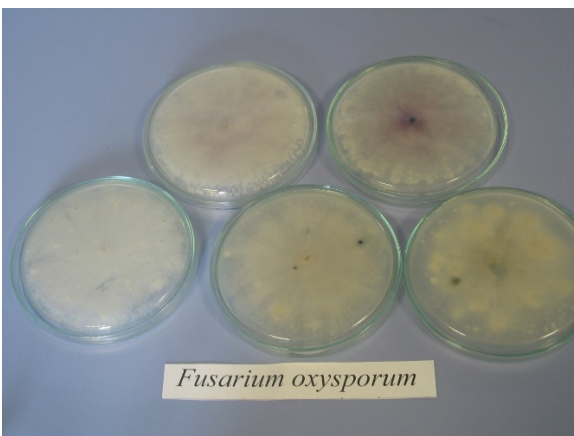
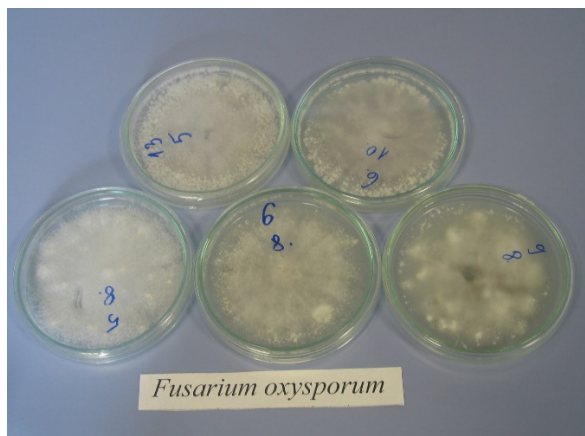
Fot 5. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. langsethiae*.



Fot 6. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. tricinctum*.

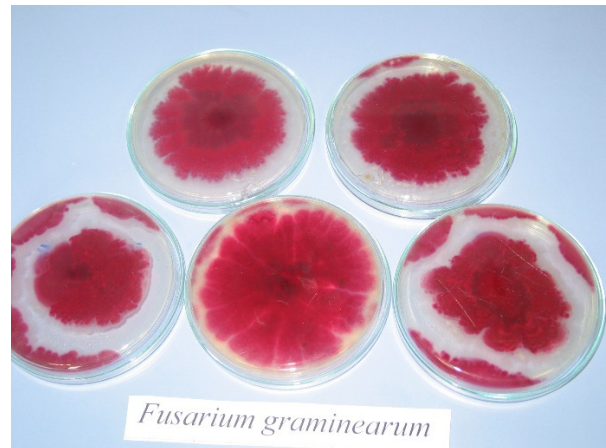
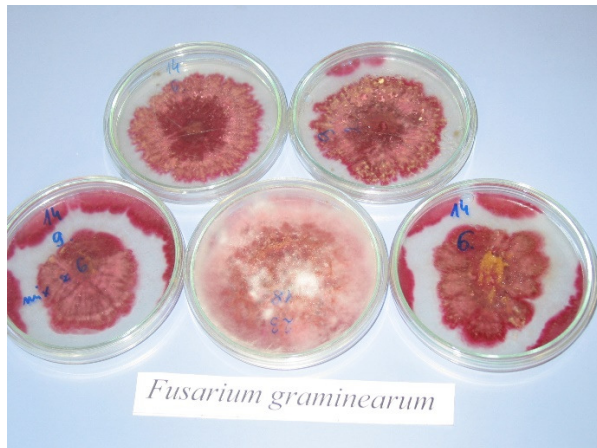


Fot 7. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. semitectum*.

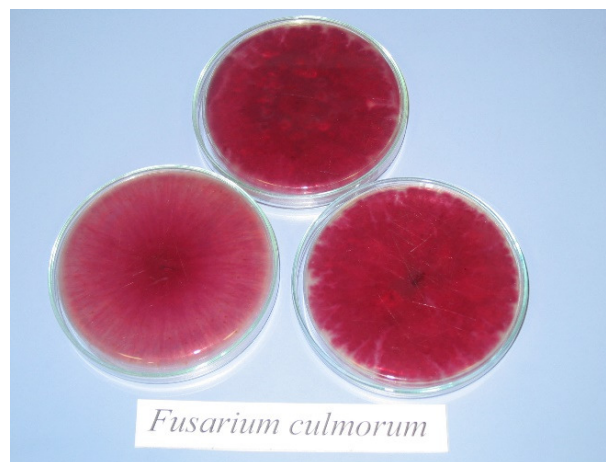
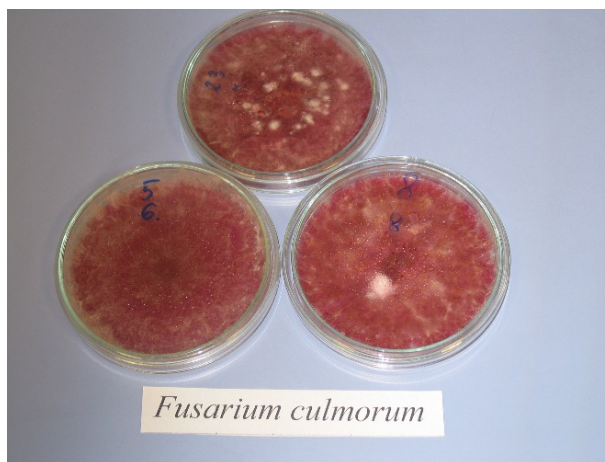


Fot 8. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. oxysporum*.

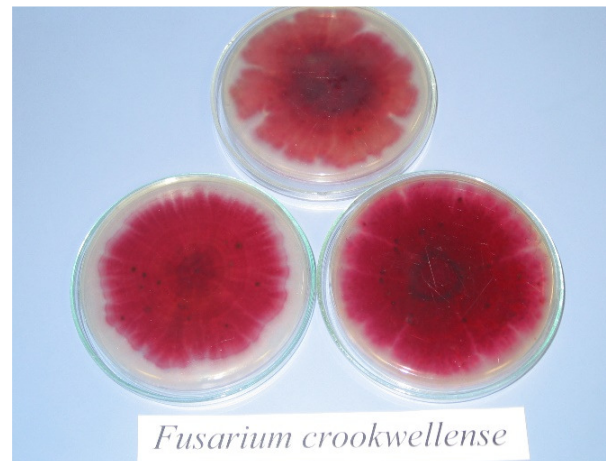
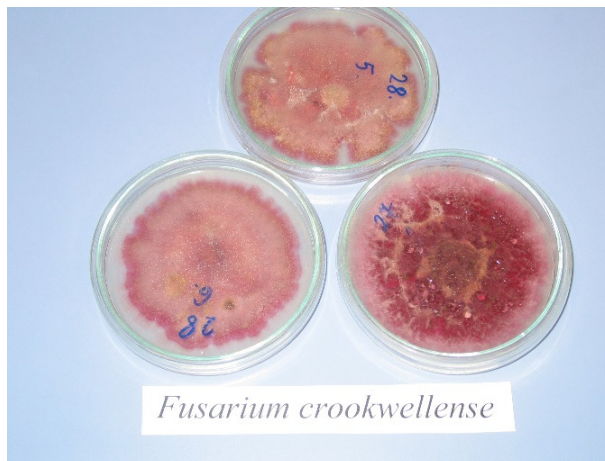




Fot 9. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. graminearum*.



Fot 10. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. culmorum*.



Fot 11. Górne (po lewej) i dolne (po prawej) strony kolonii *F. crookwellense*.

## 2.2 Konkurencyjność zasiewów mieszanych i czystych w stosunku do chwastów w zróżnicowanych warunkach ekologicznych

Badania przeprowadzono w dwu lokalizacjach prowadzących produkcję metodami ekologicznymi w Chwałowicach i RZD Grabów w oparciu o ściśle eksperymenty polowe. W pierwszym gospodarstwie doświadczenie zlokalizowane było na glebie brunatnej, a w drugim na glebie płowej. Celem badań było określenie możliwości ograniczenia doboru odmian (mieszanin odmian) w celu ograniczenia zachwaszczenia łąnu jęczmienia jarego. Uwzględniono dwie mieszanki odmianowe Oberek+Soldo+Skarb i Iron+Soldo+Fariba oraz 5 odmian w siewie czystym (Iron, Oberek, Soldo, Fariba, Skarb). Ocenę zachwaszczenia wymienionych zasiewów prowadzono w różnych fazach wegetacji. Pierwszą taką ocenę wykonano po osiągnięciu przez rośliny jęczmienia fazy strzelania w źdźbło. W warunkach glebowych średnich (Chwałowice), w fazie strzelania w źdźbło liczba chwastów w zasiewach jednodmianowych i mieszanych była zbliżona - tab. 9.

Tabela 9. Liczebność, zielona i sucha masa chwastów w uprawie jęczmienia jarego w systemie ekologicznym w Chwałowicach. 12.06.2017

Odmiana	Liczba chwastów(szt./m <sup>2</sup> )	Zielona masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )	Sucha masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )
IRON	58,50	205,78	36,20
OBEREK	73,00	282,68	49,16
SOLDO	45,50	217,16	32,24
FARIBA	57,50	216,54	54,50
SKARB	40,50	277,16	50,32
OBEREK+SOLDO+SKARB	54,00	208,30	41,70
IRON+SOLDO+FARIBA	46,50	278,86	42,90

Zaobserwowano jedynie tendencję do zwiększonej ilości chwastów w zasiewie odmiany Oberek. W przypadku masy zielonej i suchej chwastów różnice w zachwaszczeniu poszczególnych obiektów były istotne. W zasiewach odmian Soldo i Iron oraz zasiewach mieszanych stwierdzono istotnie mniejszą masę chwastów niż w przypadku pozostałych zasiewów pojedynczych odmian. Wykonana kolejna ocena zachwaszczenia po wykłoszeniu jęczmienia wykazała, że największą konkurencyjnością w stosunku do chwastów charakteryzuje się zasiew mieszany Oberek+Soldo+Skarb, a z zasiewów czystych odmiana

Soldo. W wymienionych obiektach stwierdzono istotnie mniejszą masę zieloną i suchą chwastów (tab. 10).

Tabela 10. Liczebność, zielona i sucha masa chwastów w odmianach jęczmienia jarego w systemie ekologicznym w Chwałowicach 26.06.2017

Odmiana	Liczba chwastów(szt./m <sup>2</sup> )	Zielona masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )	Sucha masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )
IRON	20	131,48	39,60
OBEREK	24	139,40	34,20
SOLDO	10	75,92	24,64
FARIBA	17	161,56	49,16
SKARB	20	183,12	53,32
OBEREK+SOLDO+SKARB	12	101,16	30,80
IRON+SOLDO+FARIBA	22	243,52	63,28

W badaniach przeprowadzonych na glebie płowej (Grabów) w fazie strzelania w źdźbło w zakresie liczebności chwastów i ich suchej i świeżej masy osiągnięto porównywalne wyniki we wszystkich obiektach (mieszkach i siewach czystych) – tab. 11.

Tabela 11. Liczebność, zielona i sucha masa chwastów w odmianach jęczmienia jarego w systemie ekologicznym w Grabowie 05.06.2017

Odmiana	Liczba chwastów(szt./m <sup>2</sup> )	Zielona masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )	Sucha masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )
IRON	6,00	9,44	1,62
OBEREK	15,00	21,60	3,62
SOLDO	10,50	28,30	5,62
FARIBA	11,00	13,20	2,28
SKARB	8,00	10,36	1,62
OBEREK+SOLDO+SKARB	15,00	11,20	2,60
IRON+SOLDO+FARIBA	11,00	7,40	1,30

Natomiast ocena wykonana po wykłoszeniu potwierdziła stwierdzoną w doświadczeniu w Chwałowicach zwiększoną konkurencyjność w stosunku do chwastów mieszanki Oberek + Soldo + Skarb i zasiewu czystego odmiany Soldo (tab. 12). Ponadto podobnie niski stopień zachwaszczenia stwierdzono u odmiany Iron.

Tabela 12. Liczebność, zielona i sucha masa chwastów w odmianach jęczmienia jarego w systemie ekologicznym w Grabowie 26.06.2017

Odmiana	Liczba chwastów(szt./m <sup>2</sup> )	Zielona masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )	Sucha masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )
IRON	4,00	0,88	0,31
OBEREK	4,00	3,40	1,10
SOLDO	5,00	5,63	1,45
FARIBA	12,00	12,03	3,12
SKARB	8,00	16,19	6,91
OBEREK+SOLDO+SKARB	6,00	8,82	1,97
IRON+SOLDO+FARIBA	10,00	8,11	3,22

W celu wyjaśnienia powodów ograniczonego występowania chwastów w poszczególnych obiektach dokonano pomiaru zwartości łąnów z użyciem urządzenia LAI 2000 (tab. 13-14).

Tabela 13. Wyniki pomiaru LAI oraz MTA jęczmienia jarego z uprawy ekologicznej z Chwałowic

Odmiana	Faza rozwojowa roślin					
	BBCH 33		BBCH 59		BBCH 87	
	12.06.2017		26.06.2017		12.07.2017	
	LAI	MTA	LAI	MTA	LAI	MTA
IRON	1,51	55,67	1,45	59,00	1,56	60,50
OBEREK	1,71	58,00	1,35	58,33	1,22	57,00
SOLDO	1,49	58,67	1,52	60,67	1,43	62,00
FARIBA	1,38	57,67	1,54	52,33	1,51	56,00
SKARB	1,24	54,33	1,58	59,00	1,33	54,00
OBEREK+SOLDO+SKARB	1,69	57,67	1,44	63,67	1,53	58,00
IRON+SOLDO+FARIBA	1,43	61,67	1,30	58,00	1,22	56,50

Tabela 14. Wyniki pomiaru LAI oraz MTA jęczmienia jarego z uprawy ekologicznej z Grabowa

Odmiana	Faza rozwojowa roślin					
	BBCH 33		BBCH 59		BBCH 87	
	05.06.2017		26.06.2017		12.07.2017	
	LAI	MTA	LAI	MTA	LAI	MTA
IRON	2,64	61,67	2,09	63,00	1,84	61,00
OBEREK	1,68	68,67	1,94	61,33	1,71	61,00
SOLDO	1,94	57,67	1,45	55,67	1,65	61,50
FARIBA	2,39	71,67	1,75	62,33	1,75	60,50
SKARB	2,54	59,33	1,93	59,00	1,76	63,00
OBEREK+SOLDO+SKARB	3,26	60,33	2,13	63,33	1,61	59,50
IRON+SOLDO+FARIBA	2,57	69,00	2,05	59,67	1,63	66,00

Badania te wykazały, że niezależnie od warunków glebowych index LAI w fazie strzelania w źdźbło był porównywalny u odmian w siewie czystym, natomiast w przypadku zasiewów mieszanych był wyższy u charakteryzującej się wyższym poziomem konkurencyjności w stosunku do chwastów mieszanki Oberek+Soldo+Skarb. Podobną zależność zaobserwowano też w fazach późniejszych kłoszenie i w końcowej fazie dojrzewania.

Kąt nachylenia liści za pomocą wymienionego aparatu LAI 2000 był porównywalny na wszystkich obiektach. Należy jednak zwrócić uwagę na stosunkowo największą wartość tej cechy w mieszance Oberek +Soldo + Skarb.

Oceniany w czasie badań skład gatunkowy chwastów nie różnił się istotnie w poszczególnych obiektach.

Przeprowadzono analizę stanu odżywienia jęczmienia jarego azotem na podstawie indeksu zieloności liści - SPAD na obiektach badań (tab. 15). Niezależnie od sposobu uprawy (siew czysty czy mieszany) rośliny uprawiane w Grabowie były lepiej odżywione.

Tabela 15. Wyniki pomiaru SPAD jęczmienia jarego na obiektach badań

Odmiana	Chwałowice		Grabów	
	5.06.2017	26.06.2017	5.06.2017	26.06.2017
IRON	508	509	478	626
OBEREK	470	469	550	669
SOLDO	482	505	554	677
FARIBA	468	487	507	558
SKARB	469	507	552	744
OBEREK+SOLDO+SKARB	484	512	501	631
IRON+SOLDO+FARIBA	478	480	524	591

Wnioski

1. Przeprowadzone badania wskazują, że poprzez stosowanie odpowiednio dobranych mieszanek odmian można zwiększyć skuteczność ograniczania zachwaszczenia zasiewów ekologicznych. W badaniach większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów charakteryzowała się mieszanka Oberek+Soldo+Skarb.
2. Poszczególne odmiany jęczmienia jarego charakteryzują się zróżnicowaną konkurencyjnością w stosunku do chwastów. Spośród badanych odmian największą wartość tej cechy stwierdzono w przypadku odmiany Soldo.

**Zadanie 3. Ocena aktywności oksydacyjnej i zawartości związków fenolowych w ziarnie jęczmienia uprawianego na cele spożywcze oraz pastewne.**

### 3.1 Aktywność oksydacyjna ziarna jęczmienia

#### WSTĘP

Wyniki badań ostatnich lat dowodzą, iż wolne rodniki tlenowe (ang. reactive oxygen species, ROS) biorą udział w patomechanizmie wielu schorzeń i chorób, m.in.: miażdżycy, choroby Alzheimera, astmy oskrzelowej, wszelakich stanów zapalnych, niektórych nowotworów. Istnieje zatem potrzeba rozwijania metod analitycznych umożliwiających ocenę zdolności zmiatania wolnych rodników, a także pozwalających na identyfikację związków obdarzonych takimi właściwościami w złożonych próbkach pochodzenia naturalnego. Do najczęściej stosowanych technik oceny zdolności zmiatania wolnych rodników przez daną próbkę, należą metody spektrofotometryczne bazujące na reakcji ze stosunkowo stabilnymi wolnymi rodnikami, np.: ABTS<sup>•</sup> (2,2'-azyno-bis(3-etylbenzotiazolin-6-kwas sulfonowy)) lub DPPH<sup>•</sup> (1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyl). DPPH to względnie stabilna cząsteczka rodnika ze względu na delokalizację wolnego elektronu, dzięki czemu cząsteczka nie ulega dimeryzacji. Jednocześnie delokalizacja elektronu powoduje charakterystyczne purpurowe/fioletowe zabarwienie (max absorpcji – 517 nm). W obecności cząsteczek zmiataczy wolnych rodników następuje redukcja cząsteczki DPPH prowadząca do utraty charakterystycznej barwy (powstaje kolor żółty).

#### METODYKA

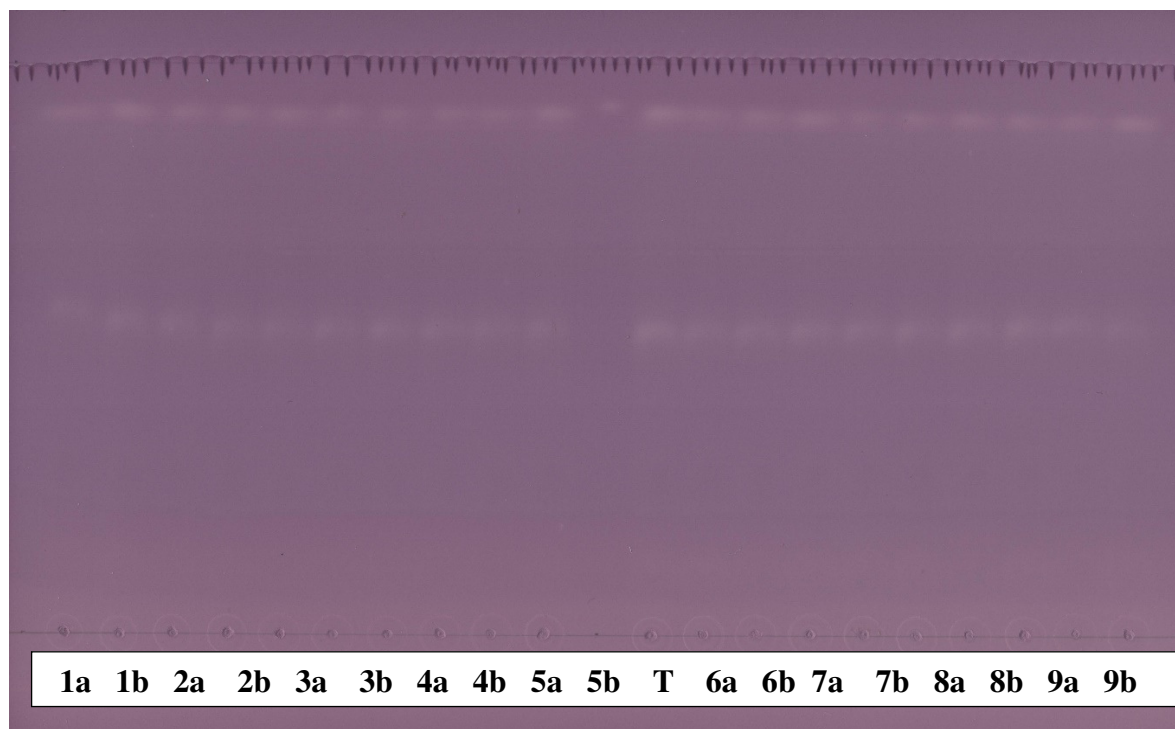
Badania wykonano w Zakładzie Biochemii i Jakości Plonów IUNG-PIB w Puławach. W niniejszej pracy została zastosowana technika chromatografii cienkowarstwowej (test TLC-DPPH) do oceny zdolności zmiatania wolnych rodników przez hydrolizaty ziaren jęczmienia. Hydrolizaty te analizowano pod kątem obecności oraz aktywności związków o właściwościach antyoksydacyjnych. Próbki (po 20 µl) i wzorzec Trolox (1 µl) наносono na płytki chromatograficzne pokryte żelem krzemionkowym (płytki TLC SiO<sub>2</sub> 60F254S 10 x 10 cm, Merck, Darmstadt, Niemcy), w postaci plamek z 8 mm odstępem między poszczególnymi próbkami, w odległości 10 mm od dolnego i 15 mm od lewego i prawego brzegu płytki. Płytki rozwijano w komorze chromatograficznej wysyczonej parami eluentu: acetonitryl-chloroform-woda-kwas mrówkowy (60:10:15:5/ v/v/v/v), na dystansie 90 mm. Po rozwinięciu i wysuszeniu zanurzano je na 5 s w 0,2% metanолоwym roztworze DPPH. Oceny uzyskanych wyników dokonano skanując płytkę po 90 minutach od wywołania jej roztworem DPPH.

#### WYNIKI BADAŃ

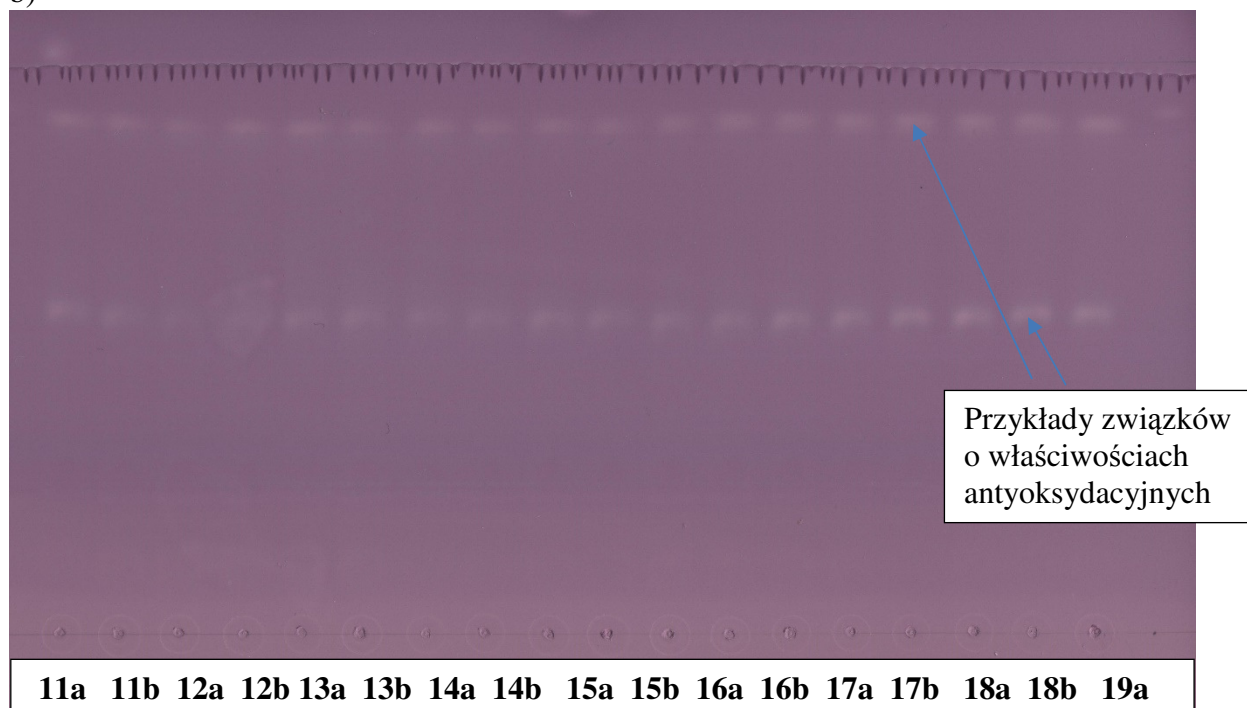
Stosując omawianą procedurę we wszystkich badanych hydrolizatach 28 prób (w dwóch powtórzeniach a i b) ziaren jęczmienia zidentyfikowano związki wykazujące właściwości

antyoksydacyjne. Związki posiadające zdolność zmiatania wolnych rodników pojawiły się jako żółte pasma na purpurowym tle (Rys. 1a, b i c).

a)

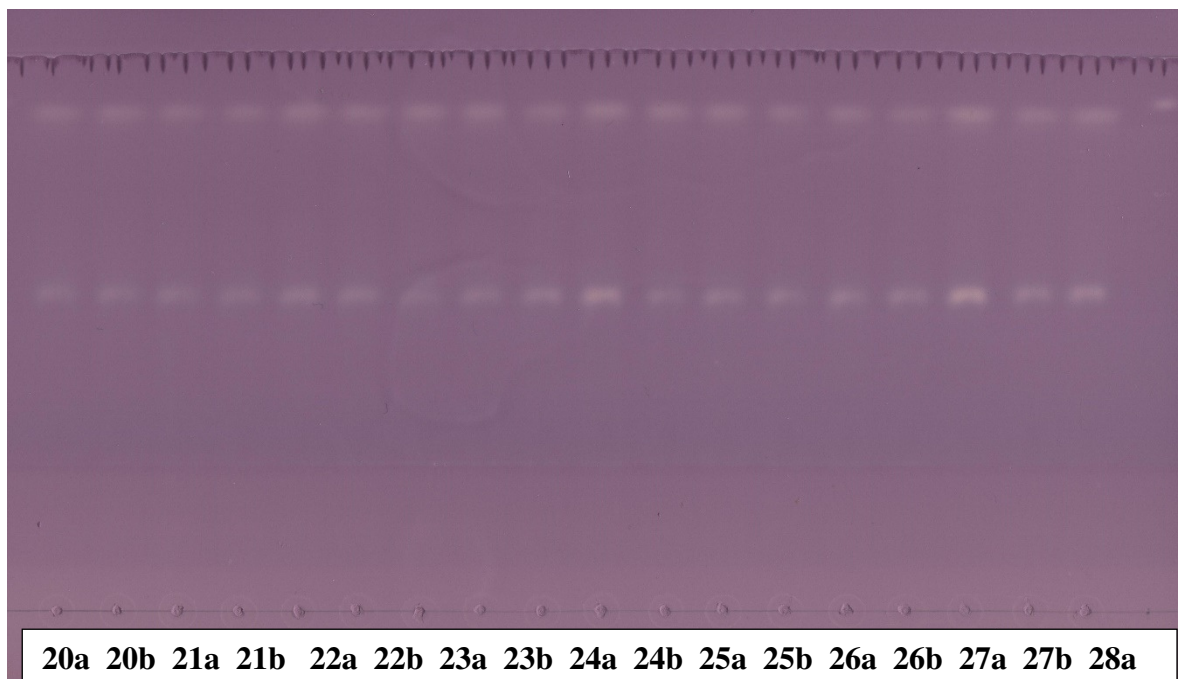


b)



c)

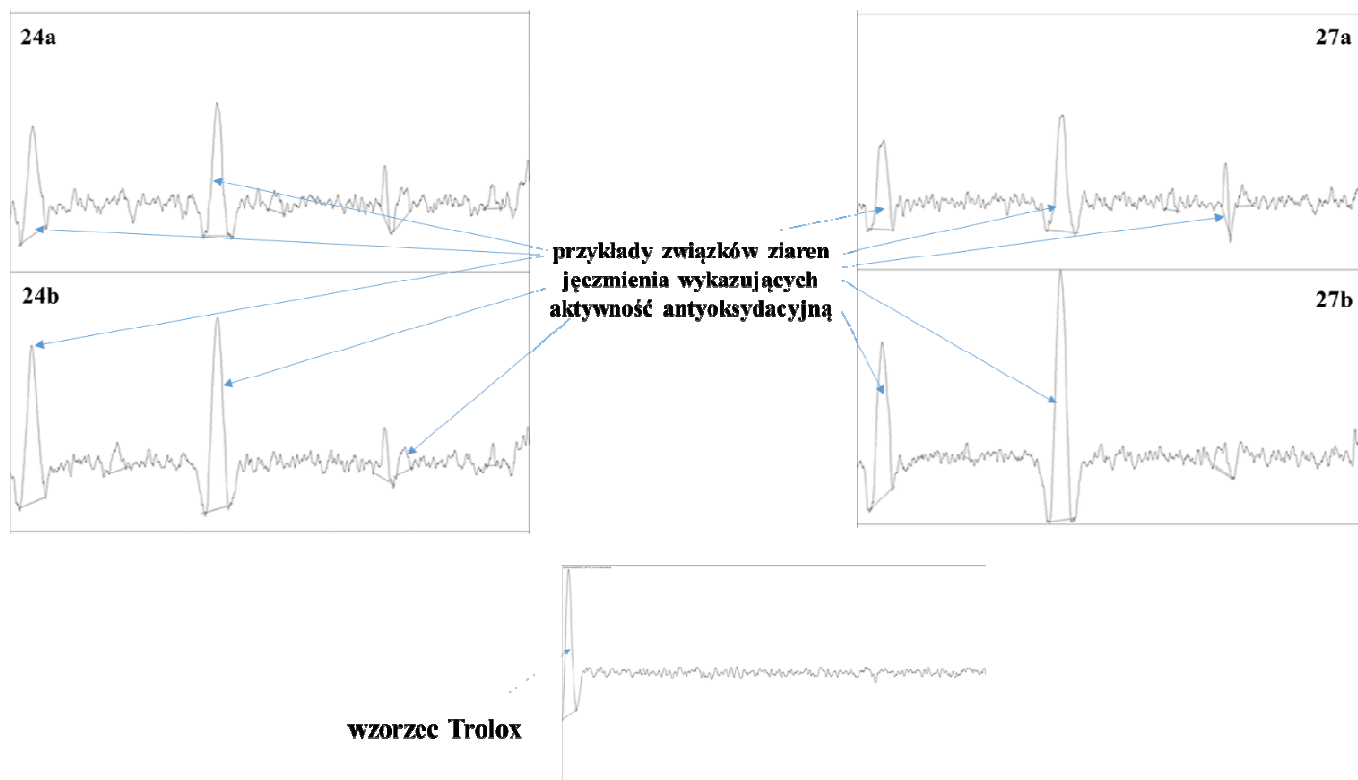




Rys. 1. Płytki TLC obrazujące aktywność antyoksydacyjną hydrolizatów ziarna jęczmienia i wzorca Troloxu (T); a) próby od 1a do 10b, b) próby od 11a do 19b, c) próby od 20a do 28b.

Dla ilościowego porównania wyników badań wykorzystana została graficzna obróbka obrazu z zastosowaniem programu komputerowego ImageJ (Rys. 2). ImageJ to program do komputerowego przetwarzania obrazu. Program wyświetla, edytuje, analizuje, przetwarza obrazy o 8, 16 i 32 bitowej głębi kolorów. Obsługiwane są m.in. następujące formaty plików graficznych – TIFF, GIF, JPEG, BMP, PNG, PGM, FITS, DICOM, a także obrazy RAW. Oprócz typowych zastosowań, narzędzie to jest wykorzystywane także w celach naukowych. Przydatność proponowanej techniki badania bezpośrednich właściwości antyoksydacyjnych roślinnych metabolitów wtórnych została potwierdzona na licznych przykładach próbek pochodzenia naturalnego [Kowalska i in., 2013a i 2013b; Cieśla i in., 2013].

**Najwyższą aktywnością charakteryzowały się związki obecne w hydrolizatach ziaren jęczmienia IRON, FARIBA, OBEREK, IRON + SOLDO + FARIBA z Grabowa** (w próbach nr 24, 27, 18 i 23), w 90 minucie po wywołaniu roztworem DPPH. Aktywność antyoksydacyjna poszczególnych związków obecnych w badanych próbach ziarna jęczmienia była niższa niż wzorca. Natomiast **najniższą aktywność antyoksydacyjną wykazały odmiany: SOLDO, OBEREK, IRON z Chwałowic** (próby ziaren jęczmienia nr 5, 4, 12 i 10 - (Tabela 16).



Rys. 2. Graficzna obróbka obrazu z zastosowaniem programu komputerowego ImageJ prób ziaren jęczmienia charakteryzujących się najwyższą średnią aktywnością antyoksydacyjną (nr 24a i b oraz 27a i b) i wzorca.

Tabela 16. Aktywność antyoksydacyjna ziarna jęczmienia w przeliczeniu na wzorzec Trolox (akt. =1).

Chwałowice	Odmiana	Próba	Suma aktywności	Średnia aktywność	Odchylenie standardowe
<i>I powtórzenie</i>	Oberek + Soldo + Skarb	1a	0,15797	0,191	0,05
		1b	0,22480		
	Iron + Soldo + Fariba	2a	0,15650	0,165	0,01
		2b	0,17392		
	Iron	3a	0,16958	0,157	0,02
		3b	0,14473		
	Oberek	4a	0,13836	0,143	0,01
		4b	0,14744		
	Soldo	5a	0,15391	0,127	0,04
		5b	0,09944		
	Fariba	6a	0,18950	0,176	0,02
		6b	0,16314		
	Skarb	7a	0,20577	0,209	0,01
		7b	0,21323		
<i>II powtórzenie</i>	Oberek + Soldo + Skarb	8a	0,15885	0,166	0,01
		8b	0,17352		
	Iron + Soldo + Fariba	9a	0,18239	0,160	0,03

		9b	0,13806		
	Iron	10a	0,14704	0,157	0,01
		10b	0,16788		
	Oberek	11a	0,19192	0,214	0,03
		11b	0,23516		
	Soldo	12a	0,15607	0,146	0,01
		12b	0,13611		
	Fariba	13a	0,17996	0,178	0,00
		13b	0,17509		
	Skarb	14a	0,16136	0,174	0,02
		14b	0,18762		
<b>Grabów</b> <i>I powtórzenie</i>	Oberek + Soldo + Skarb	15a	0,17583	0,184	0,01
		15b	0,19281		
	Iron + Soldo + Fariba	16a	0,21089	0,205	0,01
		16b	0,19960		
	Iron	17a	0,23884	0,232	0,01
		17b	0,22541		
	Oberek	18a	0,29753	0,274	0,03
		18b	0,24947		
	Soldo	19a	0,23119	0,260	0,04
		19b	0,28941		
	Fariba	20a	0,21536	0,212	0,01
		20b	0,20768		
Skarb	21a	0,20119	0,202	0,00	
	21b	0,20230			
<i>II powtórzenie</i>	Oberek + Soldo + Skarb	22a	0,25819	0,243	0,02
		22b	0,22757		
	Iron + Soldo + Fariba	23a	0,23857	0,264	0,04
		23b	0,29041		
	Iron	24a	0,27657	0,324	0,07
		24b	0,37150		
	Oberek	25a	0,24520	0,247	0,00
		25b	0,24831		
	Soldo	26a	0,19177	0,204	0,02
		26b	0,21663		
	Fariba	27a	0,22020	0,298	0,11
		27b	0,37629		
Skarb	28a	0,22696	0,260	0,05	
	28b	0,29242			

- Kowalska I., Jędrejek D., Cieśla Ł., Pecio Ł., Masullo M., Piacente S., Oleszek W., Stochmal A. (2013a). Isolation, Chemical and Free Radical Scavenging Characterization of Phenolics from *Trifolium scabrum* L. Aerial Parts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 4417-4423.

- Kowalska I., Cieśła Ł., Oniszczyk T., Waksmundzka-Hajnos M., Oleszek W., Stochmal A. (2013b). Comparison of two TLCDPPH- image processing procedures for studying free radical scavenging activity of compounds from selected varieties of *Medicago sativa*. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 36,1–8.
- Cieśła Ł., Kowalska I., Oleszek W., Stochmal A. (2013). Free Radical Scavenging Activities of Polyphenolic Compounds Isolated from *Medicago sativa* and *Medicago truncatula* Assessed by Means of Thin-layer Chromatography DPPH· Rapid Test. *Phytochemical Analysis*, 24(1), 47-52.

### **Zadanie 3.2. Zawartość związków fenolowych w ziarnie jęczmienia uprawianego na cele spożywcze oraz pastewne.**

Funkcje biologiczne związków fenolowych, wyrażają się aktywnością antyoksydacyjną i antyrodnikową, dlatego zaliczane są do naturalnych składników żywności o charakterze przeciwutleniaczy. Związki te mogą przyczyniać się do poprawy zdrowia człowieka, bądź też odgrywać istotną rolę w profilaktyce różnych chorób przewlekłych. Zawartość kwasów fenolowych w ziarniakach zbóż zależy od wielu czynników m.in. odmiany, czynników agrotechnicznych i warunków pogodowych.

#### **Przygotowanie ekstraktów z ziarna jęczmienia**

Ziarno jęczmienia poddano mieleniu w młynie laboratoryjnym (Retsch ZM200, Niemcy). Ekstrakcja kwasów fenolowych była wykonywana wg zmodyfikowanej procedury Żuchowskiego i wsp. [*Cereal Res. Comm.* 37, 189-97, 2009].

Zmielone próbki ziarna (200 mg) poddawano 4 h hydrolizie w g ml roztworu 2M NaOH, zawierającego 1% kw. askorbinowego jako antyutleniacza. Po rozpoczęciu hydrolizy, do próbek dodawano po 4 µg wzorca wewnętrznego – kwasu *m*-hydroksybenzoesowego. Po zakończeniu hydrolizy próbki były zakwaszane za pomocą roztworu 6M HCl, do osiągnięcia wartości pH ok. 2. Zakwaszony hydrolizat był następnie odwirowany (6500 × g, 20 min.), a uzyskany supernatant poddawano ekstrakcji octanem etylu (3 × 7 ml), prowadzonej w próbkach typu Falcon (15ml). Zebrany ekstrakt był odparowywany do sucha w wyparce próżniowej (temp. 35 °C), a uzyskany osad rozpuszczano w 4 ml 25% metanolu. Rozpuszczone ekstrakty były przechowywane w zamrażarce do momentu prowadzenia analizy.

#### **Oznaczanie zawartości kwasów fenolowych**

Zawartość kwasów fenolowych w próbkach była oznaczana metodą ultrawysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (UHPLC-MS), przy użyciu systemu chromatograficznego ACQUITY UPLC<sup>®</sup> Systems firmy Waters. Rozdziały chromatograficzne były wykonywane na kolumnie Waters ACQUITY UPLC<sup>®</sup> HSS C18 (2.1 x 100 mm; 1.8 µm), w temperaturze 30 °C, przepływ (0.500 ml/min.). W skład fazy ruchomej wchodziły roztwory 0.1% kwasu mrówkowego w wodzie (roztwór A) oraz w acetonitrylu (roztwór B). Procedura elucji obejmowała etapy izokratyczne oraz gradientowe: 0 – 0.5 min. 8% B; 0.5 – 8.0 min. 8 – 20% B; 8.0 – 8.1 min. 20 – 95% B; 8.1 – 10.0 min. 95% B; 10.0 – 10.1 min. 95 – 8% B; 10.1 – 12.5 min. 8% B. Do detekcji analitów wykorzystywano detektor fotodiodowy (DAD) oraz detektor mas typu potrójny kwadrupol (TQ). Stężenia kwasów fenolowych w próbkach były określane na podstawie krzywych wzorcowych.

Tabela 17. Zawartość kwasów fenolowych ( $\mu\text{g}$ ) w ziarnie odmian jęczmienia jarego z uprawy ekologicznej z **Chwałowic** w 2017 roku

Kwasy organiczne	IRON	OBEREK	SOLDO	FARIBA	SKARB	OBEREK +SOLDO +SKARB	IRON+ SOLDO+ FARIBA
Kwas protoketochowy	1,6	1,5	1,7	1,4	1,3	1,5	1,7
Kwas p-hydroksybenzoesowy	4,3	5,0	3,8	3,5	3,8	4,1	4,0
Kwas wanilinowy	9,7	11,5	11,2	11,4	10,3	11,0	11,0
Kwas kawowy	37,6	30,0	33,1	36,2	36,5	31,5	35,0
Kwas syringowy	5,6	5,0	4,9	5,0	4,7	5,1	5,0
Kwas p-kumarowy	211,1	238,9	142,9	168,0	194,6	196,0	173,8
Kwas ferulowy	<b>691,5</b>	<b>642,3</b>	<b>744,6</b>	<b>700,9</b>	<b>778,2</b>	<b>723,9</b>	<b>717,9</b>
Kwas synapinowy	20,5	14,0	18,8	12,2	16,5	15,6	17,8
Suma kwasów	981,8	948,1	960,8	938,5	1045,6	988,4	966,0

Tabela 18. Zawartość kwasów fenolowych ( $\mu\text{g}$ ) w ziarnie odmian jęczmienia jarego z uprawy ekologicznej z **Grabowa** w 2017 roku

Kwasy organiczne	IRON	OBEREK	SOLDO	FARIBA	SKARB	OBEREK +SOLDO +SKARB	IRON+ SOLDO+ FARIBA
Kwas protoketochowy	1,5	1,4	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4
Kwas p-hydroksybenzoesowy	3,4	3,5	3,1	3,6	3,7	4,7	4,7
Kwas wanilinowy	10,7	12,3	10,6	11,6	10,9	11,3	13,2
Kwas kawowy	35,4	41,8	35,0	32,4	36,4	38,7	33,0
Kwas syringowy	4,7	5,3	5,0	5,2	5,2	5,4	5,4
Kwas p-kumarowy	131,3	166,3	159,3	166,7	180,0	238,0	244,1
Kwas ferulowy	<b>701,2</b>	<b>741,4</b>	<b>721,1</b>	<b>698,6</b>	<b>708,8</b>	<b>722,2</b>	<b>701,0</b>
Kwas synapinowy	17,0	12,9	17,1	16,9	16,4	16,2	17,6
Suma kwasów	904,9	984,8	952,2	936,1	962,6	1037,5	1020,1

Dominującym kwasem fenolowym w ziarnie badanych odmian jęczmienia był kwas ferulowy, którego zawartość stanowiła blisko 90% sumarycznej zawartości oznaczonych kwasów fenolowych (tab. 17-18).

Zarówno zawartość kwasów fenolowych ogółem jak i zawartość poszczególnych kwasów fenolowych zależała od odmiany analizowanego ziarna jęczmienia.

**Zadanie 4. Ocena jakościowa zebranego ziarna (zawartość białka, tłuszczu, włókna) na cele spożywcze m.in. kasza, płatki oraz na cele pastewne. Oznaczenie zawartości mykotoksyn w wybranych próbach ziarna.**

Wykonana została analiza cech jakościowych ziarna (m. in. zawartość białka, tłuszczu, włókna) z uprawy ekologicznej.

**4.1. Ocena jakościowa zebranego ziarna jęczmienia**

Skład chemiczny ziarna jęczmienia zależy w dużej mierze od gatunku (genotypu) zboża, a w mniejszym stopniu od jakości gleby (tab. 19-22). Skład chemiczny ziarna zbóż uprawianych w mieszankach nie różnił się znacznie od uprawianych w siewach czystych. Zawartość białka w ziarnie jęczmienia we wszystkich badanych wariantach była znacznie niższa w Chwałowicach

Tabela 19. Cechy jakościowe ziarna jęczmienia . Chwałowice

Odmiana	Sucha masa (%)	Popiół (%)	Białko	Tłuszcz (%)	Włókno surowe (%)
IRON	89,33	2,27	8,13	2,39	3,61
OBEREK	89,23	2,30	8,75	2,32	4,02
SOLDO	89,10	2,20	7,71	2,48	3,73
FARIBA	89,20	2,27	7,71	2,46	4,15
SKARB	89,23	2,20	<b>8,33</b>	2,18	3,55
OBEREK + SOLDO + SKARB	89,37	2,20	7,92	2,38	3,79
IRON + SOLDO + FARIBA	89,23	2,23	7,92	2,42	3,83

Tabela 20. Frakcje włókna ziarna jęczmienia. Chwałowice

Odmiana	NDF (%)	ADF (%)	HEMICELULOZA (%)	CELULOZA (%)	LIGNINA (%)	POPIÓŁ (%)
---------	---------	---------	------------------	--------------	-------------	------------



IRON	28,70	7,36	21,30	5,13	2,24	0,26
OBEREK	46,05	10,58	35,45	6,80	3,79	0,34
SOLDO	25,90	8,19	17,80	5,96	2,24	0,28
FARIBA	32,80	9,12	23,70	6,56	2,55	0,27
SKARB	22,70	5,78	15,10	5,54	2,05	0,21
OBEREK + SOLDO + SKARB	41,50	8,33	33,15	5,83	2,50	0,55
IRON + SOLDO + FARIBA	28,75	7,53	21,25	5,58	1,95	0,23

Tabela.21. Cechy jakościowe ziarna jęczmienia. Grabów

Odmiana	Sucha masa (%)	Popiół (%)	Białko	Tłuszcz (%)	Włókno surowe (%)
IRON	89,33	2,20	12,08	2,53	3,37
OBEREK	89,43	2,43	13,75	2,58	3,69
SOLDO	89,53	2,20	13,33	2,66	3,12
FARIBA	89,60	2,33	13,75	2,62	3,74
SKARB	89,60	2,10	13,75	2,49	3,47
OBEREK + SOLDO + SKARB	89,53	2,20	13,54	2,54	3,36
IRON + SOLDO + FARIBA	89,53	2,20	13,13	2,43	3,31

Tabela 22 Frakcje włókna ziarna jęczmienia. Grabów

Odmiana	NDF (%)	ADF (%)	HEMICELULOZA (%)	CELULOZA (%)	LIGNINA (%)	POPIÓŁ (%)
IRON	23,10	7,29	15,85	4,96	2,33	0,15
OBEREK	24,55	6,67	17,85	4,89	1,78	0,12

SOLDO	25,65	5,86	19,85	4,04	1,82	0,09
FARIBA	27,20	6,76	20,45	4,87	1,89	0,10
SKARB	27,80	6,40	21,40	4,50	1,90	0,09
OBEREK + SOLDO + SKARB	27,00	7,01	20,00	4,93	2,08	0,12
IRON + SOLDO + FARIBA	25,80	7,33	18,60	5,03	2,17	0,12

Z wyróżników wartości technologicznej została oznaczona gęstość ziarna w stanie zsypanym, MTZ (zamieszczone wartości w tabelach przy omawianiu plonu) oraz wyrównanie ziarna (tab. 23 -24).

Tabela 23. Gęstość w stanie zsypanym oraz wyrównanie ziarna jęczmienia jarego z uprawy ekologicznej z Chwałowic

Odmiana	Gęstość w stanie zsypanym (kg/hl)	Wyrównanie ziarna (% ziarna śr.>2,5mm)
IRON	63,45	96,00
OBEREK	62,20	93,39
SOLDO	63,55	95,35
FARIBA	64,25	90,23
SKARB	65,40	93,63
OBEREK+SOLDO+SKARB	63,75	94,76
IRON+SOLDO+FARIBA	63,25	94,13

Tabela 24. Gęstość w stanie zsypanym oraz wyrównanie ziarna jęczmienia jarego z uprawy ekologicznej z Grabowa

Odmiana	Gęstość w stanie zsypanym (kg/hl)	Wyrównanie ziarna (% ziarna śr.>2,5mm)
IRON	65,50	91,47
OBEREK	63,05	88,95
SOLDO	66,25	95,25
FARIBA	64,40	87,18
SKARB	65,50	88,60
OBEREK+SOLDO+SKARB	63,75	92,26
IRON+SOLDO+FARIBA	63,75	89,14

Wartości cech jakości ziarna badanych wariantów odmian jęczmienia były zróżnicowane. Wyrównanie ziarna (ważne dla przeznaczenia ziarna na kaszę) było najlepsze dla odmiany Soldo, a następnie dla mieszanki: Oberek + Soldo + Skarb oraz odmiany Iron.

Większą gęstością w stanie zsypanym ziarna wyróżniały się odmiany: Soldo, Iron i Skarb, a większą dorodnością ziarna - odmiany: Soldo i Oberek.

Dodatkowo oznaczono zawartość błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia (Grabów) – tab. 25.

Wiele badań naukowych wskazuje na pozytywny wpływ natywnego błonnika pokarmowego w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Zbożowe produkty wysokobłonnikowe o wysokiej zawartości frakcji rozpuszczalnej stały się więc bardzo polecanym i pożądanym składnikiem żywności. Mogą one być pozyskiwane tylko z surowców o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego jak np. owies czy jęczmień. Funkcjonalne właściwości produktów jęczmiennych wynikają głównie z ilości i jakości zawartego w ziarnie błonnika pokarmowego. Oddziaływanie fizjologiczne błonnika pokarmowego można rozpatrywać dwukierunkowo w odniesieniu do frakcji rozpuszczalnej (SDF) i nierozpuszczalnej (IDF). Właściwe zachowanie proporcji IDF i SDF w pożywieniu gwarantuje skojarzone działanie obu frakcji i gwarantuje kompleksową profilaktykę i działanie prozdrowotne. Nierozpuszczalna frakcja błonnika (IDF) chroni organizm człowieka przede wszystkim przed zaburzeniami układu gastrycznego. Frakcja ta zachowuje swoją strukturę w okrężnicy, zwiększa masę kału, wpływa na perystaltykę jelit, zapobiegając zaparciom (35, 36). Przyspieszona perystaltyka eliminuje możliwości zalegania mas kałowych. Rolę szczególną pełnią właściwości sorpcyjne natywnej frakcji błonnika IDF.

Z punktu widzenia żywienia człowieka bardzo istotna jest nie tylko zawartość w diecie błonnika całkowitego (IDF), ale także udział frakcji rozpuszczalnej (SDF). Zawartość frakcji błonnika rozpuszczalnego (SDF) była zróżnicowana odmianowo. Najwyższą zawartość tej frakcji, wynoszącą 6,0% s.m., odnotowano w mieszance: Oberek + Soldo + Skarb.

Tabela 25. Zawartość błonnika pokarmowego całkowitego (TDF), rozpuszczalnego (SDF) i nierozpuszczalnego (IDF) w ziarnie jęczmienia (Grabów)

Odmiana	IDF	SDF	TDF
IRON	19,45	5,28	24,74
OBEREK	19,67	5,91	25,58
SOLDO	18,21	5,06	23,27
FARIBA	19,95	5,92	25,88
SKARB	19,45	5,36	24,81
OBEREK + SOLDO + SKARB	19,25	6,02	25,27
IRON + SOLDO + FARIBA	19,11	5,10	24,20

#### 4. 2.Oznaczenie zawartości mykotoksyn w wybranych próbach ziarna

Zostały oznaczone mikotoksyny w ziarnie odmian jęczmienia: deoksyniwalenol (DON), toksyna T2/HT-2 i zearalenon (ZEA) – tab. 26-27.

Analiza ilościowa zawartości deoksyniwalenolu, zearalenonu i toksyny T2/H-2 została wykonana przy użyciu immunoenzymatycznych testów ELISA, zestawów komercyjnych ( Neogen Corporation, Food Safety Diagnostics: Veratox ® for DON 5/5- 8331NE, Veratox ® for ZEA -8110, Veratox ® for T-8230). Metoda ta jest oparta na reakcji przeciwciało-antygen i została potwierdzona przez AOAC Research Institute ( Certyfikat Nr. 950702<sup>1o</sup>)

Większość używanych odczynników zawierała zestaw firmy Neogen. Wzorce ( DON , ZEA, T-2/HT-2) zawarte w zestawie ELISA i użyte do przygotowania krzywej wzorcowej występowały na poziomie : DON – 0, 250, 500, 1000 i 2000 ppb (  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), ZEA – 0, 25, 75, 150 i 500 ppb (  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) i toksyna T-2/HT-2 – 0,25,50,100 i 250 ppb (  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

##### PRZYGOTOWANIE PRÓB I PROCEDURA ANALIZ:

Próby ziarna zostały zmielone w młynku laboratoryjnym WŻ -1. Ekstrakcja mykotoksyn i wykonanie analiz było prowadzone zgodnie z zaleceniami producenta. Próbki ekstrahowano wodą destylowaną w przypadku deoksyniwalenolu i 70% roztworem metanolu w przypadku zearalenonu i toksyny T-2/HT-2. Określenie poziomu absorbancji prób kontrolnych i badanych odczytano z krzywej wzorcowej przy użyciu czytnika Stat Fax 303 Plus Microstrip Reader ( ‘ Awerness Technology, Inc.’, USA) wyposażony w wewnętrzne oprogramowanie i filtr o dł. 650nm. Współczynniki korelacji  $R^2$  wynosiły odpowiednio dla DON -0,996, ZEA-0,999, T2/HT-2 -0,997. Otrzymana absorbancja była automatycznie przeliczana na ilość mykotoksyn wyrażona w jednostce  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Podczas otrzymywania wyników odniesiono się do bezpieczeństwa żywności i pasz o którym mowa w dokumencie No. 1881/2006 dla DON i ZEA wydanym przez Unię Europejską oraz światowego zalecenia dla toksyny T-2/HT-2.

**Tabela 26. Zawartość mykotoksyn (ppb) w ziarnie jęczmienia jarego. Grabów**

Odmiana	DON	ZEA	T-2/HT-2
IRON	100,00	18,53	52,97
OBEREK	166,67	19,03	155,03
SOLDO	100,00	17,60	229,03
FARIBA	133,33	18,80	87,93
SKARB	166,67	15,80	101,37
OBEREK+SOLDO+SKARB	133,33	14,47	200,77
IRON+SOLDO+FARIBA	133,33	14,97	175,53

**Tabela 27. Zawartość mykotoksyn (ppb) w ziarnie jęczmienia jarego. Chwałowice**

Odmiana	<b>DON</b>	<b>ZEA</b>	<b>T-2/HT-2</b>
IRON	166,67	21,43	42,80
OBEREK	100,00	17,67	42,00
SOLDO	200,00	22,03	116,73
FARIBA	133,33	18,60	17,83
SKARB	200,00	18,80	75,47
OBEREK+SOLDO+SKARB	166,67	20,23	96,83
IRON+SOLDO+FARIBA	133,33	22,17	74,03

Analizowane próby ziarna jęczmienia nie przekraczały dopuszczalnych norm w UE. Największe ilości toksyny T-2/HT-2 stwierdzono u odmiany Soldo w obu badanych miejscowościach. Zawartość omawianej toksyny była istotnie wyższa w ziarnie jęczmienia we wszystkich badanych wariantach uprawy w Grabowie.

#### **4.3 Wartość odżywcza odmian jęczmienia jarego z czystych siewów oraz mieszanek międzyodmianowych dla przemysłu spożywczego**

Do prawidłowego funkcjonowania organizmu potrzebna jest odpowiednia ilość energii. Źródłem energii dla człowieka jest spożywana przez niego żywność. W wyniku spalania zawartych w pożywieniu składników organicznych tworzy się energia cieplna zwana wartością energetyczną. Wartość energetyczną wyraża się w kilokaloriach (kcal) lub w kilodżulach (kJ), najczęściej przeliczając na jednostkę wagową np. na 100g. 1 kJ odpowiada 4,18 kcal. Różne rodzaje składników odżywczych wydzielają podczas przemiany (spalania) różne ilości energii. Ilość energii powstającej w organizmie ze spożytych składników odżywczych określają współczynniki energetyczne Atwatera. Ich wartości to:

- 1g białka – 4 kcal
- 1g tłuszczu- 9 kcal
- 1g węglowodanów – 4 kcal
- 1g alkoholu etylowego – 7 kcal

Do obliczenia wartości energetycznej zastosowano metodę obliczeniową, uwzględniającą wyniki analiz chemicznych: zawartości węglowodanów przyswajalnych, tłuszczów, białek w badanym produkcie oraz równoważników energetycznych. Wartość energetyczną obliczono:

$$\text{Wartość energetyczna [kcal/100g]} = T \times 9 + B \times 4 + W \times 4$$

W – zawartość węglowodanów przyswajalnych [g/100g]

T – zawartość tłuszczów [g/100g]

B – zawartość białka [g/100g]

Węglowodany przyswajalne wyliczono jako różnicę pomiędzy węglowodanami ogółem, a zawartością błonnika pokarmowego.

Tabela 28. Średnia wartość pokarmowa 100 g jęczmienia jarego (w masie naturalnej surowca) – lokalizacja uprawy Grabów

Odmiana	Składnik						
	Wartość energetyczna		Białko, g	Tłuszcz, g	Węglowodany przyswajalne, g	Błonnik pokarmowy, g	
	kcal	kJ				IDF <sup>1</sup>	SDF <sup>2</sup>
IRON	111,04	464,16	12,08	2,53	70,31	19,45	5,28
OBEREK	118,08	493,57	13,75	2,58	68,38	19,67	5,91
SOLDO	117,28	490,23	13,33	2,66	69,25	18,21	5,06
FARIBA	118,32	494,56	13,75	2,62	68,58	19,96	5,92
SKARB	117,25	490,09	13,75	2,49	69,03	19,45	5,36
Mieszanka <sup>3</sup>	116,88	488,58	13,54	2,54	68,99	19,25	6,02
Mieszanka <sup>4</sup>	114,20	477,34	13,13	2,43	69,61	19,11	5,10

<sup>1</sup>IDF - błonnik pokarmowy nierozpuszczalny

<sup>2</sup>SDF - błonnik pokarmowy rozpuszczalny

<sup>3</sup>Mieszanka odmianowa (Oberek + Soldo + Skarb)

<sup>4</sup>Mieszanka odmianowa (Iron + Soldo + Fariba)

#### 4.4 Wartość odżywcza odmian jęczmienia jarego z czystych siewów oraz mieszanek międzyodmianowych dla przemysłu paszowego

Wartość pokarmową odmian jęczmienia jarego z czystych siewów oraz mieszanek międzyodmianowych oszacowano na podstawie dostępnych obecnie równań regresji i zaleceń żywieniowych dla zwierząt gospodarskich: trzody, drobiu i zwierząt przeżuwających (bydła, owiec i kóz), [Smulikowska i Rutkowki, 2005; Grela i Skomiał, 2014; Strzetelski i wsp., 2014].

Wartość energetyczną jęczmienia dla drobiu wyliczono zgodnie z równaniem:

$$EM_N(\text{kJ/kg}) = 18,03 \times Bs + 38,83 \times Ts + 17,32 \times BWs$$

gdzie:

Bs- strawne białko ogólne, czyli białko ogólne (g/kg) x współczynnik strawności białka danej paszy

Ts- strawny tłuszcz, czyli tłuszcz surowy (g/kg) x współczynnik strawności tłuszczu danej paszy

BWs- strawne związki bezazotowe wyciągowe (g/kg) x wsp. strawności BW

Wartość energetyczną jęczmienia dla trzody chlewnej wyliczono zgodnie z równaniem:

$$EM, \text{ MJ/kg s.m.} = 0,021 BS + 0,0374 TS + 0,0144 WS + 0,0171 BWS$$

gdzie:

BS- symbolizuje strawne białko

TS- strawny ekstrakt eterowy (tłuszcz)

WS- strawne włókno

BWS- strawne związki bezazotowe wyciągowe

Wartość energetyczną jęczmienia dla przeżuwaczy oszacowano przy wykorzystaniu programu komputerowego WINWAR wersja 2.1 z uwzględnieniem zaleceń żywieniowych dla przeżuwaczy i tabel wartości pokarmowej pasz. Objasnienia skrótów: BAW – związki bezazotowe wyciągowe, JPŻ – jednostka paszowa produkcji żywca, BTJ – białko trawione w jelicie cienkim, BTJE – białko rzeczywiście trawione w jelicie cienkim, obliczone na podstawie dostępnej w żwaczu energii (E), BTJN – białko rzeczywiście trawione w jelicie cienkim obliczone na podstawie dostępnego w żwaczu azotu (N), BTJP – białko trawione w jelicie cienkim pochodzenia paszowego

**Tab. 29. Skład i wartość pokarmowa 1 kg jęczmienia różnych odmian i mieszanek międzyodmianowych dla drobiu i trzody chlewnej – (Chwałowice)**

Odmiana	Powtórzenie	Nr. próbki	sucha masa, %	Masa organiczna, g/kg surowca	W 1 kg suchej masy, g/kg					W 1 kg surowca					
					Popiół surowy	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW	Energia brutto, MJ	EMn (MJ/kg) dla drobiu	Białko ogólne, g/kg	Tłuszcz surowy, g/kg	BAW, g/kg	EM (MJ/kg) dla trzody chlewnej
IRON	1	3	89,30	870	25,76	97,98	23,07	36,95	816,24	17,86	12,35	87,50	20,60	728,90	14,53
	2	10	89,40	872	24,61	83,89	26,96	42,51	822,04	17,88	12,36	75,00	24,10	734,90	14,49
	3	31	89,30	870	25,76	90,99	30,12	41,66	811,48	17,97	12,36	81,25	26,90	724,65	14,50
	χ		89,33	871	25,37	90,95	26,72	40,37	816,59	17,90	12,36	81,25	23,87	729,48	14,51
OBEREK	1	4	89,20	869	25,78	98,09	25,45	45,18	805,49	17,94	12,25	87,50	22,70	718,50	14,44
	2	11	89,20	869	25,78	98,09	26,79	46,19	803,14	17,97	12,25	87,50	23,90	716,40	14,43
	3	32	89,30	870	25,76	97,98	25,87	43,67	806,72	17,94	12,28	87,50	23,10	720,40	14,46
	χ		89,23	869	25,78	98,06	26,04	45,01	805,12	17,95	12,26	87,50	23,23	718,43	14,44
SOLDO	1	5	89,10	869	24,69	84,18	26,04	43,77	821,32	17,87	12,30	75,00	23,20	731,80	14,47
	2	12	89,10	869	24,69	91,19	29,41	42,42	812,29	17,98	12,33	81,25	26,20	723,75	14,50
	3	33	89,10	869	24,69	84,18	28,06	39,51	823,57	17,89	12,37	75,00	25,00	733,80	14,53
	χ		89,10	869	24,69	86,51	27,83	41,90	819,06	17,91	12,33	77,08	24,80	729,78	14,50
FARIBA	1	6	89,00	867	25,84	91,29	26,18	43,37	813,31	17,90	12,26	81,25	23,30	723,85	14,46
	2	13	89,50	873	24,58	83,80	27,82	46,26	817,54	17,91	12,34	75,00	24,90	731,70	14,44
	3	34	89,10	868	25,81	84,18	28,84	49,83	811,34	17,93	12,23	75,00	25,70	722,90	14,38
	χ		89,20	869	25,41	86,42	27,62	46,49	814,07	17,91	12,28	77,08	24,63	726,15	14,43
SKARB	1	7	89,30	871	24,64	97,98	25,08	39,53	812,77	17,93	12,35	87,50	22,40	725,80	14,53
	2	14	89,20	870	24,66	91,09	24,44	38,12	821,69	17,86	12,36	81,25	21,80	732,95	14,54
	3	35	89,20	870	24,66	91,09	23,88	41,70	818,67	17,87	12,31	81,25	21,30	730,25	14,49
	χ		89,23	870	24,65	93,39	24,47	39,78	817,71	17,89	12,34	83,33	21,83	729,67	14,52
OBEREK + SOLDO + SKARB	1	1	89,20	870	24,66	84,08	22,53	43,61	825,11	17,80	12,28	75,00	20,10	736,00	14,45
	2	8	89,40	872	24,61	90,88	24,16	40,94	819,41	17,87	12,35	81,25	21,60	732,55	14,50
	3	29	89,50	873	24,58	90,78	33,07	42,68	808,88	18,05	12,42	81,25	29,60	723,95	14,51
	χ		89,37	872	24,62	88,59	26,59	42,41	817,79	17,91	12,35	79,17	23,77	730,83	14,49
IRON + SOLDO + FARIBA	1	2	89,20	870	24,66	98,09	23,88	41,03	812,33	17,92	12,30	87,50	21,30	724,60	14,50
	2	9	89,30	871	24,64	83,99	26,88	43,67	820,83	17,88	12,33	75,00	24,00	733,00	14,47
	3	30	89,20	869	25,78	84,08	30,49	43,95	815,70	17,94	12,33	75,00	27,20	727,60	14,46



	ř		89,23	870	25,03	88,72	27,08	42,88	816,29	17,91	12,32	79,17	24,17	728,40	14,48
--	---	--	-------	-----	-------	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	--------	-------

**Tab. 30. Skład i wartość pokarmowa 1 kg jęczmienia różnych odmian i mieszanek międzyodmianowych dla przeżuwaczy - (Chwałowice)**

Odmiana	Powt.	Nr. próbki	sucha masa, %	Masa organiczna, g/kg surowca	Zawartość w 1 kg suchej masy, g/kg					W 1 kg suchej masy					W 1 kg surowca					
					Popiół surowy	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW	JPM	JPŻ	BTJN, g	BTJE, g	Strawność masy organicznej, %	BTJ pochodzenia paszowego, g	JPM	JPŻ	BTJN, g	BTJE, g	BTJ pochodzenia paszowego, g
IRON	1	3	89,30	870	25,76	97,98	23,07	36,95	816,24	1,05	1,06	64,17	85,85	86	24,04	0,94	0,94	57,3	76,66	21,46
	2	10	89,40	872	24,61	83,89	26,96	42,51	822,04	1,06	1,07	54,94	82,53	86	20,58	0,95	0,95	49,12	73,78	18,4
	3	31	89,30	870	25,76	90,99	30,12	41,66	811,48	1,06	1,07	59,59	83,67	86	22,32	0,95	0,95	53,21	74,72	19,93
	χ		89,33	871	25,37	90,95	26,72	40,37	816,59	1,06	1,06	59,56	84,04	86	22,31	0,95	0,95	53,21	75,07	19,93
OBEREK	1	4	89,20	869	25,78	98,09	25,45	45,18	805,49	1,06	1,06	64,24	85,59	86	24,06	0,94	0,95	57,3	76,34	21,46
	2	11	89,20	869	25,78	98,09	26,79	46,19	803,14	1,06	1,06	64,24	85,47	86	24,06	0,94	0,95	57,3	76,24	21,46
	3	32	89,30	870	25,76	97,98	25,87	43,67	806,72	1,06	1,06	64,17	85,6	86	24,04	0,95	0,95	57,3	76,44	21,46
	χ		89,23	869	25,78	98,06	26,04	45,01	805,12	1,06	1,06	64,22	85,53	86	24,06	0,94	0,95	57,37	76,4	21,49
SOLDO	1	5	89,10	869	24,69	84,18	26,04	43,77	821,32	1,06	1,06	55,13	82,44	86	20,65	0,94	0,95	49,12	73,46	18,4
	2	12	89,10	869	24,69	91,19	29,41	42,42	812,29	1,06	1,07	59,72	83,7	86	22,37	0,95	0,95	53,21	74,58	19,93
	3	33	89,10	869	24,69	84,18	28,06	39,51	823,57	1,06	1,06	55,13	82,26	86	20,65	0,94	0,95	49,12	73,3	18,4
	χ		89,10	869	24,69	86,51	27,83	41,90	819,06	1,06	1,06	56,66	82,8	86	21,22	0,94	0,94	50,48	73,78	18,91
FARIBA	1	6	89,00	867	25,84	91,29	26,18	43,37	813,31	1,06	1,06	59,79	83,86	86	22,39	0,94	0,94	53,21	74,64	19,93
	2	13	89,50	873	24,58	83,80	27,82	46,26	817,54	1,06	1,07	54,88	82,51	86	20,56	0,95	0,96	49,12	73,84	18,4
	3	34	89,10	868	25,81	84,18	28,84	49,83	811,34	1,06	1,06	55,13	82,12	86	20,65	0,94	0,95	49,12	73,17	18,4
	χ		89,20	869	25,41	86,42	27,62	46,49	814,07	1,06	1,06	56,6	82,8	86	21,2	0,94	0,95	50,48	73,86	18,91
SKARB	1	7	89,30	871	24,64	97,98	25,08	39,53	812,77	1,06	1,06	64,17	85,75	86	24,04	0,95	0,95	57,3	76,57	21,46
	2	14	89,20	870	24,66	91,09	24,44	38,12	821,69	1,06	1,06	59,66	84,2	86	22,35	0,94	0,95	53,21	75,1	19,93
	3	35	89,20	870	24,66	91,09	23,88	41,70	818,67	1,06	1,06	59,66	84,25	86	22,35	0,94	0,94	53,21	75,15	19,93
	χ		89,23	870	24,65	93,39	24,47	39,78	817,71	1,06	1,06	61,16	84,71	86	22,91	0,94	0,95	54,57	75,58	20,44
OBEREK + SOLDO + SKARB	1	1	89,20	870	24,66	84,08	22,53	43,61	825,11	1,05	1,06	55,06	82,81	86	20,63	0,94	0,94	49,12	73,86	18,4
	2	8	89,40	872	24,61	90,88	24,16	40,94	819,41	1,06	1,06	59,52	84,33	86	22,29	0,95	0,95	53,21	75,39	19,93
	3	29	89,50	873	24,58	90,78	33,07	42,68	808,88	1,07	1,08	59,45	83,59	86	22,27	0,96	0,96	53,21	74,82	19,93
	χ		89,37	872	24,62	88,59	26,59	42,41	817,79	1,06	1,07	58,02	83,6	86	21,73	0,95	0,95	51,85	74,72	19,42
IRON +SOLDO +FARIBA	1	2	89,20	870	24,66	98,09	23,88	41,03	812,33	1,06	1,06	64,24	85,8	86	24,06	0,94	0,94	57,3	76,54	21,46
	2	9	89,30	871	24,64	83,99	26,88	43,67	820,83	1,06	1,06	55,01	82,48	86	20,6	0,95	0,95	49,12	73,65	18,4
	3	30	89,20	869	25,78	84,08	30,49	43,95	815,70	1,06	1,07	55,06	82,03	86	20,63	0,95	0,95	49,12	73,17	18,4
	χ		89,23	870	25,03	88,72	27,08	42,88	816,29	1,06	1,06	58,1	83,44	86	21,76	0,95	0,95	51,85	74,45	19,42

**Tab. 31 Skład i wartość pokarmowa 1 kg jęczmienia różnych odmian i mieszanek międzyodmianowych dla drobiu i trzody chlewnej – (Grabów)**

Odmiana	Powtórzenie	Nr. próbki	sucha masa, %	Masa organiczna, g/kg surowca	W 1 kg suchej masy, g/kg					W 1 kg surowca					
					Popiół surowy	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW	Energia brutto, MJ	EMn (MJ/kg) dla drobiu	Białko ogólne, g/kg	Tłuszcz surowy, g/kg	BAW, g/kg	EM (MJ /kg) dla trzody chlewnej
IRON	1	17	89,40	872	24,61	139,82	22,71	41,50	771,36	18,20	12,23	125,00	20,30	689,60	14,52
	2	24	89,20	870	24,66	126,12	34,42	34,75	780,04	18,30	12,43	112,50	30,70	695,80	14,64
	3	38	89,40	872	24,61	139,82	27,74	36,91	770,92	18,28	12,34	125,00	24,80	689,20	14,60
	̄		89,33	871	24,63	135,26	28,28	37,72	774,10	18,26	12,33	120,83	25,27	691,53	14,59
OBEREK	1	18	89,50	871	26,82	160,61	23,02	41,79	747,77	18,31	12,18	143,75	20,60	669,25	14,50
	2	25	89,40	869	27,96	153,80	34,56	41,39	742,28	18,47	12,27	137,50	30,90	663,60	14,53
	3	39	89,40	870	26,85	146,81	29,08	40,60	756,66	18,33	12,26	131,25	26,00	676,45	14,53
	̄		89,43	870	27,21	153,75	28,89	41,26	748,90	18,37	12,24	137,50	25,83	669,77	14,52
SOLDO	1	19	89,40	872	24,61	153,80	23,49	37,81	760,29	18,30	12,26	137,50	21,00	679,70	14,58
	2	26	89,60	874	24,55	146,48	34,60	34,15	760,21	18,45	12,45	131,25	31,00	681,15	14,67
	3	40	89,60	874	24,55	146,48	31,14	32,70	765,12	18,38	12,44	131,25	27,90	685,55	14,67
	̄		89,53	873	24,57	148,92	29,75	34,88	761,88	18,37	12,39	133,33	26,63	682,13	14,64
FARIBA	1	20	89,70	874	25,64	153,29	23,30	39,91	757,86	18,28	12,26	137,50	20,90	679,80	14,54
	2	27	89,60	873	25,67	146,48	33,59	44,98	749,27	18,45	12,29	131,25	30,10	671,35	14,51
	3	41	89,50	871	26,82	160,61	30,84	40,45	741,28	18,46	12,27	143,75	27,60	663,45	14,55
	̄		89,60	873	26,04	153,46	29,24	41,78	749,48	18,40	12,27	137,50	26,20	671,53	14,53
SKARB	1	21	89,70	876	23,41	160,26	21,63	39,24	755,46	18,33	12,27	143,75	19,40	677,65	14,58
	2	28	89,40	873	23,49	146,81	32,55	38,81	758,33	18,45	12,36	131,25	29,10	677,95	14,62
	3	42	89,70	876	23,41	153,29	29,32	38,13	755,85	18,43	12,37	137,50	26,30	678,00	14,62
	̄		89,60	875	23,44	153,46	27,83	38,73	756,55	18,40	12,33	137,50	24,93	677,87	14,61
OBEREK + SOLDO + SKARB	1	15	89,80	876	24,50	153,12	22,38	39,31	760,69	18,28	12,29	137,50	20,10	683,10	14,56
	2	22	89,60	874	24,55	153,46	32,37	38,84	750,78	18,47	12,36	137,50	29,00	672,70	14,60
	3	36	89,20	870	24,66	147,14	30,49	34,30	763,40	18,37	12,36	131,25	27,20	680,95	14,65
	̄		89,53	873	24,57	151,25	28,41	37,49	758,28	18,37	12,34	135,42	25,43	678,92	14,60
IRON + SOLDO + FARIBA	1	16	89,60	874	24,55	146,48	21,21	37,05	770,70	18,20	12,29	131,25	19,00	690,55	14,58
	2	23	89,70	875	24,53	146,32	30,55	37,68	760,93	18,38	12,39	131,25	27,40	682,55	14,61
	3	37	89,30	871	24,64	146,98	29,79	36,28	762,32	18,36	12,34	131,25	26,60	680,75	14,62
	̄		89,53	873	24,57	146,59	27,18	37,01	764,65	18,31	12,34	131,25	24,33	684,62	14,60

**Tab. 32 Skład i wartość pokarmowa 1 kg jęczmienia różnych odmian i mieszanek międzyodmianowych dla przeżuwaczy -(Grabów)**

Odmiana	Powt.	Nr. próbki	sucha masa, %	Masa organiczna, g/kg surowca	Zawartość w 1 kg suchej masy, g/kg					W 1 kg suchej masy					W 1 kg surowca					
					Popiół surowy	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BAW	JPM	JPŻ	BTJN, g	BTJE, g	Strawność masy organicznej, %	BTJ pochodzenia paszowego, g	JPM	JPŻ	BTJN, g	BTJE, g	BTJ pochodzenia paszowego, g
IRON	1	17	89,40	872	24,61	139,82	22,71	41,50	771,36	1,06	1,06	91,57	95,34	86	34,3	0,95	0,95	81,86	85,23	30,66
	2	24	89,20	870	24,66	126,12	34,42	34,75	780,04	1,07	1,07	82,6	91,1	86	30,94	0,96	0,96	73,68	81,26	27,6
	3	38	89,40	872	24,61	139,82	27,74	36,91	770,92	1,07	1,07	91,57	94,89	86	34,3	0,95	0,95	81,86	84,83	30,66
	χ		89,33	871	24,63	135,26	28,28	37,72	774,10	1,07	1,07	88,58	93,75	86	33,18	0,95	0,95	79,13	83,75	29,64
OBEREK	1	18	89,50	871	26,82	160,61	23,02	41,79	747,77	1,06	1,06	105,19	99,86	86	39,4	0,95	0,95	94,14	89,37	35,26
	2	25	89,40	869	27,96	153,80	34,56	41,39	742,28	1,07	1,07	100,73	97,17	86	37,73	0,96	0,96	90,05	86,87	33,73
	3	39	89,40	870	26,85	146,81	29,08	40,60	756,66	1,07	1,06	96,15	96,18	86	36,01	0,95	0,95	85,96	85,98	32,2
	χ		89,43	870	27,21	153,75	28,89	41,26	748,90	1,07	1,06	100,69	97,74	86	37,72	0,95	0,95	90,05	87,41	33,73
SOLDO	1	19	89,40	872	24,61	153,80	23,49	37,81	760,29	1,06	1,06	100,73	98,38	86	37,73	0,95	0,95	90,05	87,95	33,73
	2	26	89,60	874	24,55	146,48	34,60	34,15	760,21	1,08	1,08	95,93	95,92	86	35,93	0,97	0,97	85,95	85,94	32,2
	3	40	89,60	874	24,55	146,48	31,14	32,70	765,12	1,07	1,07	95,93	96,22	86	35,93	0,96	0,96	85,96	86,22	32,2
	χ		89,53	873	24,57	148,92	29,75	34,88	761,88	1,07	1,07	97,53	96,81	86	36,53	0,96	0,96	87,32	86,68	32,71
FARIBA	1	20	89,70	874	25,64	153,29	23,30	39,91	757,86	1,06	1,06	100,39	98,43	86	37,6	0,95	0,95	90,05	88,29	33,73
	2	27	89,60	873	25,67	146,48	33,59	44,98	749,27	1,08	1,07	95,93	95,93	86	35,93	0,96	0,96	85,95	85,96	32,2
	3	41	89,50	871	26,82	160,61	30,84	40,45	741,28	1,07	1,07	105,19	99,16	86	39,4	0,96	0,96	94,14	88,75	35,26
	χ		89,60	873	26,04	153,46	29,24	41,78	749,48	1,07	1,07	100,5	97,87	86	37,65	0,96	0,96	90,05	87,69	33,73
SKARB	1	21	89,70	876	23,41	160,26	21,63	39,24	755,46	1,06	1,06	104,96	100,28	86	39,31	0,95	0,95	94,15	89,95	35,26
	2	28	89,40	873	23,49	146,81	32,55	38,81	758,33	1,07	1,07	96,15	96,1	86	36,01	0,96	0,96	85,96	85,91	32,2
	3	42	89,70	876	23,41	153,29	29,32	38,13	755,85	1,07	1,07	100,39	98,05	86	37,6	0,96	0,96	90,05	87,95	33,73
	χ		89,60	875	23,44	153,46	27,83	38,73	756,55	1,07	1,07	100,5	98,14	86	37,65	0,96	0,96	90,05	87,94	33,73
OBEREK +SOLDO +SKARB	1	15	89,80	876	24,50	153,12	22,38	39,31	760,69	1,06	1,06	100,28	98,63	86	37,56	0,96	0,95	90,05	88,57	33,73
	2	22	89,60	874	24,55	153,46	32,37	38,84	750,78	1,08	1,07	100,5	97,67	86	37,65	0,96	0,96	90,05	87,51	33,73
	3	36	89,20	870	24,66	147,14	30,49	34,30	763,40	1,07	1,07	96,36	96,12	86	36,09	0,95	0,95	85,96	85,74	32,2
	χ		89,53	873	24,57	151,25	28,41	37,49	758,28	1,07	1,07	99,06	97,45	86	37,1	0,96	0,96	88,68	87,25	33,22
IRON +SOLDO +FARIBA	1	16	89,60	874	24,55	146,48	21,21	37,05	770,70	1,06	1,06	95,93	97,1	86	35,93	0,95	0,95	85,95	87	32,2
	2	23	89,70	875	24,53	146,32	30,55	37,68	760,93	1,07	1,07	95,83	96,32	86	35,89	0,96	0,96	85,96	86,4	32,2
	3	37	89,30	871	24,64	146,98	29,79	36,28	762,32	1,07	1,07	96,26	96,23	86	36,06	0,95	0,95	85,96	85,93	32,2
	χ		89,53	873	24,57	146,59	27,18	37,01	764,65	1,07	1,07	96	96,52	86	35,96	0,96	0,95	85,95	86,42	32,19



**Zadanie 5. Synteza wyników badań i określenie przydatności innowacyjnych zestawów mieszanek i badanych genotypów do rolnictwa ekologicznego. Opracowanie instrukcji upowszechnieniowej nt „Technologia uprawy międzyodmianowych mieszanek jęczmienia w gospodarstwie ekologicznym” oraz ulotek upowszechnieniowych dotyczących przydatności różnych wariantów zasiewów mieszanych jęczmienia w warunkach ekologicznych.**

W ramach zadania 5 opracowano materiały informacyjne w formie instrukcji upowszechnieniowej (załącznik 1).

Instrukcja zawiera podstawowe informacje dotyczące uprawy międzyodmianowych mieszanek w gospodarstwach ekologicznych oraz rekomendowane zestawy odmian mieszanek międzyodmianowych jęczmienia.

Ze względu na konieczne prace redakcyjne oraz korekty wydawnicze pełna wersja instrukcji zostanie wydana w terminie późniejszym.

Wyniki badań prowadzonych w IUNG-PIB oraz IHAR I COBORU wskazują na korzystne cechy poszczególnych odmian, przydatne do uprawy w mieszankach odmianowych jęczmienia jarego.

Udział każdej odmiany w materiale siewnym powinien wynosić 33,3%.

Na podstawie całokształtu cech morfologiczno-rolniczych zaleca się następujące zestawy odmian jęczmienia jarego **na cele pastewne:**

1. Na glebach dobrych

Iron + Argento + Penguin;

Oberek+ Rubaszek+ Iron

oraz Iron + Argento + Soldo

2. Na glebach średnich

Nagradowicki+ Tocada+ KWS Olof

Skald + Skarb + Rubinek

Skarb + Tocada + Rubinek.

Iron + Soldo + Fariba

3. Na glebach słabszych

KWS Olof + Skald + Rufus

Nagradowicki + Skarb+ KWS Olof

oraz Atico + Podarek + Rufus.

**Na cele spożywcze** (kasza, płatki) można zalecać

Oberek + Soldo + Rubinek

Oberek + Soldo + Skarb

lub Skarb + Tocada + Raskud.

**Ponadto wydano ulotki edukacyjne (załącznik 2 i 3):**

1. Międzyodmianowe mieszanki jęczmienia w uprawie ekologicznej.
2. Międzygatunkowa mieszanka jęczmienia z owsem w uprawie ekologicznej.

Wyniki były przekazywane do praktyki rolniczej poprzez prasę popularno-naukową i popularną oraz podczas szkoleń i kontaktów bezpośrednich.

Reasumując wyniki doświadczeń polowych (w dwóch lokalizacjach) z wybranymi odmianami jęczmienia jarego można stwierdzić, że większymi plonami ziarna i słomy charakteryzowały się w kolejności: mieszanka odmian Iron + Soldo + Fariba, odmiana Iron, mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb i odmiana Soldo. Plony wymienionych wariantów odmianowych nie różniły się istotnie i można te warianty zalecać do uprawy w warunkach ekologicznych. Mniejszą przydatność do uprawy w takich warunkach wykazały odmiany: Oberek i Skarb.

Zróżnicowanie plonów ziarna i słomy badanych wariantów odmianowych wiąże się z niejednakowym zachwaszczeniem ich łąnów. Większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów charakteryzowała się mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb oraz odmiana Soldo, a w następnej kolejności odmiana Iron i mieszanka: Iron + Soldo + Fariba. Porażenie chorobami (plamistość siatkowa i rdza jęczmienia) badanych wariantów odmianowych jęczmienia było mało zróżnicowane. Obserwowano jednak tendencję do większej odporności na te choroby obu mieszanek odmian.

Wartości cech jakości ziarna badanych wariantów odmian jęczmienia były zróżnicowane. Wyrównanie ziarna (ważne dla przeznaczenia ziarna na kaszę) było najlepsze dla odmiany Soldo, a następnie dla mieszanki: Oberek + Soldo + Skarb oraz odmiany Iron. Większą gęstością w stanie zsypanym ziarna wyróżniały się odmiany: Soldo, Iron i Skarb, a większą dorodnością ziarna - odmiany: Soldo i Oberek.

Zawartość mykotoksyn w badanym ziarnie była na poziomie dopuszczalnym ze względu na bezpieczeństwo żywnościowe i paszowe.

Najwyższą aktywnością oksydacyjną charakteryzowały się związki antyoksydacyjne obecne w ziarnie jęczmienia Iron, Fariba, Oberek, Iron + Soldo + Fariba z Grabowa.

Wartość odżywcza (energetyczna) ziarna jęczmienia jarego dla przemysłu spożywczego (kasza, płatki) zależy od właściwości odmianowych. Wysoką wartością energetyczną ziarna charakteryzowały się odmiany: Fariba, Oberek, Soldo, Skarb. Wyższą zawartością białka w ziarnie odznaczały się odmiany: Oberek, Fariba i Skarb, a więcej tłuszczu zawierało ziarno odmian: Soldo i Fariba. Wyższą zawartością błonnika pokarmowego rozpuszczalnego w ziarnie wykazała mieszanka: Oberek + Soldo + Skarb, a następnie odmiany: Oberek i Fariba.

Gorzej pod względem wartości odżywczej ziarna można ocenić odmianę Iron, z powodu niższej zawartości białka i tłuszczu.

Biorąc pod uwagę uprawę jęczmienia w gospodarstwie ekologicznym na cele spożywcze można zalecać mieszankę odmian: Oberek + Soldo + Skarb lub odmiany Oberek, bądź Fariba w siewie czystym.

Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania badanych wariantów odmianowych jęczmienia jarego pod względem wartości odżywczej ziarna z przeznaczeniem dla przemysłu paszowego, z przeznaczeniem dla drobiu i trzody chlewnej. Odnośnie wartości paszowej dla zwierząt przeżuwających, tendencję do lepszej wartości wykazało ziarno odmian: Oberek i Fariba.

Koordinator prowadzonych badań

dr hab. Danuta Leszczyńska



