

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Nr: **HOR.re.027.6.2018** (1)



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

Sprawozdanie

Zadanie badawcze pt.: *Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, takich jak: len, lnianka, rzepak, rośliny bobowate lub zboża (w tym gatunki dawne np. płaskurka, samopsza, orkisz), zalecanych do produkcji polowej towarowej. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach.*

(Badania nad doborem odmian pszenicy ozimej do uprawy w rolnictwie ekologicznym i ich przydatność dla przemysłu piekarskiego i makaronowego. Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe, założenia i wdrożenie systemu).

Koordynator prowadzonych badań: dr Krzysztof Jończyk

Zespół badawczy:

*IUNG – PIB Puławy - prof. dr hab. Jan Kuś, dr Jarosław Stalenga, dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk,
prof. dr hab. Stefan Martyniuk, dr Anna Gałzka, dr Marek Sowiński,
mgr inż. Ewa Markowska-Strzemska, mgr inż. Paweł Wolszczak,
Marek Woźniak, mgr Andrzej Markowski, inż. Jerzy Kuźmicki
UTP Bydgoszcz - dr hab. Leszek Lenc
SGGW Warszawa – dr hab. Grażyna Cacak Pietrzak,*

Kierownik zadania badawczego

Dyrektor IUNG – PIB

.....

.....

Puławy 2018 r.

Wstęp

W produkcji roślinnej prowadzonej zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego dobór odmian stanowi kluczowy element agrotechniki. Wybór odpowiedniej odmiany umożliwia lepsze wykorzystanie potencjału siedliska, przeciwdziałanie agrofagom i kształtowanie jakości plonu. W Polsce, głównie z uwagi na mały areal upraw, nie prowadzi się specjalnej hodowli roślin dla potrzeb rolnictwa ekologicznego. W tej sytuacji do uprawy w gospodarstwach ekologicznym zaleca się wybierać odmiany będące w ogólnej ofercie firm hodowlanych i znajdujące się w Krajowym Rejestrze Odmian. Badania prowadzone przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych oraz rekomendacje firm hodowlanych nie uwzględniają oceny odmian w warunkach produkcji ekologicznej co utrudnia właściwy wybór i zwiększa ryzyko uprawy.

Badania zrealizowane w ramach niniejszego wniosku stanowią kontynuację koncepcji badań, w której ocena najnowszych odmian jakościowych pszenicy ozimej (obejmujących odmiany z grupy jakościowej A i B) prowadzona jest w gospodarstwach ekologicznych w różnych rejonach kraju (woj. podlaskie, mazowieckie i lubelskie) z uwzględnieniem zróżnicowanych warunków siedliskowych.

W roku 2018 zainicjowano współpracę **Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach i Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej w zakresie wypracowania i wdrożenia na większą skalę doświadczeń ukierunkowanych na ocenę odmian zbóż w warunkach produkcji ekologicznej**. Obie jednostki w ramach zadania 5 stworzyły założenia **ogólnokrajowego systemu oceny odmian na potrzeby rolnictwa ekologicznego – Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO)** i zrealizowały pierwszą serię doświadczeń ze zbożami jarymi.

Podstawowym celem badań zrealizowanych w 2018 r. była ocena przydatności do uprawy w ekologicznym systemie produkcji, najnowszych odmian pszenicy ozimej oraz stworzenie założeń i wdrożenie krajowego systemu Ekologicznego Doświadczalnictwa Ekologicznego (EDO).

W roku 2018 doświadczenia z pszenicą ozimą zlokalizowano w gospodarstwach ekologicznych w trzech miejscowościach:

- Osiny woj. lubelskie, gospodarstwo IUNG – PIB– RZD Kępa;
- Grabów woj. mazowieckie - gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB;

- Chomentowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne.

Zadania badawcze realizowane w 2018 r.

- Zadanie 1.** **Badania nad doborem nowych jakościowych odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.**
- Zadanie 2.** **Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.*, występowanie mykotoksyn oraz zespołów mikroorganizmów zasiedlających ziarno.**
- Zadanie 3.** **Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej i jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu.**
- Zadanie 4.** **Charakterystyka odmian pszenicy ozimej w zakresie zdolności pobierania składników pokarmowych. Ocena profilu mikrobiologicznego strefy ryzosferowej.**
- Zadanie 5.** **Opracowanie założeń i wdrożenie systemu Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO).**

Warunki prowadzenia badań

Badania z pszenicą ozimą przeprowadzono w gospodarstwach ekologicznych w trzech miejscowościach: Osiny woj. lubelskie - Stacja Doświadczalna IUNG – PIB, Grabów woj. mazowieckie – gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB, Chomentowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne.

Tab. 1. Charakterystyka warunków siedliskowych doświadczeń z pszenicą ozimą

Wyszczególnienie	Gospodarstwo/lokalizacja		
	Osiny	Grabów	Chomentowo
Województwo	lubelskie	mazowieckie	podlaskie
Kompleks przydatności rolniczej gleb	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry
Typ gleby	płowa	czarnoziem zdegradowany	brunatna wyługowana
Gatunek gleby	piasek gliniasty mocny na glinie	piasek gliniasty mocny na glinie	utwory pyłowe na glinie lekkiej
Zasobność gleb			
Próchnica	1,6	2,3	1,6
P ₂ O ₅	9,7	6,8	6,4
K ₂ O	5,8	7,1	4,3
Mg	11,8	5,8	13,6
pH w KCl	5,8	5,8	6,6
Przedplon	koniczyna czerwona z trawą	koniczyna z trawami	koniczyna czerwona z trawą
Średnia roczna temperatura [°C]	7,6	7,6	6,5
Opad [mm]	587	655	650

Tab. 2. Średnie miesięczne temperatury i sumy opadów w 2018 r.

Miesięczne sumy opadów

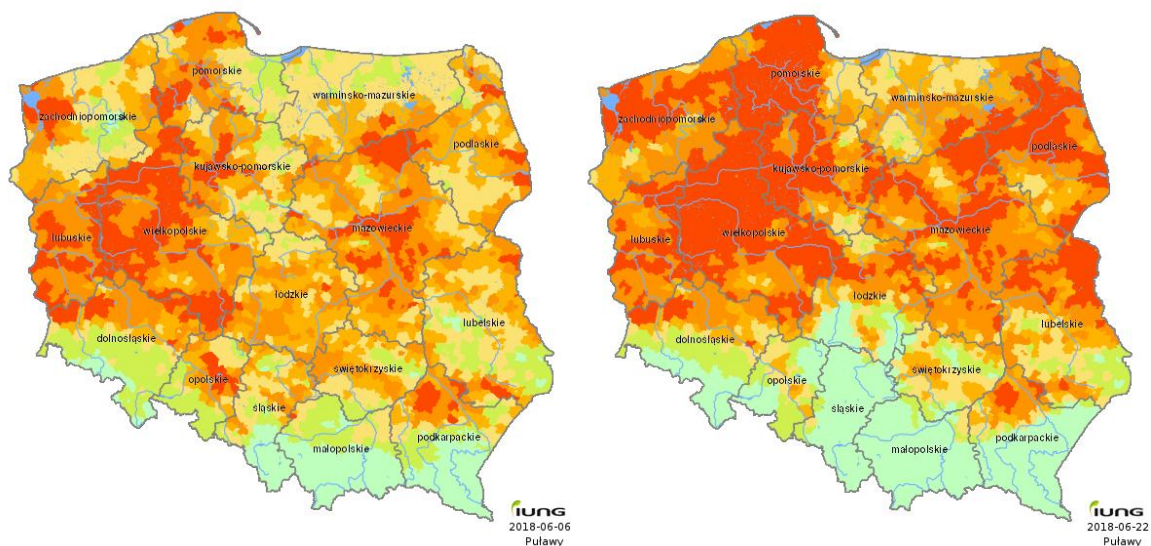
Miejscowość	Miesiąc											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Osiny *	105	95	54	20	17	17	31	30	59	38	122	28
Grabów	103	85	41	41	16	12	14	25	97	45	119	71
Chomentowo	105	108	42	43	32	11	19	15	34	39	152	54

* / dane ze stacji Puławy

Średnia miesięczna temperatura powietrza

Miejscowość	Miesiąc											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Osiny	14,1	9,5	4,6	2,5	0,4	-3,4	0,4	13,6	17,2	18,8	20,7	20,7
Grabów	13,9	9,5	4,2	2,0	0,3	-3,6	-0,1	13,3	17,0	18,4	20,4	20,2
Chomentowo	13,6	8,5	3,9	1,8	-1,1	-4,7	-1,0	11,9	16,5	18,0	19,9	19,4

W sezonie wegetacji zbóż ozimych 2017/2018 r. okres bezpośrednio poprzedzający siewy charakteryzował się zwiększoną ilością opadów co przyczyniło się do opóźnienia siewów i lokalnie utrudnieniami w przeprowadzeniu skutecznych zabiegów pielęgnacyjnych. Na początku wegetacji wiosną 2018 r. w rejonie północno – wschodniej Polski wystąpiły lokalnie niedobory opadów i niskie temperatury, które np. w warunkach Chomentowa (woj. podlaskie) spowolniły rozwój pszenicy. Na przełomie kwietnia i maja odnotowano niedobory opadów, które w województwie podlaskim trwały najdłużej i spowodowały stan suszy wpływając na redukcję pędów oraz gorszy stan odżywienia roślin (tab. 2, rys. 1). Rozkład opadów i istotnie mniejsza ich ilość niż średnio w wieloleciu przyczyniły się do mniejszego nasilenia chorób grzybowych. Pomimo mniejszej presji chorobowej wiosenne niedobory wilgoci spowodowały powstawanie łąnów o mniejszym zagęszczeniu w konsekwencji gorszej konkurencyjności w stosunku do chwastów i niedostatecznym odżywieniu roślin.



okresy: od 01.IV do 31.V

od 21.IV do 20.VI

Udział gleb zagrożonych suszą

	Kryterium suszy (wg. Roz. MRiRW) nie zostało przekroczone
	< 10 % gleb
	10 - 30 % gleb
	30 - 50 % gleb
	50 - 80 % gleb
	> 80 % gleb

Rys. 1. Zasięg suszy w roku 2018 – zboża ozime

Źródło: System Monitoringu Suszy Rolniczej,
http://www.susza.iung.pulawy.pl/mapy/02/Zb_oz/

Zadanie 1. Badania nad doбором nowych jakościowych odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych

Podstawowym celem zadania badawczego było porównanie plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej w różnych warunkach siedliskowych oraz ocena występowania i nasilenia czynników ograniczających plon: chorób grzybowych i zachwaszczenia.

1.1. Plonowanie pszenicy ozimej

W roku 2018 podobnie jak w 2017 r. przeprowadzono ocenę zestawu 12 odmian pszenicy ozimej, w tym pierwszej zarejestrowanej odmiany pszenicy orkisz Rokosz. W roku 2018 uzyskano plony na poziomie 3,24 – 4,08 t*ha⁻¹ i kształtowały się one, w doświadczeniach zlokalizowanych w województwach lubelskim i mazowieckim, na podobnym poziomie jak w roku 2017. W Osinach (woj. lubelskie) – 3,37 t*ha⁻¹ (w 2017 r. 3,46 t*ha⁻¹), a w Grabowie (woj. mazowieckie) – 4,05 t*ha⁻¹ (w 2017 w Chwałowicach 3,94 t*ha⁻¹). W Chomentowie (woj. podlaskie) na skutek niedoboru opadów oraz okresowej suszy uzyskano w porównaniu do 2017 r. plony mniejsze o 0,92 t*ha⁻¹ (w 2018 r. 4,08 t*ha⁻¹, a w

2017 5,12 t*ha⁻¹) (rys. 2). Analiza statystyczna danych dotyczących wydajności testowanych odmian wskazuje, że w 2018 r. plonowanie odmian było uzależnione od lokalizacji doświadczenia (wystąpiło współdziałanie odmiany i miejscowości). Efekt ten w dużym stopniu zależał od występowania chorób grzybowych głównie rdzy brunatnej, której nasilenie w 2018 r. w znacznym stopniu uzależnione było od lokalizacji doświadczenia.

Tabela 3. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w różnych siedliskach – rok 2018

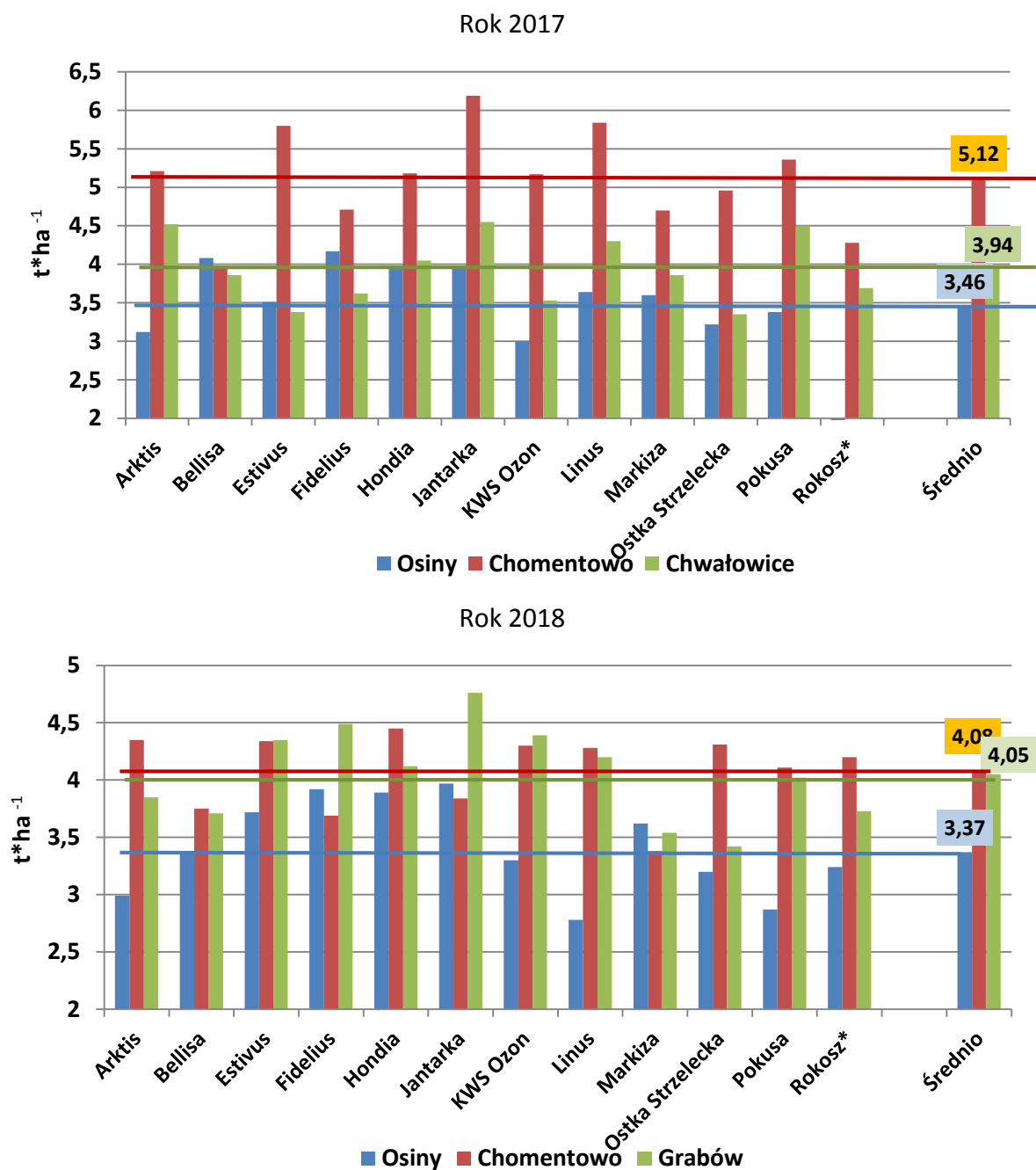
Odmiana	Osiny			Chomentowo			Grabów		
	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]
Arktis	2,99	325	33,2	4,35	417	44,1	3,85	319	38,5
Bellisa	3,37	314	35,7	3,75	354	39,4	3,71	290	41,0
Estivus	3,72	321	38,5	4,34	410	39,6	4,35	365	39,7
Fidelius	3,92	335	37,7	3,69	385	38,5	4,49	307	41,7
Hondia	3,89	303	44,7	4,45	349	41,5	4,12	326	43,1
Jantarka	3,97	333	42,3	3,84	349	42,4	4,76	318	47,1
KWS Ozon	3,30	308	38,7	4,30	433	40,3	4,39	384	43,9
Linus	2,78	312	38,6	4,28	397	39,5	4,20	303	40,4
Markiza	3,62	352	34,7	3,38	372	38,4	3,54	299	36,9
Ostka Strzelecka	3,20	299	35,1	4,31	439	38,6	3,42	233	38,3
Pokusa	2,87	329	33,9	4,11	385	38,5	4,02	332	37,6
Rokosz*	3,24	322	35,8	4,20	322	42,2	3,73	300	38,5
Średnio	3,37	379	35,7	4,08	384	40,2	4,05	314	40,5
<i>NIR_{0,05}</i>	<i>0,49</i>	<i>56</i>	<i>1,57</i>	<i>0,17</i>	<i>73</i>	<i>0,41</i>	<i>0,68</i>	<i>74</i>	<i>3,5</i>

* / pszenica orkisz ziarno oplewione

Spośród ocenianych odmian we wszystkich miejscowościach w grupie odmian o wydajności powyżej średniej znalazły się: **Hondia** 3,89 – 4,45 t*ha⁻¹ i **Estivus** 3,72 – 4,35 t*ha⁻¹. Obie odmiany wysoką wydajność uzyskały dzięki korzystnym parametrom struktury plonu, Hondia - głównie wysokiej masie 1000 ziaren 42,3 - 47,1 g, a Estivus masie 1000 ziaren 38,5 – 41,7 g i obsadzie kłosów 321-410 szt.*m⁻². W grupie wysoko plonujących odmian znalazły się również w Osinach i Grabowie – **Jantarka** - 3,97 – 4,76 t*ha⁻¹ oraz **Fidelus** 3,92 – 4,49 t*ha⁻¹. W Chomentowie (woj. podlaskie) na skutek suszy oraz niewielkiego zachwaszczenia zróżnicowanie plonów było mniejsze w efekcie stwierdzono mniej statystycznie istotnych różnic w plonach ziarna pomiędzy ocenianymi odmianami. W analizowanym roku wysokie plony uzyskała pszenica orkisz Rokosz. W 2018 roku **Rokosz** plonował zależnie od miejscowości niżej od wzorca (średniej z wszystkich odmian) w Osinach o - 4%, w Grabowie o

- 8%, a w Chomentowie uzyskał plon o 3% większy niż średnia. Podobnie jak w 2017 r. łan pszenicy orkisz charakteryzował się dobrą konkurencyjnością w stosunku do chwastów. Większa krzewistość orkisz w początkowych okresach wzrostu oraz wyższy łan to cechy odmiany Rokosz, które sprzyjały mniejszemu zachwaszczeniu.

W omawianych doświadczeniach niższe plony uzyskały: Markiza tworząca w warunkach produkcji ekologicznej ziarno o małej dorodności 34,7-38,4 g i Bellisa charakteryzująca się małą zwartością łanu 290-350 szt.*m⁻².



Rys.2. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w latach 2017 i 2018

1.2. Zachwaszczenie oraz ocena konkurencyjności w stosunku do chwastów odmian pszenicy ozimej

Celem badań było porównanie zdolności konkurencyjnych w stosunku do chwastów różnych odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym.

Metodyka badań

Ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej obejmowała oznaczenia składu gatunkowego, liczebności oraz powietrznie suchej masy chwastów w fazie krzewienia i dojrzałości woskowej w 2018 r. Analizy wykonywano w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB Osinach (woj. lubelskie) na powierzchniach próbnych $0,5 \text{ m}^2$, wyznaczonych przy pomocy ramki, w 4 powtórzeniach dla każdej odmiany. Analizy biometryczne - wysokości i rozkrzewienia wykonywano na 30 roślinach, w 4 powtórzeniach dla każdej odmiany. Obsada roślin i sucha masa części nadziemnych pszenicy były określane z powierzchni 1 m^2 , w 4 powtórzeniach. Analizy biometryczne wykonywano również w dwóch fazach: krzewienia i dojrzałości woskowej.

Wyniki badań

Poziom zachwaszczenia łąnów pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym dla większości odmian był czynnikiem obniżającym plonowanie. W fazie krzewienia, mimo znacznego zagęszczenia chwastów ($87-151 \text{ szt./m}^2$), ich masa nie była duża i kształtowała się w granicach $15-40 \text{ g/m}^2$ w zależności od odmiany. W ciągu sezonu wegetacyjnego stwierdzono wzrost masy chwastów w łanie i w fazie dojrzałości woskowej ziarna wynosiła ona w zależności od odmiany od 45 do 160 g/m^2 (tab. 4).

W fazie krzewienia obserwowano drobne siewki chwastów z dominującym udziałem maku polnego (średnio 78 szt./m^2), gwiazdnicy pospolitej (14 szt./m^2) i maruny bezwonnej (10 szt./m^2). W ciągu sezonu wegetacyjnego część chwastów zaschła, jako efekt bronowania i konkurencyjności łąnu pszenicy, o czym świadczy zmniejszenie liczby chwastów średnio z 124 do 86 szt./m^2 (tab. 4). Jednak chwasty pozostałe w łanie, głównie mak i chwasty rumianowate, kontynuowały swój wzrost i rozwój, co wpłynęło na zwiększenie ich masy w łanie z 24 g/m^2 w fazie krzewienia do 110 g/m^2 . W fazie dojrzałości woskowej gatunkiem o znacznej liczebności była też miotła zbożowa (9 szt./m^2).

Tab. 4. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w 2018 r.

odmiany	Terminy badań			
	Faza krzewienia		Faza dojrzałości	
	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)
Arktis	132,0	36,8	91,5	156,6
Belissa	151,0	39,9	93,0	126,7
Estivus	146,0	21,8	81,5	88,0
Fidelius	87,5	18,9	59,5	45,3
Hondia	105,0	20,9	77,5	67,9
Jantarka	136,0	22,7	90,0	86,2
KWS Ozon	104,0	21,3	115,5	152,3
Linus	105,5	22,0	72,5	100,3
Markiza	140,0	22,8	96,5	153,1
Ostka Strzelecka	130,0	28,4	84,5	90,1
Pokusa	121,5	15,8	89,0	160,4
Rokosz	129,0	17,5	84,0	96,6
średnia	124,0	24,0	86,3	110,3

Spośród testowanych odmian pszenicy ozimej największą konkurencyjnością w stosunku do chwastów, podobnie jak w 2017 r. cechowała się odmiana Fidelius, w której masa chwastów przed zbiorem wynosiła tylko 45 g/m², przy średniej dla wszystkich odmian 110 g/m² (tab. 4). Dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów cechowała się też odmiana orkiszu Rokosz oraz Hondia. Podobne wyniki uzyskano dla tych odmian w latach 2014-2017. Największym zachwaszczeniem, świadczącym o najmniejszej konkurencyjności w stosunku do chwastów, cechowały się odmiany KWS Ozon, Belissa, Arktis i Markiza. Podobną reakcję odmiany Belissa na zachwaszczenie stwierdzono również w 2017 r.

Na konkurencyjność zbóż w stosunku do chwastów wpływają ich cechy morfologiczne oraz struktura ładu. W fazie krzewienia odmianami o największym rozkrzewieniu ogólnym były: Ostka Strzelecka (3,30), orkisz Rokosz (3,23) oraz Hondia (2,90). Najmniejszym rozkrzewieniem cechowały się odmiany Markiza (2,16) i Arktis (2,23), co pokrywało się z ich małymi zdolnościami konkurowania z chwastami (tab. 5).

W fazie dojrzałości woskowej pszenicy najwyższymi odmianami, podobnie jak w 2017 r. były: orkisz Rokosz (87 cm), a spośród odmian pszenicy zwyczajnej - Hondia, Ostka Strzelecka i Markiza (76-77 cm). Najniższymi odmianami pod koniec sezonu wegetacyjnego były KWS Ozon i Linus (64-69 cm) (tab. 2). KWS Ozon cechował się jednocześnie małą obsadą

roślin i masą części nadziemnych łanu (tab. 6), co wpłynęło na jego małą konkurencyjność w stosunku do chwastów (tab. 4). W przypadku odmiany Belissa mała wysokość i mała obsada roślin zadecydowały o jej ograniczonych zdolnościach zagłuszania chwastów (tab. 5, 6).

Tab. 5. Rozkrzewienie i wysokość odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2018 r.

odmiany	Faza krzewienia		Faza dojrzałości	
	rozkrzewienie ogólne	wysokość (cm)	rozkrzewienie ogólne	wysokość (cm)
Arktis	2,23	27,59	1,08	73,88
Belissa	2,52	23,98	1,23	71,00
Estivus	2,55	26,25	1,14	71,86
Fidelius	2,55	25,73	1,08	74,58
Hondia	2,90	25,78	1,20	77,49
Jantarka	2,72	27,16	1,18	74,47
KWS Ozon	2,92	24,09	1,09	64,24
Linus	2,65	23,12	1,13	69,91
Markiza	2,16	22,69	1,17	76,94
Ostka strzelecka	3,30	23,28	1,08	76,13
Pokusa	2,29	23,52	1,12	74,14
Rokosz	3,23	24,80	1,11	87,38
średnia	2,67	24,83	1,13	74,33

W fazie dojrzałości woskowej odmiana Fidelius wyróżniała się największą obsadą roślin, co potwierdza wyniki z 2017 r. i w połączeniu z dużą masą części nadziemnych łanu może być cechą decydującą o dużej konkurencyjności tej odmiany w stosunku do chwastów (tab. 4, 6). Czynnikiem decydującym o dużej konkurencyjności odmiany Hondia było rozkrzewienie, wysokość i masa części nadziemnych łanu, a dla orkiszu Rokosz – wysokość, rozkrzewienie, obsada roślin i masa części nadziemnych łanu. Odmiany Markiza i KWS Ozon cechowały się natomiast małą obsadą roślin i masą części nadziemnych łanu, co negatywnie oddziaływało na ich zdolności supresyjne w stosunku do chwastów (tab. 4,6).

Tab. 6. Obsada roślin i sucha masa pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2018 r.

odmiany	Faza krzewienia		Faza dojrzałości	
	obsada roślin (szt./m ²)	sucha masa pszenicy (g/m ²)	obsada roślin (szt./m ²)	sucha masa pszenicy (g/m ²)
Hondia	318	412,4	306	900,7
KWS Ozon	349	358,7	304	693,6
Fidelius	371	464,1	398	867,9

Jantarka	362	360,4	318	858,0
Belissa	419	397,7	313	913,6
Markiza	364	447,3	303	741,5
Linus	392	347,5	297	871,0
Arktis	391	426,2	342	780,7
Pokusa	434	292,3	375	883,2
Estivus	421	379,9	340	926,6
Rokosz	318	319,1	351	845,6
Ostka strzelecka	361	347,7	305	756,6
średnia	375	379,4	329	836,6

1.3. Ocena podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez patogeny grzybowe

W rolnictwie ekologicznym ochrona roślin zbożowych przed chorobami ogranicza się głównie do działań profilaktycznych polegających z jednej strony na zwiększaniu różnorodności biologicznej upraw (wielostronny płodozmian, użytki ekologiczne, zadrzewienia itp.), zaś z drugiej na uprawie odmian roślin odpornych na choroby i szkodniki oraz ich mieszanek, a także stosowaniu odpowiedniej agrotechnice (terminy i gęstości siewu, zabiegi pielęgnacyjne itp.).

Celem opracowania była ocena nasilenia występowania chorób grzybowych pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w sezonie 2017/2018. W doświadczeniach prowadzonych w Grabowie, Osinach i Chomentowie badano wybrane odmiany pszenicy ozimej: Arktis, Belissa, Estivus, Fidelius, Hondia, Jantarka, Linus, Markiza, Ostka Strzelecka, Pokusa i Rokosz.

W 2018 roku, ze względu na potrzebę ujednoczenia sposobu oceny nasilenia chorób grzybowych w obiektach nadzorowanych przez IUNG – PIB i COBORU, po raz pierwszy ocenę porażenia zbóż jarych i ozimych przeprowadzono w skali 9-stopniowej. Procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny wyrażono w skali według schematów graficznych (zamieszczonych w metodyce badań Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego), gdzie 9 punktów oznacza brak porażenia patogenem (lub porażenie śladowe), a 1 punkt świadczy o zainfekowaniu liści co najmniej w 50 % (w 60% dla rdzy).

Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji wraz z przedziałami ufności wyliczonymi na podstawie wielokrotnego testu Tukey`a i przedstawiono w punktach skali 9-stopniowej.

Przy omawianiu oceny zdrowotności badanych odmian zbóż posłużono się klasyfikatorem SEV(1974), według którego do odpornych zalicza się odmiany, które uzyskały przeciętnie 7 – 9 punktów, ocena 6 – 5 oznacza średnią odporność, natomiast noty niższe świadczą o dużej wrażliwości. (*Szirokij unificirovannyj klassifikator SEV i Meždunarodnyj Klassifikator SEV roda Triticum L . Praha, 1974*).

Porażenie liści pszenicy ozimej

Gospodarstwo ekologiczne w Grabowie

Septorioza liści (*Septoria spp*) – w fazie dojrzałości mleczno-woskowej obserwowano objawy tej choroby w podobnym nasileniu ($4,75^0$ – $6,75^0$) na liściach wszystkich odmian (tab. 7). Chociaż nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w porażeniu odmian, jednak najstąbiej zainfekowaną okazała się odmiana Estivus ($6,75^0$), a najsilniejsze porażenie odnotowano dla odmian: Hondia, KWS Ozon i Pokusa (po $4,75^0$), czyli odmiany te należy uznać za wrażliwe.

Brunatna plamistość liści (*Dreschlera tritici-repentis*) – patogen ten wystąpił w niewielkim stopniu ($7,75^0$ – $8,25^0$) na liściach pszenicy ozimej (tab.8). Nie stwierdzono istotnych różnic między odmianami w porażeniu tym grzybem.

Rdza brunatna (*Puccinia recondita*) – w ocenianej fazie rdza brunatna wystąpiła na wszystkich odmianach w zbliżonym stopniu (tab. 3). Nasilenie rdzy brunatnej odmian nie różniło się istotnie, wskaźnik zainfekowania wahał się od $4,25^0$ do $7,5^0$. Belissa, Hondia i Pokusa okazały się wrażliwe na porażenie tym grzybem, Estivus okazał się odporny, a pozostałe odmiany można zaliczyć do średnio odpornych na tę chorobę.

Rdza żółta (*Puccinia striiformis*) – w Grabowie nie zaobserwowano porażenia odmian pszenicy ozimej przez rdzę żółtą.

Gospodarstwo ekologiczne w Osinach

Septorioza liści (*Septoria spp*) - odnotowano objawy tej choroby na liściach wszystkich odmian w zróżnicowanym nasileniu (tab. 7). Chociaż nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic, najsilniejsze porażenie wystąpiło u odmian: Fidelius ($2,75^0$), Ostka Strzelecka ($3,25^0$), Markiza ($3,5^0$) i Hondia ($3,75^0$), a najmniej były zainfekowane Estivus ($6,0^0$), KWS Ozon ($5,75^0$) i Linus ($5,75^0$).

Brunatna plamistość liści (*Drechslera tritici-repentis*) – w Osinach zaobserwowano nieznaczne objawy tej choroby (tab.8). Porażenie wszystkich odmian zawierało się w granicach 7,5 – 8,75⁰, nie wystąpiło istotne zróżnicowanie odmian.

Rdza brunatna (*Puccinia recondita*) - w ocenianej fazie rdza brunatna wystąpiła w zróżnicowanym stopniu na wszystkich odmianach (tab.7). W skali 9-stopniowej istotnie najsilniej porażone były Linus (2,5⁰) i Arktis (2,75⁰), a najmniej Belissa (6,5⁰) i Rokosz (6,75⁰).

Rdza żółta (*Puccinia striiformis*) – grzyb ten występował jedynie w ilości śladowej, 8,75 – 9,0⁰ (tab.10), więc nie stwierdzono istotnych różnic między porażeniem odmian tym patogenem.

Gospodarstwo ekologiczne w Chomentowie

Septorioza liści (*Septoria spp*) – istotnie najsilniej porażoną tym grzybem okazała się odmiana Linus (4,75⁰), na pozostałych odmianach objawy tej choroby wystąpiły w skali 6,0 – 7,75⁰ (tab. 7). Stwierdzono statystycznie istotne różnice w porażeniu liści pszenicy ozimej tej odmiany w stosunku do grupy odmian najmniej zainfekowanych tj.: Fideliusa, Hondii, Jantarki, Belissy i Ostki Strzeleckiej (7,0⁰ – 7,75⁰). Pozostałe odmiany nie różniły się istotnie od obu grup.

Brunatna plamistość liści (*Drechslera tritici-repentis*) – zaobserwowano zainfekowanie odmian tym patogenem w zróżnicowanym stopniu (tab. 8). Nieznaczne objawy tej choroby wystąpiły na Ostce Strzeleckiej (8,75⁰), nieco większe u Belissy, Hondii i Fideliusa (8,25 – 7,5⁰), a istotnie wyższym porażeniem charakteryzował się KWS Ozon (5,0⁰). Porażenie wszystkich odmian zawierało się w granicach 5,0 – 8,25⁰, i chociaż stwierdzono istotne zróżnicowanie odmian, jednak zgodnie z przyjętą klasyfikacją odmiany okazały się odporne lub średnio odporne na chorobę.

Rdza brunatna (*Puccinia recondita*) - w ocenianej fazie rdza brunatna wystąpiła w zróżnicowanym stopniu na wszystkich odmianach (tab.9). W skali 9-stopniowej istotnie najsilniej porażony okazał się Rokosz (3,75⁰), a najmniej Ostka Strzelecka (7,5⁰) i Belissa (6,0⁰). Zainfekowanie pozostałych odmian nie różniło się istotnie.

Rdza żółta (*Puccinia striiformis*) – grzyb ten występował jedynie w niewielkiej ilości 7,25 – 8,0⁰ (tab.10) i podobnie jak w Osinach nie stwierdzono istotnych różnic między porażeniem odmian tym patogenem.

Mączniak prawdziwy (*Erysiphe graminis*) - w wystąpił w małym nasileniu 6,5 – 9,0⁰ (tab. 11). W stopniu istotnie wyższym zanotowano go dla odmiany Rokosz (6,5⁰). Jantarka (9,0⁰) nie została zainfekowana grzybem, a Belissa tylko nieznacznie (8,5⁰), również w niewielkim stopniu grzyb wystąpił na Ostce Strzeleckiej (8,25⁰). Między grupą tych trzech odmian i Rokoszą stwierdzono istotne różnice w porażeniu tym patogenem, a pozostałe odmiany nie różniły się istotnie.

Inne choroby grzybowe - w Chomentowie oceniano nie tylko choroby liści, ale i innych części roślin pszenicy ozimej. Wyniki zestawiono w tabelach 11 i 11a, jednak choroby te występowały w niewielkim stopniu i nie różnicowały istotnie odmian (famliwość podstawy źdźbła, mączniak prawdziwy – kłosy, rdza źdźbłowa) lub różniły się tylko odmiany o skrajnych wartościach. Dla chorób podstawy źdźbła 7,5 – 9,0⁰, w septorii plew 7,0 – 8,5⁰, fuzariozie kłosów 6,5 – 8,5⁰ a w czerni zbóż 7,75 – 9,0⁰.

Tab. 7. Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Septoria spp.*

Odmiany	Porażenie liści patogenem w skali 9 ⁰			
	Grabów	Osiny	Chomentowo	Średnio
HONDIA	4,75 a	3,75 a	7,0 b	5,17 a
ARKTIS	5,25 a	4,0 a	6,25 ab	5,17 a
BELISSA	5,5 a	5,0 a	7,5 b	6,0 a
ESTIVUS	6,75 a	6,0 a	6,5 ab	6,42 a
FIDELIUS	5,75 a	2,75 a	7,0 b	5,17 a
JANTARKA	6,5 a	4,5 a	7,5 b	6,17 a
KWS OZON	4,75 a	5,75 a	6,0 ab	5,5 a
LINUS	6,5 a	5,75 a	4,75 a	5,67 a
MARKIZA	5,5 a	3,5 a	6,0 ab	5,0 a
OSTKA STRZELECKA	6,25 a	3,25 a	7,75 b	5,75 a
POKUSA	4,75 a	5,0 a	6,75 ab	5,5 a
ROKOSZ	6,0 a	5,25 a	6,25 ab	5,83 a
Średnio	5,68 B	4,54 A	6,60 C	

Tab. 8. Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Drechslera tritici-repentis*

Odmiany	Porażenie liści patogenem w skali 9 ⁰			
	Grabów	Osiny	Chomentowo	Średnio
HONDIA	8,0 a	7,75 a	8,0 bc	7,92 ab
ARKTIS	8,0 a	8,75 a	6,75 abc	7,83 ab
BELISSA	8,0 a	8,25 a	8,25 bc	8,17 b
ESTIVUS	8,0 a	8,25 a	7,0 abc	7,75 ab
FIDELIUS	7,75 a	8,75 a	7,5 bc	8,0 b
JANTARKA	8,0 a	8,25 a	7,0 abc	7,75 ab
KWS OZON	7,75 a	7,5 a	5,0 a	6,75 a
LINUS	8,0 a	8,75 a	7,0 abc	7,92 ab

MARKIZA	8,25 a	8,25 a	7,25 abc	7,92 ab
OSTKA STRZELECKA	7,75 a	8,5 a	8,75 c	8,33 b
POKUSA	8,25 a	8,0 a	7,25 abc	7,83 ab
ROKOSZ	8,25 a	7,75 a	6,0 ab	7,33 ab
średnio	8,0 B	8,23 B	7,15 A	

Tab. 9. Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Puccinia recondita*

Odmiany	Porażenie liści patogenem w skali 9 ⁰			
	Grabów	Osiny	Chomentowo	Średnio
HONDIA	4,5 a	5,75 ab	5,75 abc	5,33 a
ARKTIS	6,0 a	2,75 a	5,75 abc	4,83 a
BELISSA	4,25 a	6,5 b	6,0 bc	5,58 a
ESTIVUS	7,5 a	5,75 ab	5,25 ab	6,17 a
FIDELIUS	6,25 a	3,75 ab	5,75 abc	5,25 a
JANTARKA	6,75 a	4,0 ab	4,75 ab	5,17 a
KWS OZON	6,25 a	3,5 ab	5,5 abc	5,08 a
LINUS	5,75 a	2,5 a	5,0 ab	4,42 a
MARKIZA	5,25 a	4,75 ab	5,0 ab	5,0 a
OSTKA STRZELECKA	6,0 a	4,0 ab	7,5 c	5,83 a
POKUSA	4,75 a	4,5 ab	5,5 abc	4,92 a
ROKOSZ	6,5 a	6,75 b	3,75 a	5,67 a
średnio	5,81 B	4,54 A	5,46 B	

Tab. 10. Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Puccinia striiformis*)

Odmiany	Porażenie liści patogenem w skali 9 ⁰				
	Grabów	Osiny	Chomentowo	Średnio	
HONDIA	nie wystąpiło porażenie odmian pszenicy ozimej rdzą żółtą.	9,0 a	8,0 a	8,5 a	
ARKTIS		9,0 a	7,5 a	8,25 a	
BELISSA		9,0 a	8,0 a	8,5 a	
ESTIVUS		8,75 a	8,0 a	8,375 a	
FIDELIUS		9,0 a	8,0 a	8,5 a	
JANTARKA		8,75 a	7,75 a	8,25 a	
KWS OZON		9,0 a	7,75 a	8,375 a	
LINUS		8,75 a	7,5 a	8,125 a	
MARKIZA		8,75 a	7,75 a	8,25 a	
OSTKA STRZELECKA		9,0 a	8,0 a	8,5 a	
POKUSA		9,0 a	8,0 a	8,5 a	
ROKOSZ		8,75 a	7,25 a	8,0 a	
średnio			8,90 B	7,79 A	

Tab. 11. Porażenie pszenicy ozimej w Chwałowicach przez inne choroby grzybowe

Odmiana	Mączniak prawdziwy - liście	Łamliwość podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy - kłosa	Choroby podstawy źdźbła - ogółem
HONDIA	7,75 abc	8,75 a	8,5 a	9,0 b

ARKTIS	7,5 abc	8,0 a	9,0 a	7,5 a
BELISSA	8,5 c	8,75 a	8,75 a	8,75 ab
ESTIVUS	7,5 abc	8,5 a	8,0 a	8,5 ab
FIDELIUS	7,75 abc	9,0 a	8,75 a	8,5 ab
JANTARKA	9,0 c	8,5 a	8,5 a	8,5 ab
KWS OZON	6,75 ab	8,25 a	8,0 a	7,5 a
LINUS	7,75 abc	7,75 a	8,5 a	8,0 ab
MARKIZA	7,5 abc	8,5 a	8,5 a	8,75 ab
OSTKA STRZELECKA	8,25 bc	9,0 a	8,75 a	9,0 b
POKUSA	7,75 abc	8,75 a	8,0 a	8,75 ab
ROKOSZ	6,5 a	8,75 a	8,0 a	7,5 a
średnio	7,71	8,54	8,44	8,35

Tab. 11a. Porażenie pszenicy ozimej w Chwałowicach przez inne choroby grzybowe

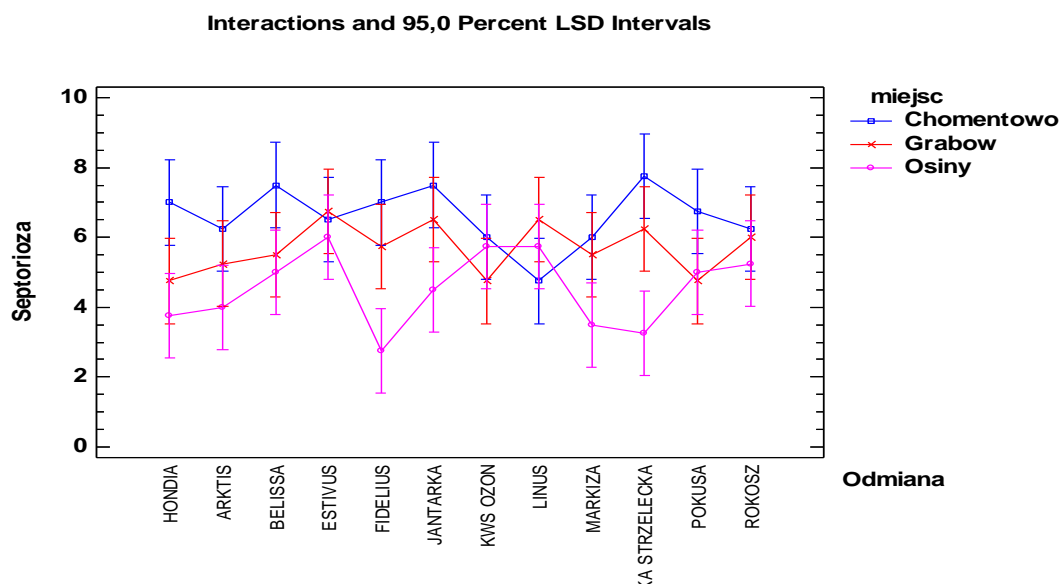
Odmiana	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów	Rdza źdźbłowa	Czerń zbóż
HONDIA	8,25 b	7,75 ab	8,5 a	9,0 b
ARKTIS	7,5 ab	7,75 ab	7,75 a	7,75 a
BELISSA	8,5 b	7,5 ab	8,5 a	9,0 b
ESTIVUS	7,75 ab	7,25 ab	8,75 a	8,75 b
FIDELIUS	7,25 ab	7,5 ab	8,5 a	9,0 b
JANTARKA	8,0 ab	7,5 ab	8,0 a	9,0 b
KWS OZON	7,25 ab	6,5 a	7,75 a	8,5 ab
LINUS	7,0 a	6,5 a	8,0 a	9,0 b
MARKIZA	7,5 ab	7,25 ab	8,25 a	9,0 b
OSTKA STRZELECKA	8,75 b	8,5 b	8,75 a	9,0 b
POKUSA	8,5 b	7,75 ab	8,25 a	9,0 b
ROKOSZ	7,5 ab	6,5 a	7,25 a	8,25 ab
średnio	7,81	7,35	8,19	8,77

Podsumowanie

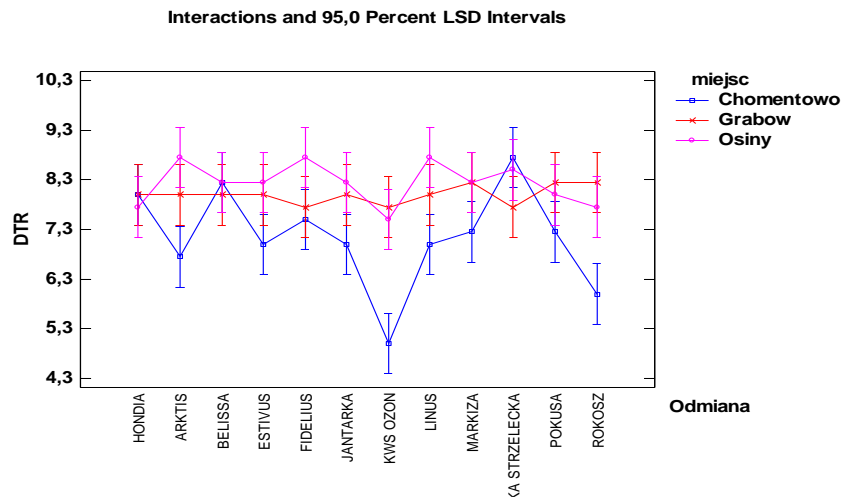
Na stopień porażenia odmian pszenicy ozimej przez choroby grzybowe w 2018 r. duży wpływ miała susza. Zainfekowanie roślin patogenami było niskie lub wystąpiło na średnim poziomie, a dla większości chorób nie stwierdzono istotnych różnic między odmianami w każdym z trzech punktów doświadczalnych. W przypadku septoriozy liści można przyjąć, że porażenie odmian było na średnim poziomie. Nie stwierdzono istotnej interakcji odmian i miejscowości (tab. 7, rys. 3). Średnie porażenie odmian przez *Septoria spp* w Osinach było istotnie wyższe ($4,54^0$) niż w Grabowie ($5,68^0$), a to z kolei istotnie wyższe niż w Chomentowie. Nie wystąpiły też istotne różnice między odmianami, chociaż w Osinach Fidelius okazał się najsilniej porażony tym patogenem, szczególnie w stosunku do odmian Estivus i Linus (rys.3). Wskaźnik porażenia przez *Drechlera tritici-repentis* był niski, podobny w obu miejscowościach i wynosił $8,0^0$ w Grabowie i $8,23^0$ w Osinach, natomiast w Chomentowie infekcja okazała się istotnie większa ($7,15^0$). Stwierdzono istotną interakcję

miejsowości i odmian (tab. 8, rys. 4), jednak wynikała ona z dużego zróżnicowania w porażeniu odmian pszenicy ozimej w Chomentowie, np., istotnie większego od pozostałych odmian porażenia KWS Ozon i Rokosz, natomiast reakcja odmian na patogen była podobna w Grabowie i w Osinach. Porażenie odmian pszenicy ozimej *Puccinia recondita* różniło się między punktami doświadczalnymi (tab. 9) i było istotnie wyższe w Osinach ($4,54^0$) niż w Chomentowie ($5,46^0$) i Grabowie ($5,81^0$). Istotna interakcja odmian i miejscowości świadczy o zróżnicowanej reakcji odmian na infekcje rdzy brunatnej w każdej miejscowości (tab.9, rys.5). W Osinach wystąpiło istotnie wyższe niż w Grabowie i Chomentowie zainfekowanie odmian: Arktis, KWS Ozon i Linus, a w Chomentowie istotnie silniej niż w Grabowie i Osinach rozwijał się grzyb na Rokoszy. Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Puccinia striiformis* zaobserwowano w nieznanym stopniu w Osinach ($8,90^0$) i Chomentowie ($7,79^0$), przy czym różnica między tymi miejscowościami okazała się istotna, w Grabowie grzyb ten nie wystąpił (tab. 10). Nie stwierdzono istotnej interakcji odmian i punktów doświadczalnych, średnie porażenie odmian rdzą żółtą również nie okazało się istotne.

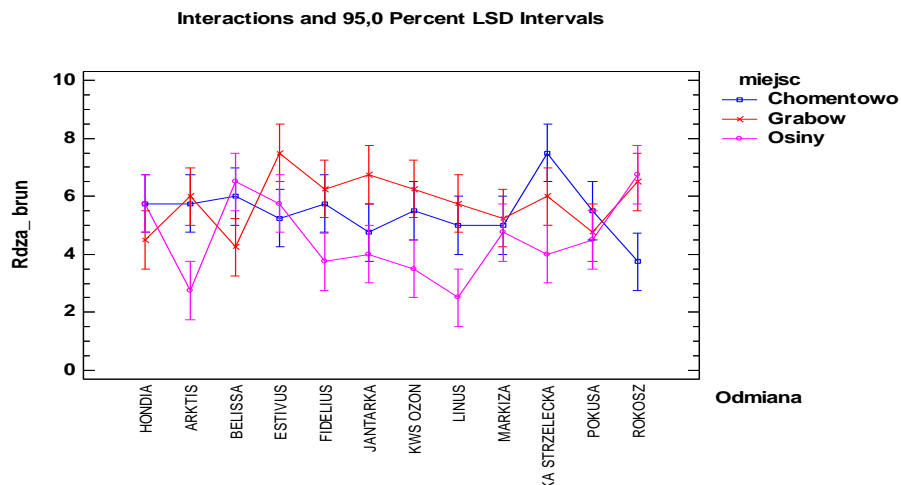
Natomiast mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis*) zaobserwowano w małym nasileniu jedynie w Chomentowie, a w Grabowie i Osinach patogenu nie stwierdzono.



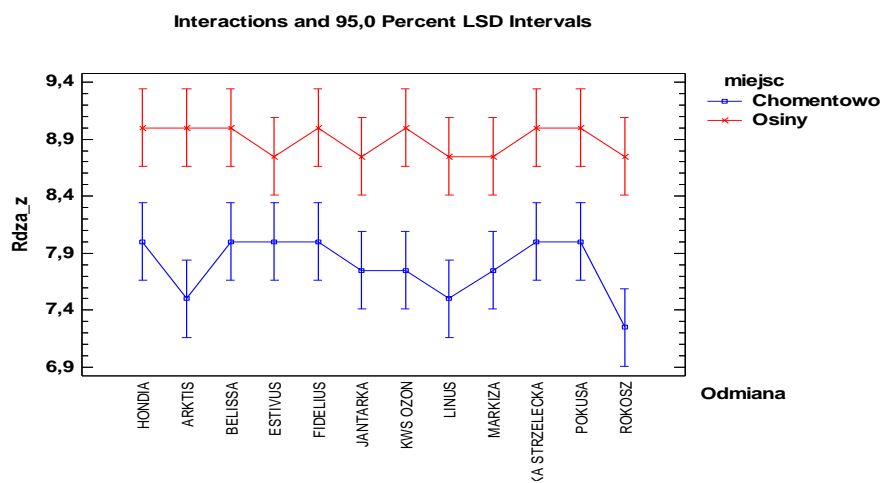
Rys. 3. Wykres interakcji odmiany*miejscowości dla porażenia odmian septorią.



Rys. 4. Wykres interakcji odmiany*miejszcowości dla porażenia roślin przez brunatną plamistość liści (DTR).



Rys. 5. Wykres interakcji odmiany*miejszcowości dla porażenia roślin przez rdzę brunatną.



Rys. 6. Wykres interakcji odmiany*miejszcowości dla porażenia roślin przez rdzę żółtą.

Zadanie 2. Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.*, występowanie mykotoksyn oraz zespołów mikroorganizmów zasiedlających ziarno.

Dr hab. Leszek Lenc

Zakład Fitopatologii Molekularnej, UTP w Bydgoszczy

W 2018 roku określono występowanie fuzariozy kłosów oraz zasiedlenie (zanieczyszczenie) ziarna przez grzyby (w szczególności *Fusarium spp.*) na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w różnych rejonach Polski: Osiny k/ Puław (woj. lubelskie – 51⁰28'N; 22⁰04'E), Grabów nad Wisłą k/Zwolenia (woj. mazowieckie – 51⁰21'N; 21⁰40'E) i Chomentowo k/Łomży (woj. podlaskie – 53⁰04'N; 21⁰58'E), oraz na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej na polach doświadczalnych zlokalizowanych w Osinach w systemie ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze.

Pszienica ozima:

- dwanaście odmian – 'Arktis', 'Belissa', 'Estivus', 'Fidelius', 'Hondia', 'Jantarka', 'KWS Ozon', 'Linus', 'Markiza', 'Ostka Strzelecka', 'Pokusa' i 'Rokosz' (orkisz) uprawianych w systemie ekologicznym na polach doświadczalnych w Osinach, Grabowie i w Chomentowie,
- cztery odmiany – 'Fidelius', 'Hondia', 'Jantarka' i 'KWS Ozon' uprawiane w systemie ekologicznym, konwencjonalnym, integrowanym i monokulturze na polach doświadczalnych w Osinach należących do IUNG PIB Puławy (doświadczenie dwuczynnikowe, w którym I czynnikiem był system uprawy, II odmiana).

Obserwacje polowe nad występowanie fuzariozy kłosów przeprowadzono w fazie dojrzałości mleczno-woskowej. Z każdego poletka doświadczalnego analizowano po 50 losowo wybranych kłosów (4 x 50 kłosów z kombinacji doświadczalnej). Określono procent roślin z objawami fuzariozy i stopień porażenia kłosa (w skali 0 – 5⁰) a następnie obliczano indeks porażenia (IP w %) według wzoru Townsenda i Heubergera,

$$IP(\%) = \frac{\sum_0^i \left(\frac{v}{i} \right)}{i \cdot N} \cdot 100$$

w którym:

n – liczba roślin w danym stopniu porażenia
 v – stopień porażenia (od 0 do i)
 i – najwyższy stopień porażenia
 N – całkowita liczba badanych roślin

Dane określające liczbę porażonych kłosów (wyrażone w procentach) przekształcono na stopnie kątowe Bliss'a. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji a otrzymane średnie porównywano testem Tukey'a.

Obliczenia statystyczne dotyczące porównania liczebności ziarna zasiedlonego przez *Fusarium* spp. wykonano analizą frekwencji – testem zgodności chi kwadrat (χ^2). Założono, że (hipoteza zerowa) ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy będzie miało taki sam procent porażonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków.

Statystykę chi kwadrat (χ^2) obliczono wg wzoru:

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_o}$$

Gdzie:

f_o – wartość otrzymana

f_e – wartość oczekiwana

Tak otrzymane wyniki porównano z wartościami krytycznymi χ^2 przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

W celu oznaczenia gatunków grzybów zasiedlających ziarniaki pszenicy, w laboratorium Pracowni wykonano analizę mikologiczną. Po zbiorach z każdej kombinacji doświadczalnej pobrano losowo 4 x 100 ziarniaków. Odkazano je w 1% NaOCl przez 2,5 minuty i płukano trzykrotnie w sterylnej wodzie destylowanej. Następnie wykładano po 6 na szalki Petriego z zestaloną pożywką PDA zakwaszoną kwasem cytrynowym do pH 5,5. Wszystkie czynności wykonano przy stole z laminarnym przepływem powietrza z zachowaniem warunków sterylności. Po 6 dniach hodowli w termostacie w temperaturze 20°C wyrastające kolonie grzybów odszczepiono na skosy agarowe. Następnie oznaczono do gatunku wg kluczy mykologicznych.

W celu sprawdzenia czy istnieją zależności między zasiedleniem ziarna przez najliczniej izolowane grzyby obliczono współczynnik korelacji (r). Siłę korelacji określono według wartości r :

1. < 0.2 - brak związku liniowego
2. $0.2 - 0.4$ - słaba zależność

3. 0.4 -0.7 - umiarkowana zależność
4. 0.7 - 0.9 - dość silna zależność
5. > 0.9 - bardzo silna zależność

Wyniki

Fuzarioza kłosów pszenicy ozimej – system ekologiczny

W 2018 roku fuzarioza kłosów pszenicy ozimej uprawianej w Osinach, Chomentowie i Grabowie wystąpiła sporadycznie (średni procent kłosów z objawami chorobowymi wynosił odpowiednio: 0,50%, 0,29%, i 0,38% a IP: 0,10%, 0,06% i 0,08%). Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnych różnic w nasileniu fuzariozy kłosów pomiędzy trzema miejscowościami. Nie stwierdzono również istotnych różnic w występowaniu objawów chorobowych na między badanymi odmianami. Procent kłosów z objawami fuzariozy wynosił od 0,0 – 1,0% (tab. 1).

Tab. 1. Występowanie fuzariozy kłosów na wybranych odmianach **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym **w trzech miejscowościach w 2018 roku**

Odmiana	% porażonych kłosów			Indeks porażenia [%]		
	Osiny	Chomentow o	Grabów	Osiny	Chomentowo	Grabów
Arktis	0,5 a ¹	0,0 a	0,5 a	0,1 a	0,0 a	0,1 a
Belissa	0,0 a	0,5 a	0,0 a	0,0 a	0,1 a	0,0 a
Estivus	0,5 a	0,0 a	1,0 a	0,1 a	0,0 a	0,2 a
Fidelius	0,5 a	0,0 a	0,5 a	0,1 a	0,0 a	0,1 a
Hondia	0,5 a	0,0 a	0,0 a	0,1 a	0,0 a	0,0 a
Jantarka	1,0 a	1,0 a	0,5 a	0,2 a	0,2 a	0,1 a
KWS Ozon	1,0 a	0,5 a	0,0 a	0,2 a	0,1 a	0,0 a
Linus	0,5 a	0,5 a	1,0 a	0,1 a	0,1 a	0,2 a
Markiza	0,5 a	0,5 a	0,0 a	0,1 a	0,1 a	0,0 a
Ostka Strzelecka	0,0 a	0,0 a	0,5 a	0,0 a	0,0 a	0,1 a
Pokusa	1,0 a	0,5 a	0,5 a	0,2 a	0,1 a	0,1 a
Rokosz (orkisz)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Średnio	0,50 A ²	0,29 A	0,38 A	0,10 A	0,06 A	0,08 A
<i>NIR</i> _{α=0,05}				<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>

¹/ wartości oznaczone różnymi małymi literami wskazują istotną różnicę między odmianami

²/ wartości oznaczone różnymi wielkimi literami wskazują istotną różnicę między miejscowościami

Fuzarioza kłosów pszenicy ozimej – system ekologiczny, integrowany, konwencjonalny i monokultura

W 2018 roku średnie porażenie kłosów przez *Fusarium* spp. czterech badanych odmian ('Fidelius', 'Hondia' 'Jantarka', 'KWS Ozon') uprawianych w trzech systemach i w monokulturze wynosiło 0,97% (IP=0,21%). Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnych różnic zarówno w procencie porażonych kłosów jak i nasileniu objawów chorobowych (IP) na kłosach

pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze. Nie stwierdzono również istotnych różnic w występowaniu fuzariozy kłosów pomiędzy badanymi odmianami (tab. 2).

Tab.2. Występowanie fuzariozy kłosów na czterech odmianach **pszenicy ozimej** uprawianej w różnych systemach uprawy, **Osiny 2018**

Odmiana	% porażonych kłosów					Indeks porażenia [%]				
	Ekol.	Integr.	Konw.	Mon.	Śr	Ekol.	Integr.	Konw.	Mon.	Śr
Fidelius	0,5 a A	1,5 a A	1,0 a A	1,0 a A	1,0 a	0,1 a A	0,3 a A	0,2 a A	0,2 a A	0,2 a
Hondia	0,5 a A	1,5 a A	1,0 a A	1,0 a A	1,0 a	0,1 a A	0,3 a A	0,2 a A	0,3 a A	0,2 a
Jantarka	1,0 a A	1,0 a A	0,5 a A	1,0 a A	0,9 a	0,2 a A	0,3 a A	0,1 a A	0,3 a A	0,2 a
KWS Ozon	1,0 a A	1,0 a A	0,5 a A	1,5 a A	1,0 a	0,2 a A	0,2 a A	0,1 a A	0,3 a A	0,2 a
<i>Średnio</i>	0,75 A	1,25 A	0,75 A	1,13 A	0,97	0,15 A	0,28 A	0,15 A	0,28 A	0,21
<i>NIR</i> $\alpha=0,05$						<i>I = n.i.</i> <i>II = n.i.</i>		<i>II/I = n.i.</i> <i>I/II = n.i.</i>		

^{1/} wartości oznaczone różnymi małymi literami wskazują istotną różnicę między odmianami

^{2/} wartości oznaczone różnymi wielkimi literami wskazują istotną różnicę między systemami uprawy

Zasiedlenie ziarna przez grzyby – system ekologiczny

W 2018 roku procent zasiedlonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków badanych odmian pszenicy ozimej była bardzo zróżnicowana. Stwierdzono statystycznie istotne różnice w występowaniu tych patogenów na ziarnie w zależności od rejonu uprawy. Porażenie przez *Fusarium* spp. ziarna pochodzącego z Osin (średnio z 12 odmian) wynosiło 30,5%, z Chomentowa – 8,9% a z Grabowa – 7,5% (tab. 3).

Tab. 3. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych odmianach **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym **w trzech miejscowościach w 2018 roku**

Odmiany	Miejscowość		
	Osiny	Chomentowo	Grabów
Arktis	35,0 bcd ¹	8,0 de	11,5 a
Belissa	34,5 cd	22,0 a	11,5 a
Estivus	26,5 ef	16,0 ab	7,5 abc
Fidelius	18,5 g	5,0 ef	5,5 c
Hondia	24,0 efg	6,5 de	5,0 c
Jantarka	46,5 a	7,5 de	8,5 abc
KWS Ozon	43,5 ab	2,5 f	6,5 c
Linus	29,5 de	6,0 e	5,0 bc
Markiza	21,5 fg	10,0 cd	5,5 c
Ostka Strzelecka	25,0 ef	5,0 ef	8,5 abc

Pokusa	23,0 efg	13,0 bc	10,5 ab
Rokosz (orkisz)	38,5 abc	5,0 ef	5,0 c
Średnio	30,5 A²	8,9 B	7,5 C

^{1/} wartości oznaczone różnymi małymi literami wskazują istotną różnicę między odmianami

^{2/} wartości oznaczone różnymi wielkimi literami wskazują istotną różnicę między miejscowościami

Analiza mykologiczna wykazała również duże zróżnicowanie w porażeniu ziarna przez *Fusarium* spp. między odmianami uprawianymi w poszczególnych miejscowościach. Z ziarna pochodzącego z Osin izolowano od 18,5% ('Fidelius') do 46,5% ('Jantarka'), z Chomentowa – 2,5% ('KWS Ozon') do 22,0% ('Belissa') a z Grabowa 5,0% ('Rokosz', 'Linus' i 'Hondia') do 11,5% ('Arktis' i 'Belissa') grzybów rodzaju *Fusarium*, – tab.3.

Tab. 3a. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych **odmianach pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w **Osinach w 2018 roku – grupy jednorodne**

Grupy jednorodne	Jantarka	KWS Ozon	Rokosz (orkisz)	Arktis	Belissa	Linus	Estivus	Ostka Strzelecka	Hondia	Pokusa	Markiza	Fidelius
% poraż	46,5	43,5	38,5	35,0	34,5	29,5	26,5	25,0	24,0	23,0	21,5	18,5
a												
b												
c												
d												
e												
f												
g												

Tab. 3b. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych **odmianach pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w **Chomentowie w 2018 roku – grupy jednorodne**

Grupy jednorodne	Belissa	Estivus	Pokusa	Markiza	Arktis	Jantarka	Hondia	Linus	Fidelius	Ostka Strzelecka	Rokosz (orkisz)	KWS Ozon
% poraż	22,0	16,0	13,0	10,0	8,0	7,5	6,5	6,0	5,0	5,0	5,0	2,5
a												
b												
c												
d												
e												
f												

Tab. 3c. Zasiadlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Grabowie w 2018 roku – grupy jednorodne

Grupy jednorodne	Arktis	Belissa	Pokusa	Jantarka	Ostka Strzelecka	Estivus	KWS Ozon	Fidelius	Markiza	Hondia	Linus	Rokosz (orkisz)
% poraż	11,5	11,5	10,5	8,5	8,5	7,5	6,5	5,5	5,5	5,0	5,0	5,0
a												
b												
c												

Reakcja na porażenie ziarna przez *Fusarium* spp. u większości badanych odmian różniła się w zależności od miejscowości, w której była uprawiana. Ziarno odmian ‘KWS Ozon’ (43,5%) i ‘Rokosz’ (38,5%) pochodzące z uprawy w Osinach, należało do grupy odmian o najwyższym procencie porażenia, natomiast ziarniki tych odmian pochodzące z uprawy w Chomentowie (KWS Ozon – 2,5%) i z Grabowa (Rokosz – 5,0%) charakteryzowały się najniższym procentem zasiedlenia przez te patogeny (tab. 3a, 3b i 3c). Należy jednak zauważyć, że niektóre odmiany, niezależnie od miejsca uprawy, charakteryzowały się wysokim procentem zasiedlonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków (np. ‘Belissa’) a niektóre stosunkowo niskim (np. ‘Fidelius’) – (tab. 3a, 3b i 3c).

Zróznicowane porażenie pszenicy ozimej przez *Fusarium* spp. wymusza rozpatrywanie przydatności odmian do uprawy ekologicznej oddzielnie dla poszczególnych lokalizacji. Jednoroczne wyniki badań wskazują, że pod kątem zagrożenia pszenicy ozimej przez *Fusarium* spp. najbardziej przydatnymi odmianami do uprawy są: w Osinach – ‘Fidelius’ i ‘Markiza’ (tab. 3a – grupy jednorodne f, g), w Chomentowie – ‘KWS Ozon’, ‘Rokosz’, ‘Ostka Strzelecka’, ‘Fidelius’ i ‘Linus’ (tab. 3b – grupy jednorodne e, f), natomiast w Grabowie – ‘Rokosz’, ‘Linus’, ‘Hondia’, ‘Markiza’, ‘Fidelius’ i ‘KWS Ozon’ (tab. 3c – grupy jednorodne b, c). Najwyższy procent porażonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków stwierdzono na odmianach: w Osinach – ‘Jantarka’ (46,5%), ‘KWS Ozon’ (43,5%) i ‘Rokosz’ (38,5%), w Chomentowie – ‘Belissa’ (22,0%) i ‘Estivus’ (16,0%), w Grabowie – ‘Arktis’ i ‘Belissa’ (po 11,5%) oraz ‘Pokusa’ (10,5%) – tab. 3a, 3b i 3c.

Skład gatunkowy *Fusarium* spp. zasiedlających ziarno pochodzące z uprawy pszenicy ozimej w różnych miejscowościach był do siebie zbliżony. Dominującym gatunkiem izolowanym z ziarna pochodzącego ze wszystkich miejscowości był *F. poae*. Stanowił on

ponad 77,2% ogólnej liczby wyizolowanych *Fusarium* spp. (w Osinach – 77,7%, w Chomentowie – 67,4%, w Grabowie – 86,7%). Ziarno pszenicy ozimej pochodzące z uprawy w Osinach stosunkowo licznie zasiedlone było przez *F. tricinctum* (*G. tricincta* – od 0,0% do 11,5%, średnio 5,5%). Ponadto w niewielkich ilościach lub sporadycznie izolowano: *F. avenaceum* (*G. avenacea*), *F. culmorum*, *F. equiseti* (*G. intricans*), *F. graminearum* (*G. zaeae*) i *F. sporotrichioides* (tab. 4).

Tab. 4. Gatunki grzybów rodzaju *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach [% zasiedlonych ziarniaków] w 2018 roku

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium equiseti</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	RAZEM <i>Fusarium</i> spp. (Statystyka χ^2)	
OSINY									
Arktis					23,5		11,5	35,0	bcd ¹
Belissa		1,5			31,5		1,5	34,5	cd
Estivus					21,5		5,0	26,5	ef
Fidelius					15,0		3,5	18,5	g
Hondia					17,0		7,0	24,0	efg
Jantarka					35,0		11,5	46,5	a
KWS Ozon					40,0		3,5	43,5	ab
Linus	1,0				18,5		10,0	29,5	de
Markiza					20,0		1,5	21,5	fg
Ostka Strzelecka					23,5	1,5		25,0	ef
Pokusa	1,5				15,0		6,5	23,0	efg
Rokosz (orkisz)					23,5	10,0	5,0	38,5	abc
Średnio	0,2	0,1	0,0	0,0	23,7	1,0	5,5	30,5	
CHOMENTOWO									
Arktis	1,5	1,5			5,0			8,0	de
Belissa	6,5	1,0			13,5		1,0	22,0	a
Estivus	3,5	1,0			11,5			16,0	ab
Fidelius					5,0			5,0	ef
Hondia	3,0				3,5			6,5	de
Jantarka	1,5			1,0	5,0			7,5	de
KWS Ozon	1,0				1,5			2,5	f
Linus	1,5				3,5	1,0		6,0	e
Markiza			5,0		5,0			10,0	cd
Ostka Strzelecka					5,0			5,0	ef
Pokusa		1,5			8,5		3,0	13,0	bc
Rokosz (orkisz)					5,0			5,0	ef
Średnio	1,5	0,4	0,4	0,1	6,0	0,1	0,3	8,9	
GRABÓW									

Arktis					11,5			11,5	a
Belissa		1,0			10,0			11,5	a
Estivus					6,5		1,0	7,5	abc
Fidelius	1,0				3,5	1,0		5,5	c
Hondia	1,0			1,0	3,0			5,0	c
Jantarka		3,5			5,0			8,5	abc
KWS Ozon					6,5			6,5	bc
Linus					5,0			5,0	c
Markiza		1,0			4,5			5,5	c
Ostka Strzelecka					8,5			8,5	abc
Pokusa					10,0			10,5	ab
Rokosz (orkisz)	1,5				3,5			5,0	c
Średnio	0,3	0,5	0,0	0,1	6,5	0,1	0,1	7,5	

^{1/} wartości oznaczone różnymi małymi literami wskazują istotną różnicę między odmianami

Z innych grzybów zasiedlających ziarno pszenicy ozimej głównie izolowano gatunki: *Alternaria alternata* (Osiny – 63,7%, Chomentowo – 62,9% i Grabów – 77,7%) oraz *Epicoccum nigrum* (odpowiednio 7,5%, 31,9% i 13,0%). Ponadto stosunkowo dużo ziarniaków zasiedlonych było przez *Khuskia oryzae*: w Osinach od 0,0% do 10,0% (średnio 5,4%), w Chomentowie 1,5% – 13,5% (średnio 5,0%), natomiast w Grabowie 0,0% – 21,5% (średnio 9,0%) – (tab. 5, 6 i 7).

Tab. 5. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2018 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremonia fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Aureobasidium balleyi</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gonotobotrys simplex</i>	<i>Khuskia oryzae</i>	<i>Trichoderma viride</i>
Arktis		58,5		1,0				8,5	1,0	5,0	
Belissa	1,5	61,5		1,5				3,5		7,0	
Estivus	3,5	66,5						5,0		6,5	
Fidelius		76,5						12,0		3,5	
Hondia		66,5				5,0		3,5	5,0	10,0	
Jantarka		55,0		3,0	1,5			5,0		3,0	
KWS Ozon		60,0				1,0				3,5	1,0
Linus		63,5						11,5		6,5	
Markiza		71,5						12,0		10,0	
Ostka Strzelecka		66,5	1,0	1,5			1,5	12,0		8,5	
Pokusa	1,0	63,5		6,5				13,5			
Rokosz (orkisz)	3,0	55,0					3,5	3,5		1,0	
Średnio dla odmian	0,8	63,7	0,1	1,1	0,1	0,5	0,4	7,5	0,5	5,4	0,1

Tab. 6. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Chomentowie w 2018 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremonia fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aureobasidium bolleyi</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gelasinospora cerealis</i>	<i>Mucor spp.</i>	<i>Khuskia oryzae</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>
Arktis	1,0	61,5			5,0			30,0			5,0		
Belissa	3,0	56,5	1,0			3,5		20,0			1,5	11,5	
Estivus		60,0	3,0		5,0	5,0		27,0			3,5	10,0	
Fidelius		70,0	1,0					43,0			1,5	1,0	
Hondia	3,0	68,5			3,5	1,0		33,0			5,0	1,0	
Jantarka	3,0	55,0						37,0			5,0		0,5
KWS Ozon	8,0	68,0						36,5			1,0	1,0	
Linus		65,0	4,0		3,5			38,5			10,0		
Markiza	3,0	65,0		1,0	5,0			16,5			13,5		
Ostka Strzelecka		50,0	6,5		1,0	1,5		36,5			3,0	20,0	
Pokusa		78,5	1,0	1,0	1,5		1,0	30,0			1,5	1,0	
Rokosz (orkisz)	1,0	56,5	5,0		1,0			35,0	1,0	1,0	10,0	1,0	
Średnio dla odmian	1,8	62,9	1,8	0,2	2,1	0,9	0,1	31,9	0,1	0,1	5,0	3,9	0,0

Tab. 7. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Grabowie w 2018 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aureobasidium bolleyi</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gelasinospora cerealis</i>	<i>Khuskia oryzae</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>
Arktis	86,5						11,5	1,0			
Belissa	71,5						11,5		13,0		0,5
Estivus	81,5		1,0	1,5			5,0	1,0	11,5		
Fidelius	81,5			1,0	1,5		10,0		3,5		
Hondia	70,0	1,0		8,5			20,0		8,5	1,0	1,0
Jantarka	76,5			1,0			16,5		13,5		1,0
KWS Ozon	80,0			1,0			13,5			1,0	
Linus	60,0			3,0			10,0		21,5		
Markiza	96,5			1,0	1,0	3,5	10,0	3,0	6,5	1,0	
Ostka Strzelecka	83,5			3,5	3,0		11,5		8,5		
Pokusa	81,5	1,0					18,5		3,0		
Rokosz (orkisz)	63,5	1,0		1,0	1,0	1,5	18,5		18,0		
Średnio dla odmian	77,7	0,3	0,1	1,8	0,5	0,4	13,0	0,4	9,0	0,3	0,2

W niewielkich ilościach lub sporadycznie izolowano: *Acremoniella fusca*, *Arthrinium phaeospermum*, *Aspergillus* spp., *Aureobasidium bolleyi*, *Bipolaris sorokiniana*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum*, *Gelasinospora cerealis*, *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma viride* (tab. 5, 6 i 7)

Współczynniki korelacji

Analiza korelacji przeprowadzona na jednorocznych wynikach analizy mykologicznej ziarna pszenicy jarej uprawianej systemem ekologicznym w trzech miejscowościach wykazała istnienie pewnych zależności w zasiedleniu ziarna przez najliczniej izolowane z niego grzyby (*Fusarium* spp., *Alternaria alternata*, *Epicoccum nigrum* oraz *Khuskia oryzae*). Jako hipotezę zerową przyjęto brak zależności (korelacji), w której $F_{obl} < F_{tab}$.

Fusarium* spp. – *Alternaria alternata

Współczynnik korelacji $r = -0,3953$ ($F_{obl} > F_{tab}$)

Wartość r wskazuje, że istnieje ujemna, słaba do umiarkowanej zależność pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a *A. alternata*. Wzrost zasiedlenia ziarna przez *Fusarium* spp. powoduje zmniejszenie zasiedlenia przez *A. alternata* (i na odwrót).

Fusarium* spp. – *Epicoccum nigrum

Współczynnik korelacji $r = -0,6165$ ($F_{obl} > F_{tab}$)

Wartość r wskazuje, że istnieje ujemna, umiarkowana zależność pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a *E. nigrum*. Wzrost zasiedlenia ziarna przez *Fusarium* spp. powoduje zmniejszenie zasiedlenia przez *E. nigrum* (i na odwrót).

Analiza korelacji nie wykazała zależności ($F_{obl} < F_{tab}$) pomiędzy zasiedleniem ziarna przez: *Fusarium* spp. – *K. oryzae*, *A. alternata* – *E. nigrum*, *K. oryzae* – *E. nigrum* oraz *A. alternata* – *K. oryzae*.

Mykotoksyny

Oznaczono również zawartość wybranych mykotoksyn w zebranych ziarnie dwóch odmian pszenicy ozimej ('KWS Ozon' i 'Jantarka') uprawianych w systemie ekologicznym w Osinach, Chomentowie i Grabowie.

Zgodnie z „Rozporządzeniem Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych”, zawartość deoksyniwalenolu (DON) w nieprzetworzonych zbożach innych niż

pszenica durum, owies i kukurydza nie może przekraczać $1250 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast zawartość zearalenonu (ZEA) w nieprzetworzonych zbożach innych niż kukurydza nie może przekraczać $100 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Zearalenon (ZEA) stwierdzono w ziarnie prób pochodzących z uprawy pszenicy w Osinach ('KWS Ozon' – $1,91 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i 'Jantarka' – $0,30 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz w ziarnie odmiany 'KWS Ozon' – $38,54 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ pochodzącego z Chomentowa. W żadnej z tych prób zawartość nie przekraczała dopuszczalnej normy (tab. 8).

Występowanie DON było zróżnicowane i wynosiło od $0,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $2532,29 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Analizując występowanie DON w uprawie ekologicznej w poszczególnych rejonach stwierdzono, że zarówno w Osinach jak i Grabowie w ziarnie odmiany 'Jantarka' poziom tej mykotoksyny wynosił odpowiednio $0,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $0,76 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w ziarnie odmiany 'KWS Ozon' pochodzącym ze wszystkich lokalizacji oraz w odmianie 'Jantarka' uprawianej w Chomentowie znacznie przekroczył dopuszczalną ($1250 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) normę (tab. 8).

Tab. 8. Zawartość wybranych mykotoksyn w ziarnie pszenicy ozimej, uprawianej w systemie ekologicznym, 2018

Odmiana	System uprawy ¹	<i>Fusarium</i> spp. [%]	ZEA [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	DON [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	NIV [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]
Osiny					
KWS Ozon	E	43,5	1,91	1639,37	0,0
Jantarka	E	46,5	0,30	0,76	0,0
Chomentowo					
KWS Ozon	E	7,5	38,54	1754,30	0,0
Jantarka	E	6,5	0,0	2532,29	1613,54
Grabów					
KWS Ozon	E	6,5	0,0	1779,31	0,0
Jantarka	E	8,5	0,0	0,0	0,0

¹/ E – s. ekologiczny

NIV wykryto jedynie w ziarnie odmiany 'Jantarka' pochodzącej z uprawy w Chomentowie a jej zawartość wynosiła $1613,54 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 8).

Komitet Naukowy ds. Żywności (SCF) w „Rozporządzeniu Komisji (WE) NR 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do toksyn *Fusarium*” ocenił i ustanowił wysokość tolerowanego dziennego pobrania (TDI) dla wybranych mykotoksyn:

- TDI w wysokości $1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ masy ciała/dzień dla deoksyniwalenolu (DON),
- tymczasowe TDI (t-TDI) w wysokości $0,7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ masy ciała/dzień dla niwalenolu,
- tymczasowe TDI (t-TDI) w wysokości $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ masy ciała/dzień dla zearalenonu,

Na podstawie tych ustaleń można wnioskować, że zawartość NIV w ziarnie pszenicy ozimej odmiany 'Jantarka' uprawianej w Chomentowie w uprawie ekologicznej była wysoka.

Analiza korelacji nie wykazała istnienia zależności pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a stężeniem ZEA, DON, NIV w ziarnie ($F_{obl} < F_{tab}$).

Na obecność i stężenie mykotoksyn w ziarnie i jednocześnie na korelację między zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a zawartością w nim mykotoksyn może wpływać wiele czynników. Do jednego z ważniejszych należy zaliczyć potencjalną zdolność grzybów do tworzenia mykotoksyn. Tylko część izolatów danego gatunku wykazuje większą lub mniejszą zdolność do tworzenia metabolitów wtórnych. Nie bez znaczenia pozostają również inne grzyby zasiedlające ziarno, które mogą wpływać na ilość produkowanej mykotoksyny, odmiana uprawianej pszenicy oraz warunki pogodowe.

Podsumowanie

Uprawa w systemie ekologicznym

1. W 2018 roku objawy fuzariozy kłosów pszenicy ozimej wystąpiły na niektórych odmianach w niewielkim nasileniu a na innych w ogóle ich nie obserwowano. Przyczyną były niesprzyjające warunki pogodowe (w czasie kwitnienia zbóż) dla rozwoju tych patogenów (susza). Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnych różnic w nasileniu choroby zarówno między uprawianymi odmianami jak i miejscowościami, w których prowadzono badania.
2. Jednoroczne badania wskazują, że do uprawy ekologicznej najbardziej przydatnymi z badanych odmian pszenicy ozimej pod kątem zmniejszenia zagrożenia infekcji przez *Fusarium* spp. były:
 - w okolicach Osin – 'Fidelius' i 'Markiza',
 - w okolicach Chomentowa – 'KWS Ozon', 'Rokosz', 'Ostka Strzelecka', 'Fidelius' i 'Linus',
 - w okolicach Grabowa – 'Rokosz', 'Linus', 'Hondia', 'Markiza', 'Fidelius' i 'KWS Ozon'.
3. Z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym najliczniej izolowanym gatunkiem był *F. poae*. Dominujące występowanie *F. poae* wyjaśnia duże zróżnicowanie pomiędzy nasileniem fuzariozy kłosów a zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. Pozostałe gatunki: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum* izolowano w mniejszym stopniu albo sporadycznie.

4. Z innych grzybów zasiedlających ziarno zbóż dominującym gatunkiem był *A. alternata*, następnie *E. nigrum* i *K. oryzae*.
5. Zawartość ZEA w badanych próbach ziarna nie przekraczała dopuszczalnej normy.
6. Zawartość DON w próbach ziarna pszenicy ozimej: 'KWS Ozon' pochodzących ze wszystkich lokalizacji oraz w odmianie 'Jantarka' uprawianej w Chomentowie znacznie przekroczył dopuszczalną normę.
7. Wysokie stężenie niwalenolu (NIV) wykryto w ziarnie odmiany 'Jantarka' uprawianej w Chomentowie w systemie ekologicznym.
8. Nie wykazano istnienia zależności pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a stężeniem ZEA, DON, NIV w ziarnie pszenicy ozimej.

*Uwaga: Wyniki analiz mikrobiologicznych dotyczących występowania mikroorganizmów antagonistycznych w stosunku do grzybów z rodzaju *Fusarium*, ich potencjału antagonistycznego są w toku i zostaną uzupełnione w późniejszym terminie.*

Przedłużenie prac zaplanowanych w zadaniu wynika z wymagań metodycznych związanych z izolacją i czasem inkubacji mikroorganizmów.

Zadanie 3. Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej i jego przydatności do produkcji pieczywa i makaronu

dr hab. Grażyna Cacak-Pietrzak

Zakład Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności, SGGW Warszawa

Podstawowym kierunkiem wykorzystania ziarna pszenicy jest produkcja różnych typów mąki będących surowcem do produkcji pieczywa, wyrobów ciastkarskich, makaronów, klusek, pierogów, naleśników itp. Ziarno przeznaczone do przerobu na cele konsumpcyjne musi spełniać ogólne wymagania jakościowe. Powinno być zdrowe, czyste, dojrzałe, bez obcych zapachów, wolne od szkodników. Wilgotność ziarna nie może przekraczać 15,0%, a gęstość w stanie usypowym nie może być niższa niż 72,0 kg/hl. Maksymalna łączna zawartość zanieczyszczeń nie powinna przekraczać 15%, w tym nasion szkodliwych i/lub toksycznych 0,5%, a sporyszu 0,05%. Aktywność enzymów amylolitycznych określana na podstawie liczby opadania nie powinna być niższa niż 160 s [PN-R-74103]. W zależności od kierunku przerobu określa się szczegółowe wymagania jakościowe dotyczące ziarna pszenicy. Wymagania przemysłu młynarskiego dotyczą odpowiedniej wielkości i wyrównania ziarna, struktury bielma (szklistość, twardość), zawartości popiołu. Mąki otrzymane z przemiału

ziarna powinny cechować się odpowiednimi cechami użytkowymi, pożądanymi w procesie dalszego przerobu. W przypadku mąki pszennej przeznaczonej do produkcji pieczywa ważna jest aktywność enzymów amylolitycznych, która powinna być na średnim poziomie (liczba opadania 220-280 s) oraz odpowiednia ilość i jakość białek glutenowych. Mają one wpływ na ilość gazów zatrzymywanych w kęsie uformowanego ciasta podczas jego rozrostu i w początkowej fazie wypieku, co decyduje o objętości bochenka i porowatości miękiszu [Jakubczyk i Haber 1983, Rothkaehl 2009]. Zawartość substancji białkowych jest również ważnym wyróżnikiem jakościowym mąk przeznaczonych do produkcji makaronu. Mąka makaronowa powinna cechować się wysoką zawartością białek glutenowych (wydajność glutenu ok. 30%), jak najniższą popiołowością (0,4-0,5%), średnią lub niską aktywnością amylolityczną (liczba opadania nie mniejsza niż 220 s). Najlepszym surowcem do produkcji makaronów jest semolina – kaszka makaronowa z przemiału ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum*) [Cacak-Pietrzak 2008].

Wartość technologiczna pszenicy w dużym stopniu uwarunkowana jest genotypem (gatunek, odmiana). Według obowiązującej w Polsce klasyfikacji odmiany pszenicy zaliczane są do jednej z pięciu grup jakościowych [Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński 1996]:

- E – pszenica elitarna;
- A – pszenica jakościowa,
- B – pszenica chlebowa,
- K – pszenica na ciastka,
- C – pszenica ogólnoużytkowa.

W klasyfikacji COBORU nie uwzględniono grupy pszenic przeznaczonych do przerobu na mąki makaronowe. Odmiany pszenicy zaliczane do grupy E są bardzo odporne na porastanie, charakteryzują się bardzo dobrą wartością przemiałową ziarna i wypiekową mąki, dlatego uzyskana z nich mąka stosowana jest jako dodatek do mąki o niskich parametrach technologicznych. Odmiany pszenicy z grupy A cechują się również dużą odpornością na porastanie, dobrą wartością przemiałową ziarna oraz bardzo dobrą wartością wypiekową mąki. Odmiany z grupy B cechują się ziarnem o dobrej wartości przemiałowej, a uzyskana z nich mąka może być stosowana jako surowiec do wypieku wyrobów piekarsko-ciastkarskich. Do grupy K zalicza się odmiany z których mąka jest dobrym surowcem do produkcji wyrobów ciastkarskich. Do grupy C należą odmiany nie zakwalifikowane do żadnej z ww. grup technologicznych. Są to odmiany ogólnoużytkowe, w tym odmiany paszowe. Na

liście odmian roślin rolniczych [COBORU 2018] znajduje się obecnie 119 odmian pszenicy ozimej. Wśród nich jest 1 odmiana z grupy jakościowej E, 55 odmian z grupy A, 49 odmian z grupy B, 1 odmiana z grupy K oraz 13 odmian z grupy C.

Odmiana zakwalifikowana do określonej grupy jakościowej musi spełniać odpowiednie kryteria wartości technologicznej. Zaliczenie odmiany do danej grupy jakościowej nie gwarantuje jednak, że w każdych warunkach uprawy otrzyma się ziarno o wymaganej w danej grupie jakościowej wartości technologicznej ponieważ na wartość technologiczną, oprócz czynników genetycznych, wpływają również warunki środowiska rolniczego, takie jak przebieg pogody w okresie wzrostu i rozwoju roślin, warunki glebowe oraz stosowane zabiegi agrotechniczne (przede wszystkim nawożenie mineralne i zabiegi ochrony roślin) [Cacak-Pietrzak 2008, 2011]. W warunkach uprawy ekologicznej zabiegi agrotechniczne są bardzo ograniczone, co może wpływać niekorzystnie na cechy jakościowe ziarna [Bartnik 1994]. W Polsce, podobnie jak w innych krajach UE, nie określono odrębnych wymagań jakościowych dla ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej, powinno ono zatem odpowiadać ogólnym wymaganiom jakościowym dla ziarna pszenicy.

Cel pracy, metodyka

Celem pracy była ocena wartości technologicznej ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej, pochodzącej z uprawy w ekologicznym systemie produkcji, pod kątem przydatności otrzymanej z niego mąki jako surowca do produkcji pieczywa i makaronu.

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno 11. ozimych odmian pszenicy zwyczajnej: Arktis (grupa jakościowa A), Belissa (B), Estivus (A), Fidelius (B), Hondia (A), Jantarka (B), KWS Ozon (B), Linus (A), Markiza (C), Ostka Strzelecka (A), Pokusa (B) oraz ziarno pszenicy orkisz, odmiany Rokosz. Ziarno pochodziło z doświadczenia polowego przeprowadzonego w sezonie 2017/2018 w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do IUNG-PIB w Puławach. Tegoroczna praca stanowiła kontynuację badań prowadzonych na ziarnie pszenicy ozimej ze zbioru w 2017 roku, dlatego nie zmieniano doboru gatunków i odmian pszenicy, warunków siedliskowych uprawy oraz metodyki badań laboratoryjnych.

Badania laboratoryjne zostały przeprowadzone w Zakładzie Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności SGGW, według metod powszechnie stosowanych dla ziarna zbóż i przetworów zbożowych [Jakubczyk i Haber 1983].

W ramach oceny fizyczno-chemicznej ziarna wykonano następujące oznaczenia:

- gęstość w stanie usypowym (ciężar hektolitrowy),
- masa 1000 ziaren,
- celność i wyrównanie,
- szklistość,
- twardość – przy użyciu przystawki Brabendera do farinografu przy szczelinie mielącej 100/5,
- zawartość zanieczyszczeń,
- wilgotność – metodą suszenia.

Przemiał laboratoryjny ziarna przeprowadzono w dwupasażowym młynie laboratoryjnym firmy Quadrumat Senior. Przed przemiałem ziarno poddano procesowi czyszczenia na granoteście firmy Brabender oraz kondycjonowaniu do wilgotności 14,5%. Na podstawie ilości uzyskanych produktów sporządzono bilans procesu przemiału, tzn. obliczono wydajność mąki z pasaży śrutowych i wymiałowych, wydajność mąki ogółem oraz wydajność otręb śrutowych i wymiałowych. Oznaczono również zawartość popiołu w mące (w temp. 900°C). Na podstawie wydajności mąki ogółem i popiołowości wyznaczono współczynniki efektywności przemiału K [Sitkowski 2010].

W ramach oceny cech fizyko-chemicznych mąki wykonano następujące oznaczenia:

- barwę na fotokolorymetrze CR-200 firmy Minolta w systemie CIE w układzie L*a*b* [Biller i Wierzbicka 2003],
- wilgotność – metodą suszenia,
- zawartość białka ogółem – metodą Kjeldahla (Nx5,83),
- ilość glutenu mokrego i indeks glutenowy w systemie Glutomatic 2200 [PN-93/A-74042/02],
- liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena [PN-ISO 3093: 1996].

Przydatność mąk do produkcji pieczywa określano przeprowadzając próbny wypiek laboratoryjny. Ciasto (o wydajności 160%) przygotowano z 500 g mąki o wilgotności 14,0%, 300 cm³ wody, 15 g drożdży piekarskich i 7,5 g soli kuchennej w mieszarce SP-800A (czas mieszania 5 minut). Fermentacja przebiegała dwustopniowo – z przebicciem ciasta po 60 i 90 minutach, rozrost końcowy ciasta prowadzono w foremkach, wypiek odbywał się w piecu firmy Svena Dahlen w temperaturze 230°C przez 30 minut.

Ocenę przebiegu procesu wypieku przeprowadzono w oparciu o obliczenia:

- upieku i straty wypiekowej całkowitej,

- wydajności pieczywa.

Analizę jakości pieczywa przeprowadzono po 24 godz. od wypieku (pieczywo przechowywano w warunkach pokojowych). Obejmowała ona ocenę:

- objętości pieczywa,
- współczynnika porowatości miękiszu (wg Dallmana).

Dodatkowo przeprowadzono ocenę organoleptyczną metodą punktową zgodnie z normą PN-A-74108: 1996. Zespół przeprowadzający ocenę liczył dziesięć osób. Oceniano takie wyróżniki jakości pieczywa, jak wygląd zewnętrzny bochenka, zabarwienie i grubość skórki, elastyczność, porowatość i krajalność miękiszu oraz smak i zapach pieczywa.

W pierwszym etapie oceny przydatności mąk do produkcji makaronów określono podatność ciast na ciemnienie na podstawie zmiany barwy placuszków ciasta termostatowanych w temperaturze 30°C przez 2 godziny [Obuchowski 1997]. Zmianę barwy oceniano wizualnie i określano w trzystopniowej skali (I stopień – nie ciemnieje, II stopień – lekko ciemnieje, III stopień – mocno ciemnieje) oraz na fotokolorymetrze CR-200 firmy Minolta w systemie CIE w układzie L*a*b*. Na podstawie wyników pomiarów barwy placuszków ciasta przed i po termostatowaniu wyznaczono bezwzględną różnicę barwy [Biller i Wierzbicka 2003]. W następnym etapie pracy przygotowywano ciasto makaronowe o wilgotności 36% w urządzeniu Kitchen Aid. Ciasto sporządzano z 200 g mąki oraz wody o temperaturze 30°C i po rozwałkowaniu cięto do formy nitek. Uformowany makaron suszono w suszarce konwekcyjnej w temperaturze 60°C do zawartości wody 12% ($\pm 1\%$).

Analiza jakości makaronów obejmowała ocenę organoleptyczną makaronów przed i po ich ugotowaniu. W ramach oceny makaronu surowego określano zapach oraz wygląd ogólny na podstawie barwy, kształtu, pozostałych cech (np. pęknięcia na powierzchni, pstrociny). Ocena makaronu ugotowanego obejmowała ocenę smaku i zapachu oraz wyglądu ogólnego na podstawie barwy, kształtu (konsystencji) oraz pozostałych cech (np. występowanie zlepów). Zespół przeprowadzający ocenę organoleptyczną liczył dziesięć osób. Ocenę przeprowadzano metodą punktową przyznając za każdy wyróżnik jakościowy od 1 (najmniej pożądanym) do 5 punktów (najbardziej pożądanym). Wynik końcowy podano jako średnią liczbę punktów z oceny wszystkich cech. Wyznaczono również współczynniki przyrostu wagowego oraz straty suchej masy makaronów podczas gotowania [Obuchowski 1997].

Wyniki oceny cech fizyko-chemicznych ziarna

Według wymagań jakościowych zawartych w normie PN-R-74103 gęstość ziarna pszenicy w stanie usypowym powinna wynosić nie mniej niż 72,0 kg/hl. Ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy zwyczajnej, z wyjątkiem odmiany Estivus, cechowało się niższą od wymaganej wartością tego parametru (tab. 1). Spośród badanych próbek ziarna najwyższą gęstością w stanie usypowym (77,0 kg/hl) cechował się orkisz (odmiana Rokosz).

Masa 1000 ziaren oraz celność wskazują na wielkość i dorodność ziarna [Jakubczyk i Haber 1983]. Masa 1000 ziaren badanych odmian pszenicy zwyczajnej wynosiła od 30,1 do 41,9 g (średnio 34,9 g), masa 1000 ziaren orkiszu (odmiana Rokosz) wynosiła 36,7 g (tab. 1). Celność wszystkich badanych próbek ziarna pokrywała się z wyrównaniem, co świadczy o jego dobrej dorodności. Wartości tych wskaźników wynosiły od 69,4 do 92,6%. Najbardziej dorodne było ziarno pszenicy odmian: Hondia, Jantarka, Fidelius i Belissa, natomiast najmniej dorodne było ziarno orkiszu (odmiana Rokosz). Według Kiryluka i Gąsiorowskiego [1999] wyrównanie ziarna pszenicy przeznaczonego do przemiału na mąki gatunkowe (niskiego typu) powinno wynosić nie mniej niż 85%. Wymaganie to spełniało ziarno czterech odmian pszenicy zwyczajnej: Hondia, Jantarka, Fidelius i Belissa.

Tabela 1. Wyniki oceny cech fizyko-chemicznych ziarna

Odmiana	Gęstość w stanie usypowym [kg/ hl]	Masa 1000 ziaren [g]	Celność / wyrównanie [%]	Szklistość [%]	Twardość [j.B]	Zanieczyszczenia [%]	Wilgotność [%]
pszenica zwyczajna							
Arktis	69,6	30,1	72,9	6	560	0,2	14,7
Belissa	67,2	34,1	85,2	38	560	0,3	14,8
Estivus	73,1	34,7	81,7	35	620	0,2	14,6
Fidelius	69,5	36,8	87,3	5	540	0,5	14,7
Hondia	70,3	41,9	92,6	8	500	0,2	14,3
Jantarka	70,4	39,7	87,4	13	555	0,3	14,8
KWS Ozon	69,7	35,0	84,9	50	700	0,2	14,3
Linus	63,0	32,0	73,3	2	565	0,3	14,4
Markiza	68,8	32,5	77,0	54	640	0,2	14,6
Ostka Strzelecka	70,5	34,1	74,4	38	615	0,3	14,4
Pokusa	67,8	32,7	84,6	34	540	0,3	14,9
Średnia	69,1	34,9	81,9	26	580	0,3	14,6
pszenica orkisz							
Rokosz	77,0	36,7	69,4	62	605	0,6	13,9

Szklistość i twardość ziarna wskazują na strukturę bielma, są to parametry ważne w procesie przemiału ziarna pszenicy [Greffeuille i wsp. 2006, Dziki i wsp. 2011]. W młynarstwie klasyfikuje się jako szkliste ziarno o szklistości nie niższej niż 60%. Jeżeli udział ziaren szklistych jest poniżej 40% to ziarno określane jest jako mączyste [Kiryłuk i Gąsiorowski 1999]. Ziarno badanych odmian pszenicy zwyczajnej cechowało się mączystą strukturą bielma, natomiast ziarno orkiszu (odmiana Wirtas) było szkliste (tab. 1). Twardość ziarna badanych odmian pszenicy wynosiła od 500 do 700 j.B. Najbardziej twardym bielmem cechowało się ziarno pszenicy zwyczajnej odmian: KWS Ozon, Markiza, Estivus i Ostka Strzelecka oraz orkisz (odmiana Rokosz). Najbardziej miękkie było ziarno pszenicy odmian: Hondia, Fidelius i Pokusa.

Według wymagań jakościowych zawartych w normie PN-R-74103 ogólna zawartość zanieczyszczeń w masie pszenicy nie może przekraczać 15,0%. Wymaganie to spełniały wszystkie badane próbki ziarna (tab. 1). Zawartość zanieczyszczeń była niewielka, wynosiła 0,2-0,6%. Były to zanieczyszczenia zaliczane do grupy użytecznych – ziarna połamane, niewykształcone. Nie stwierdzono obecności zanieczyszczeń szkodliwych i/lub toksycznych.

Wilgotność ziarna wynosiła od 13,9 do 14,9% (tab. 1). Według wymagań jakościowych zawartych w normie PN-R-74103 wilgotność ziarna pszenicy nie powinna przekraczać 15,0%. Wymaganie to spełniały wszystkie badane próbki ziarna.

Wyniki przemiału laboratoryjnego ziarna i oceny cech fizyko-chemicznych mąki

Wydajności (wyciągi) mąki mieściły się w zakresie od 73,1 do 79,6% (tab. 2). Największe wyciągi mąki uzyskano z przemiału ziarna pszenicy orkisz (odmiana Rokosz) oraz ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Ostka Strzelecka, Jantarka i Hondia. Według wymagań klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy opracowanej w COBORU [Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński 1996] ogólny wyciąg mąki uzyskanej z ziarna pszenicy zaliczanej do grupy elitarniej nie powinien być mniejszy niż 72%. Wymaganie to spełniało ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy zwyczajnej oraz orkisz. Ilość mąki uzyskanej z pasaży wymiałowych (61,6-67,5%) była kilkukrotnie większa od ilości mąki z pasaży śrutowych (7,6-12,1%). Biorąc pod uwagę proporcje w ilości mąki z pasaży wymiałowych i śrutowych stwierdzono, że wyjątkowo dobrymi właściwościami kaszkującymi cechowało się ziarno pszenicy zwyczajnej odmian: Arktis, Belissa, Hondia, Linus i Ostka Strzelecka. Wydajności otrąb z pasaży śrutowych wynosiły od 9,6 do 17,7%, a otrąb z pasaży wymiałowych od 8,0 do 13,2%.

Tab. 2. Wyniki przemiału laboratoryjnego ziarna

Odmiana	Wyd. mąki śrutowej [%]	Wyd. mąki wymiało- wej [%]	Wyd. mąki ogółem [%]	Wyd. otrąb śrutowych [%]	Wyd. otrąb wymiało- wych [%]	Popiół [% s.m.]	Współ- czynnik K [-]
pszenica zwyczajna							
Arktis	7,6	66,7	74,3	17,7	8,0	0,67	111
Belissa	8,4	65,8	74,2	14,3	11,5	0,72	103
Estivus	10,3	64,2	74,5	14,5	10,7	0,75	99
Fidelius	10,4	63,7	74,1	16,6	9,3	0,65	114
Hondia	8,7	66,7	75,4	15,1	9,5	0,67	116
Jantarka	10,3	65,3	75,6	13,7	10,7	0,73	104
KWS Ozon	11,7	62,4	74,1	12,7	13,2	0,81	91
Linus	8,4	66,1	74,5	15,8	9,7	0,66	113
Markiza	11,5	61,6	73,1	16,1	10,8	0,70	104
Ostka Strzelecka	9,6	67,5	77,1	12,8	10,1	0,80	96
Pokusa	10,3	63,2	73,5	14,3	12,2	0,77	95
Średnia	9,7	64,8	74,5	14,9	10,6	0,72	104
pszenica orkisz							
Rokosz	12,1	67,5	79,6	9,6	10,8	0,91	87

Zawartość popiołu w mąkach otrzymanych z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy wynosiła od 0,65 do 0,91% (tab. 2). Najmniejszą popiołowością odznaczały się mąki z ziarna pszenicy odmian: Fidelius, Linus, Arktis i Hondia. Najwięcej składników mineralnych (popiołu) zawierała mąka orkiszowa oraz mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: KWS Ozon, Ostka Strzelecka i Pokusa. Wartości współczynnika efektywności przemiału K mieściły się w zakresie od 87 do 116. Na podstawie wartości tego współczynnika do grupy pszenic o najlepszej wartości przemiałowej ziarna zakwalifikowano odmiany: Hondia, Fidelius, Linus i Arktis.

Zawartość substancji mineralnych (popiołu) ma duży wpływ na barwę mąki. Im większa jest popiołowość mąki tym jej barwa jest ciemniejsza, co wynika z większej zawartości cząstek okrywy owocowo-nasiennej [Cacak-Pietrzak 2008]. Wartości parametru L* (jasność barwy) mieściły się w zakresie od 92,59 do 94,11% (tab. 3). Najwyższymi wartościami parametru L* cechowały się mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Fidelius, Hondia, Jantarka i Arktis. Wartości współczynnika a* mieściły się w zakresie od -0,37 do -1,38. Ujemne wartości wskazują na większy udział barwy zielonej niż czerwonej. Wartości współczynnika b* na podstawie którego można określić udział barwy żółtej (wartości

dotądnie b*) lub niebieskiej (wartości ujemne b*) mieściły się w zakresie od 8,69 do 10,97. Najwyższymi wartościami tego parametru barwy (powyżej 10) cechowały się mąki z ziarna orkiszu oraz pszenicy zwyczajnej odmian: Arktis, Belissa, Jantarka, KWS Ozon, Markiza, Ostka Strzelecka oraz Pokusa.

Tab. 3. Wyniki oceny barwy mąki

Odmiana	Parametry barwy		
	L*[%]	a*[-]	b*[-]
pszenica zwyczajna			
Arktis	93,45	-1,38	10,95
Belissa	93,15	-1,05	10,24
Estivus	93,24	-0,72	9,92
Fidelius	94,11	-0,84	8,71
Hondia	93,88	-0,83	8,96
Jantarka	93,56	-1,02	10,69
KWS Ozon	92,54	-0,71	10,70
Linus	93,31	-0,66	8,69
Markiza	93,34	-1,13	10,29
Ostka Strzelecka	93,42	-1,22	10,87
Pokusa	93,19	-1,17	10,47
Średnia	93,38	-0,98	10,04
pszenica orkisz			
Rokosz	92,59	-0,37	10,97

Zawartość białka ogółem w mąkach otrzymanych z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy zwyczajnej była niska, mieściła się w zakresie od 9,2 do 10,7% (średnio 10,1%) (tab. 4). Większą zawartością tego składnika (12,9%) odznaczała się mąka otrzymana z przemiału ziarna orkiszu (odmiana Rokosz). Poniżej 10% białka ogółem zawierały mąki z ziarna pszenicy odmian: Hondia, KWS Ozon i Markiza. Wydajność glutenu mokrego wymytego z mąki otrzymanej z ziarna badanych odmian pszenicy zwyczajnej również była niska, wynosiła od 15,4 do 24,6%. Według normy PN-91/A-74022:1992 ilość glutenu w mąkach pszennych niskowyciągowych nie powinna być niższa niż 25%. Wymagania tego nie spełniała żadna mąka otrzymana z ziarna pszenicy zwyczajnej. Największą wydajnością glutenu (27,6%), podobnie jak ogólną zawartością białka, cechowała się mąka orkiszowa (odmiana Rokosz). Na wartość technologiczną mąki pszennej, oprócz ilości, wpływa również jakość glutenu. Do celów wypiekowych najlepsze są mąki o wartości indeksu glutenu (IG) mieszczącego się w zakresie 60-90 jednostek. Wartości tego wskaźnika powyżej 90 jednostek wskazują na gluten bardzo mocny, natomiast poniżej 60 jednostek na gluten słabej jakości [Rothkaehl 2009]. Mała wydajność glutenu wyizolowanego z próbek mąki z ziarna pszenicy

zwyczajnej miała zapewne wpływ na wysokie (powyżej 90 jednostek) wartości IG. Wyjątek stanowił gluten wyizolowany z mąki z ziarna odmiany Markiza (IG 56) oraz orkiszu (IG 68). Na podstawie wartości IG gluten wymyty z większości próbek mąki, zakwalifikowano jako mocny.

Tab. 4. Wyniki oceny cech fizyko-chemicznych mąki

Odmiana	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Gluten mokry [%]	Indeks gluten [-]	Liczba opadania [s]
pszenica zwyczajna					
Arktis	12,8	10,0	20,1	98	315
Belissa	12,8	10,6	22,0	96	240
Estivus	12,8	10,2	21,0	95	336
Fidelius	13,0	10,0	15,4	100	245
Hondia	12,8	9,2	20,1	97	303
Jantarka	12,9	10,3	19,0	97	222
KWS Ozon	12,6	9,3	20,5	99	295
Linus	12,6	10,2	23,2	93	225
Markiza	12,9	9,8	24,6	56	228
Ostka Strzelecka	12,8	10,7	20,4	98	276
Pokusa	12,6	10,6	20,3	93	244
Średnia	12,8	10,1	20,6	93	266
pszenica orkisz					
Rokosz	12,2	12,9	27,6	68	331

Wartości liczby opadania, wskaźnika aktywności enzymów amylolitycznych, mieściły się w zakresie od 222 do 336 s (tab. 4). Większość badanych próbek mąki cechowała się średnią aktywnością enzymów amylolitycznych. Dla mąki przeznaczonej do wypieku pieczywa liczba opadania powinna mieścić się w zakresie 220-280 s (Rothkaehl 2009). Spośród badanych próbek niską aktywność amylolityczną wykazywały mąki z ziarna odmian: Arktis, Estivus i Hondia. W przypadku zbyt niskiej aktywności amylolitycznej wskazane jest jej podwyższenie poprzez dodatek do mąki preparatów zawierających enzymy amylolityczne. Dla mąki z pszenicy zwyczajnej przeznaczonej do produkcji makaronów wartości liczby opadania nie powinny być niższe niż 220 s. Wszystkie badane mąki spełniały to wymaganie.

Wyniki wypieku laboratoryjnego pieczywa

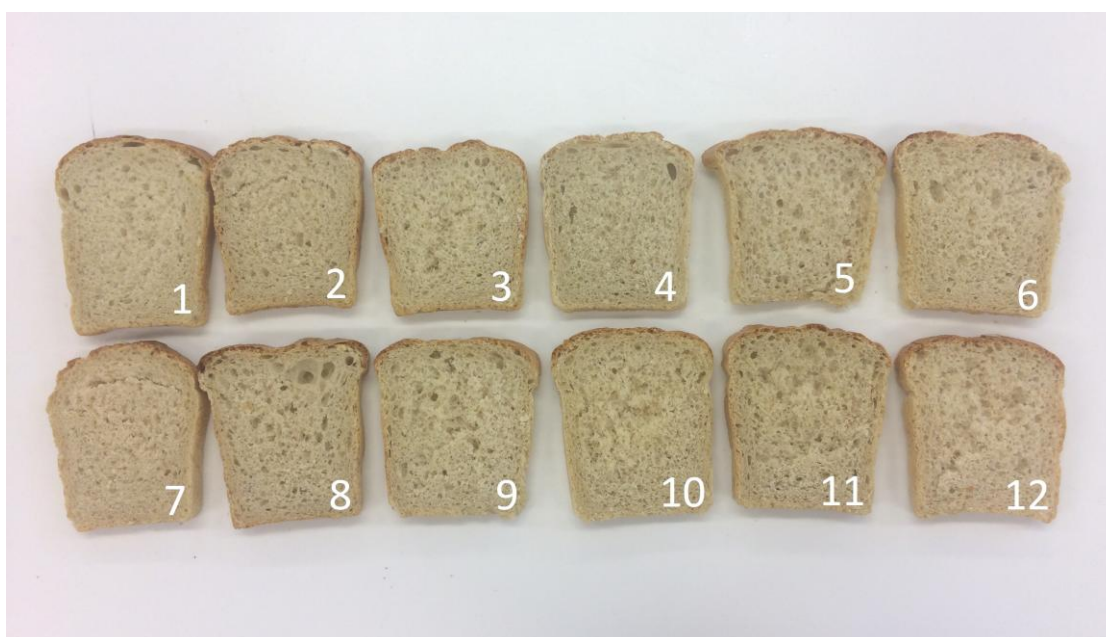
Upiek pieczywa otrzymanego z badanych próbek mąki (różnica pomiędzy masą kęsa ciasta uformowanego przed wypiekiem a masą chleba po wyjęciu z pieca) mieścił się w zakresie od 9,1 do 14,5% (tab. 5). Strata piecowa całkowita (różnica pomiędzy masą kęsa

ciasta uformowanego przed wypiekiem a masą chleba po wystygnięciu) wynosiła od 15,2 do 20,5%. Najmniejszym upiekiem i stratą piecową całkowitą cechowało się pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: KWS Ozon, Ostka Strzelecka i Pokusa, a największą z odmian Linus i Hondia. Upiek i strata piecowa całkowita pieczywa z mąki orkiszowej wynosiły odpowiednio: 10,8 i 16,8%. Wydajność pieczywa (ilość pieczywa uzyskana ze 100 części wagowych mąki) mieściła się w zakresie od 127,2 do 135,6% (średnio 130,4%). Wydajność pieczywa uzyskanego z mąki orkiszowej wynosiła 133,1%.

Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się prawidłowym smakiem i zapachem, typowym dla pieczywa pszennego. Kształt bochenków był prawidłowy, typowy dla pieczywa wypiekanego w foremkach. Skórka chleba miała właściwą grubość, barwę od jasno do ciemno brązowej. Nieznacznie popękana skórka cechowały się chleby z mąki z ziarna pszenicy odmian: Hondia, Jantarka, Linus i Pokusa. Wyrośnięcie bochenków było zróżnicowane. Objętość w przeliczeniu na 100 g pieczywa wynosiła od 278 do 337 cm³ (tab. 5). Największą objętością odznaczało się pieczywo z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Linus, Hondia, Jantarka, Markiza, Ostka Strzelecka i Arktis. Najmniej wyrośnięte były bochenki pieczywa z mąki z ziarna pszenicy odmian Estivus i KWS Ozon. Mięksiz pieczywa cechował się bardzo dobrą lub dobrą elastycznością, ale kruszył się podczas krojenia. Był on zróżnicowany pod względem barwy oraz porowatości (fot. 1). Współczynniki porowatości mięksizu wynosiły od 40 (odmiany Hondia, Linus) do 80 jednostek (odmiana Arktis) (fot. 2). Ilość punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej pieczywa wynosiła średnio od 19 do 30. Najwyższej zostało ocenione pieczywo z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Arktis. Na podstawie ogólnej ilości punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej pieczywo z mąki z ziarna tej odmiany pszenicy zostało zakwalifikowane do I poziomu jakości (28-32 pkt.). Do II poziomu jakości (27-23 pkt.) zakwalifikowano pieczywo z orkisz (odmiana Wirtas) oraz z mąki z ziarna większości odmian pszenicy zwyczajnej, z wyjątkiem odmian Hondia i Linus, które zakwalifikowano do III poziomu jakości. Uzyskane wyniki wskazują, że mimo niskiej zawartości białka, w tym białek glutenowych w mące, przy zastosowaniu bezpośredniej metody prowadzenia ciasta, możliwe jest uzyskanie pieczywa o dobrej jakości. Można to tłumaczyć wyjątkowo mocnym glutenem (IG \geq 90).

Tabela 5. Wyniki wypieku laboratoryjnego pieczywa

Odmiana	Upiek [%]	Strata piecowa [%]	Wydajność pieczywa [%]	Objętość pieczywa [cm ³]	Wsp. porowatości [-]	Ocena punktowa [pkt.]
pszenica zwyczajna						
Arktis	11,9	19,7	128,2	321	80	30
Belissa	12,0	19,2	129,4	297	70	26
Estivus	13,5	19,4	129,1	278	60	26
Fidelius	11,2	18,6	130,2	302	70	25
Hondia	12,9	20,5	127,2	335	40	19
Jantarka	11,7	18,9	129,9	328	60	23
KWS Ozon	9,1	15,2	135,6	285	60	27
Linus	14,5	20,5	127,3	337	40	22
Markiza	10,3	18,0	131,2	325	60	26
Ostka Strzelecka	9,7	16,6	133,4	324	60	27
Pokusa	11,7	17,2	132,5	316	50	23
Średnia	11,7	18,5	130,4	313	60	25
pszenica orkisz						
Rokosz	10,8	16,8	133,1	298	70	27



Fot. 1. Porównanie miękkiszu pieczywa: nr 1 odmiana Arktis, nr 2 Belissa, nr 3 Estivus, nr 4 Fidelius, nr 5 Hondia, nr 6 Jantarka, nr 7 KWS Ozon, nr 8 Linus, nr 9 Markiza, nr 10 Ostka Strzelecka, nr 11 Pokusa, nr 12 Wirtas (orkisz)



Fot. 2. Porównanie porowatości miększu pieczywa: odmiana Arktis (współczynnik porowatości 80), odmiana Hondia (współczynnik porowatości 40)

Wyniki oceny przydatności mąki do produkcji makaronów

Ważnym wskaźnikiem oceny przydatności mąki do produkcji makaronu jest określenie podatności otrzymanego z niej ciasta na ciemnienie. Pozwala ono na ocenę intensywności i kierunku zmian barwy ciasta makaronowego podczas kolejnych etapów produkcji oraz wstępne określenie barwy gotowego produktu. Niekorzystne zmiany barwy spowodowane są nadmierną aktywnością enzymów z grupy hydrolaz (głównie endo- i egzopeptydaz) oraz oksydoreduktaz (polifenylooksydazy i lipooksydazy). Dobrym surowcem do produkcji makaronu są mąki/kaszki o niewielkiej podatności na ciemnienie oraz dużej zawartości barwników karotenoidowych [Rachoń 2004].

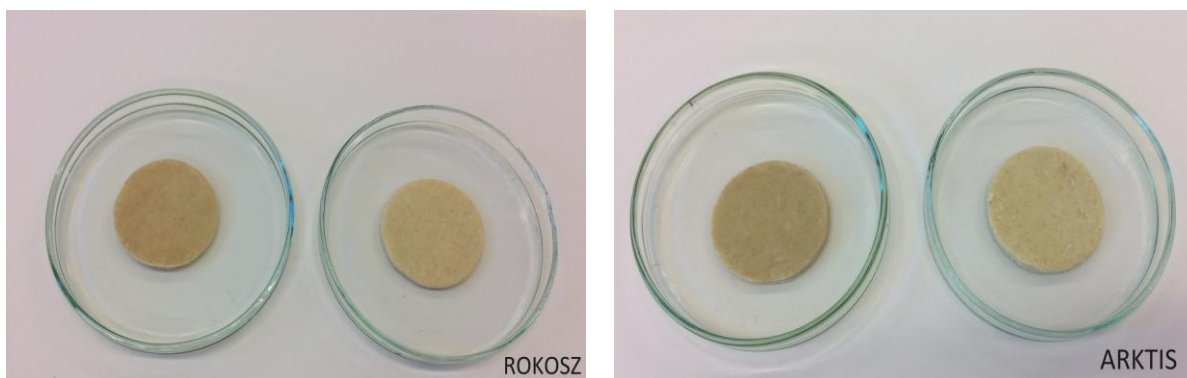
Wartości parametru L^* opisującego jasność barwy próbek ciasta makaronowego przed termostatowaniem mieściły się w zakresie od 77,23 do 79,49%, natomiast po termostatowaniu wynosiły od 67,79 do 71,28%, co wskazuje na niekorzystne pociemnienie ich barwy (tab. 6). Po termostatowaniu ciasta wartości parametru barwy a^* uległy zwiększeniu (średnie odpowiednio: 0,96 i 2,82), co świadczy o zwiększeniu udziału barwy czerwonej. Wartości parametru b^* , wskazujące na udział barwy żółtej (wartości dodatnie b^*) lub niebieskiej (wartości ujemne b^*), w przypadku większości próbek ciasta nieznacznie zmalały. Wyjątek stanowiło ciasto z mąki z ziarna pszenicy odmiany Hondia. Bezwzględna różnica barwy (ΔE) ciasta makaronowego przed i po termostatowaniu wynosiła od 7,14 do 9,80. Najmniejsze wartości tego wskaźnika uzyskano dla ciast z mąki

orkiszowej (odmiana Rokosz) oraz ciast z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Linus, Markiza i Fidelius, a największe dla ciast z mąki z ziarna pszenicy odmian: Belissa, Ostka Strzelecka i KWS Ozon. Według Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej gdy wartość ΔE wynosi poniżej 2 różnica barwy jest nierozpoznawalna, przy wartościach ΔE mieszczących się w zakresie 2-3,5 różnice barwy są rozpoznawalne przez niedoświadczonego obserwatora, natomiast wartość ΔE powyżej 3,5 świadczy o wyraźnej różnicy barwy [Chmiel i wsp. 2011]. Na tej podstawie stwierdzono, że zmiany barwy wszystkich ciast makaronowych były znaczące.

Tab. 6. Wyniki oceny barwy ciasta i jego podatności na ciemnienie

Odmiana	Parametry barwy						ΔE [-]	Podatność na ciemnienie [st.]
	przed termostatowaniem			po termostatowaniu				
	L*	a*	b*	L*	a*	b*		
	[%]	[-]	[-]	[%]	[-]	[-]		
Arktis	77,23	0,25	17,90	68,83	1,98	17,58	8,64	III
Belissa	77,85	0,87	17,34	67,79	3,31	16,47	9,80	III
Estivus	78,65	0,89	17,30	70,35	2,75	15,40	8,77	III
Fidelius	78,88	0,81	15,63	71,27	2,05	14,10	7,96	II
Hondia	79,43	0,77	15,27	70,98	2,58	15,36	8,66	III
Jantarka	79,49	0,55	17,95	71,15	2,40	17,31	8,58	II
KWS Ozon	77,56	1,65	18,08	68,47	3,36	16,74	9,27	III
Linus	76,93	1,78	16,05	69,23	3,49	15,96	7,90	II
Markiza	77,41	1,01	16,83	69,66	2,58	16,49	7,93	II
Ostka Strzelecka	78,15	0,96	18,14	68,71	3,39	17,80	9,77	III
Pokusa	77,57	1,03	18,21	69,00	3,09	16,74	8,98	III
Średnia	78,10	0,96	17,15	69,59	2,82	16,36	8,75	-
pszenica orkisz								
Rokosz	78,14	1,58	18,21	71,28	3,58	17,95	7,14	II

Wizualna ocena ciasta otrzymanego z badanych próbek mąki potwierdziła stwierdzone instrumentalnie zmiany barwy ciasta makaronowego w trakcie termostatowania. Żadnej z badanych próbek ciasta nie zakwalifikowano do grupy o niskiej podatności na ciemnienie (I stopień) (tab. 6). Średnią podatnością na ciemnienie (II stopień) cechowały się ciasta z mąki orkiszowej (odmiana Rokosz) (fot. 3) oraz ciasta z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Fidelius, Jantarka, Linus i Markiza. Ciasta z mąki z ziarna pozostałych badanych odmian pszenicy wykazywały wysoką podatność na ciemnienie (III stopień).



Fot. 3. Porównanie barwy ciasta makaronowego po i przed termostatowaniem: odmiana Rokosz (II stopień), odmiana Arktis (III stopień)

Makarony otrzymane z mąki z ziarna badanych odmian pszenicy zwyczajnej oraz orkiszu były zróżnicowane pod względem zapachu oraz wyglądu zewnętrznego, przede wszystkim barwy, w mniejszym stopniu kształtu. Średnia suma punktów przyznana przez zespół przeprowadzający ocenę organoleptyczną makaronów przed ugotowaniem mieściła się w zakresie od 3,7 do 4,6 (tab. 7). Najwyżej oceniony został makaron z orkiszu (odmiana Rokosz), który cechował się odpowiednim kształtem oraz ładną barwą i przyjemnym zapachem (fot. 4) oraz makarony z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Hondia, Estivus, Fidelius (fot. 4) i Ostka Strzelecka. Najniżej natomiast zostały ocenione makarony z mąki z ziarna pszenicy odmian KWS Ozon (fot. 4) i Pokusa. Zastrzeżenia oceniających dotyczyły głównie barwy oraz kształtu (zlepy).



Fot. 4. Wygląd makaronów przed ugotowaniem (surowych): odmiana Rokosz (orkisz), odmiana Fidelius, odmiana KWS Ozon

Średnia suma punktów przyznana przez zespół oceniający makarony po ugotowaniu mieściła się w zakresie od 3,6 do 4,4 (tab. 7). Najwyższą sumę punktów przyznano makaronom z mąki orkiszowej (odmiana Rokosz, fot. 5) oraz z mąki z ziarna pszenicy odmian: Markiza, Estivus (fot. 5), Ostka Strzelecka, Jantarka i Pokusa. Pod względem smaku najwyżej został oceniony makaron z mąki z ziarna pszenicy odmiany Linus, natomiast pod względem barwy makaron z mąki z ziarna pszenicy odmiany Markiza. Na podstawie sumarycznej liczby punktów najniżej ocenione zostały makarony z mąki z ziarna pszenicy odmian: Arktis, Hondia (fot. 5) i KWS Ozon. Zastrzeżenia oceniających dotyczyły przede wszystkim kleistej konsystencji i zniekształcenia formy (widoczne zlepy), a także zapachu.

Tabela 7. Wyniki oceny jakości makaronów

Odmiana	Ocena organoleptyczna [pkt]		Straty suchej masy [%]	Współczynnik przyrostu wagowego [-]
	przed ugotowaniem	po ugotowaniu		
pszenica zwyczajna				
Arktis	4,2	3,6	5,9	2,5
Belissa	4,1	3,8	4,8	2,4
Estivus	4,3	4,2	5,2	2,3
Fidelius	4,3	3,9	5,6	2,3
Hondia	4,4	3,7	6,1	2,5
Jantarka	4,2	4,1	6,7	2,4
KWS Ozon	3,7	3,7	7,0	2,2
Linus	4,2	4,2	6,2	2,2
Markiza	4,1	4,4	5,3	2,2
Ostka Strzelecka	4,3	4,2	7,1	2,2
Pokusa	3,8	4,1	7,0	2,1
Średnia	4,1	4,0	6,1	2,3
pszenica orkisz				
Rokosz	4,6	4,4	5,5	2,2



Fot. 5. Wygląd makaronów po ugotowaniu: odmiana Rokosz (orkisz), odmiana Estivus, odmiana Hondia

Straty suchej masy podczas gotowania makaronów z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej wynosiły od 4,8 do 7,1% (tab. 7). Według Obuchowskiego [1997] nie powinny być one większe niż 10%. Im większa ilość suchej masy przedostaje się do wody tym makaron jest gorszej jakości. Najniższą stratą suchej masy podczas gotowania odznaczały się makarony z mąki z ziarna pszenicy odmian: Belissa, Estivus, Markiza, Fidelius i Arktis oraz z mąki orkiszowej (odmiana Rokosz). Najwyższe straty suchej masy wystąpiły podczas gotowania makaronów z mąki z ziarna pszenicy odmian: Ostka Strzelecka, KWS Ozon i Pokusa. Wartości współczynników przyrostu wagowego makaronów podczas gotowania wynosiły od 2,1 do 2,5. Największym przyrostem wagowym podczas gotowania cechowały się makarony z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Arktis, Hondia, Belissa i Jantarka, a najmniejszym z mąki z ziarna pszenicy odmiany Pokusa.

Stwierdzenia i wnioski

1. Ziarno badanych odmian pszenicy spełniało wymagania zawarte w normie PN-R-74103 odnośnie wilgotności i maksymalnej zawartości zanieczyszczeń, ale z wyjątkiem odmiany Estivus, cechowało się niższą od wymaganej gęstością w stanie usypowym. Ziarno wszystkich odmian pszenicy zwyczajnej cechowało się mączystą strukturą bielma, natomiast ziarno orkiszowe (odmiana Rokosz) było szkliste. Najbardziej dorodne było ziarno pszenicy odmian: Hondia, Jantarka, Fidelius i Belissa, natomiast najmniej dorodne ziarno orkiszowe.
2. Wyciągi mąki uzyskanej z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy były wysokie, wynosiły od 73,1 do 79,6%. Ilość mąki uzyskanej z pasaży wymiiałowych (61,6-67,5%) była kilkakrotnie większa od ilości mąki z pasaży śrutowych (7,6-12,1%). Popiołowość mąki mieściła się w zakresie wynosiła od 0,65 do 0,91%. Na podstawie wartości współczynników efektywności przemiału K stwierdzono, że najlepszymi właściwościami przemiałowymi cechowało się ziarno pszenicy odmian: Hondia, Fidelius, Linus i Arktis.
3. Zawartość białka ogółem w mąkach z ziarna pszenicy zwyczajnej wynosiła od 9,2 do 10,7%, a ilość glutenu mokrego od 15,4 do 24,6%. Największą zawartością substancji białkowych odznaczała się mąka z przemiału ziarna orkiszowego (odmiana Rokosz). Większość próbek mąki z ziarna odmian pszenicy zwyczajnej cechowała się mocnym

glutenem. Aktywność enzymów amylolitycznych badanych próbek mąki była na średnim lub niskim poziomie (wartości liczby opadania od 222 do 336 s).

4. Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym smakiem i zapachem oraz kształtem i barwą skórki. Objętość pieczywa mieściła się w zakresie od 278 do 337 cm³. Miękkiz chlebów cechował się bardzo dobrą lub dobrą elastycznością oraz zróżnicowaną porowatością. Na podstawie ogólnej ilości punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej do I poziomu jakości zakwalifikowano chleb z mąki z ziarna pszenicy odmiany Arktis. Do II poziomu jakości zostało zakwalifikowane pieczywo z orkisz (odmiana Rokosz) oraz z mąki z ziarna większości odmian pszenicy zwyczajnej, z wyjątkiem odmian Hondia i Linus, które zakwalifikowano do III poziomu jakości.
5. Instrumentalna oraz wizualna ocena ciasta makaronowego otrzymanego z badanych próbek mąki wykazała zmiany jego barwy w trakcie termostatowania. Żadnej z badanych próbek ciasta nie zakwalifikowano do grupy o niskiej podatności na ciemnienie. Większość próbek ciasta cechowała się wysoką podatnością na ciemnienie (III stopień). Średnią podatnością na ciemnienie (II stopień) cechowały się ciasta z mąki orkiszowej (odmiana Rokosz) oraz z mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Fidelius, Jantarka, Linus i Markiza.
6. Makarony otrzymane w warunkach laboratoryjnych były zróżnicowane pod względem jakości. Na podstawie oceny organoleptycznej najwyższej oceniono makarony otrzymane z orkisz (odmiana Rokosz) oraz z mąki z ziarna pszenicy odmian: Markiza, Estivus, Ostka Strzelecka, Jantarka i Pokusa, które po ugotowaniu zachowywały właściwy kształt, miały odpowiednią konsystencję, smak i zapach, a także najbardziej akceptowalną barwę. W przypadku pozostałych makaronów zastrzeżenia oceniających dotyczyły przede wszystkim barwy oraz zniekształcenia formy i kleistej konsystencji.
7. Na podstawie wyników dwuletnich badań (2017-2018) dotyczących przydatności ziarna pszenicy jako surowca do przetwórstwa stwierdzono, że wymagania przemysłu piekarskiego w największym stopniu spełniały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmian: Belissa, Estivus, Fidelius i Ostka Strzelecka oraz orkisz (odmiana Rokosz). Na podstawie wyników oceny podatności ciasta na ciemnienie oraz oceny organoleptycznej makaronów po ugotowaniu jako potencjalny surowiec

do produkcji makaronów wytypowano mąki z ziarna orkiszowego (odmiana Rokosz) oraz pszenicy zwyczajnej odmian: Jantarka, Markiza i Linus.

Literatura:

1. Bartnik M.: 1994. Wartość żywieniowa i technologiczna ekologicznych zbóż i przetworów zbożowych. *Przeł. Piek. i Cuk.* 42 (12), 32.
2. Biller E., Wierzbicka A.: 2003. Wybrane procesy w technologii żywności. Wyd. SGGW, Warszawa.
3. Cacak-Pietrzak G.: 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 52(11), 11-13.
4. Cacak-Pietrzak G.: 2011. Studia nad wpływem ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji roślinnej na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. Wyd. SGGW, Warszawa.
5. Chmiel M., Słowiński M., Cal P.: 2011. Zastosowanie komputerowej analizy obrazu do wykrywania wady PSE mięsa wieprzowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 6(79), 47-54.
6. COBORU: 2018. Lista odmian roślin rolniczych. Wyd. COBORU, Słupia Wielka.
7. Dziki D., Różyło R., Laskowski J.: 2011. Przemiał pszenicy i wpływ twardości ziarna na ten proces. *Acta Agrophysica* 18(1), 33-43.
8. Greffeuille V., Abecassis J., Rousset M., Oury F.X., Faye A., L'Helgouac'h C., Lullien-Pellerin V.: 2006. Grain characterization and milling behaviour of near-isogenic lines differing by hardness. *Theoretical and Applied Genetics* 114, 1-12.
9. Internet 1: <http://wiescirolnicze.pl/susza-jakie-zbiory-zboz-w-2018-r>
10. Jakubczyk T., Haber T. (red.): 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypty SGGW-AR, Warszawa.
11. Kiryłuk J., Gąsiorowski H.: 1999. Ocena wartości technologicznej pszenicy metodą przemiatu laboratoryjnego. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 43(11), 15-17.
12. Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.: 1996. Nowe zasady klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy w polskiej ocenie odmian. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 40 (11), 6-8.
13. Obuchowski W.: 1997. Technologia przemysłowej produkcji makaronu. Wyd. AR, Poznań.
14. PN-R-74103. Ziarno zbóż. Pszenica zwyczajna.
15. PN-91/A-74022: 1992. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
16. PN-A-74108: 1996. Pieczywo. Metody badań.
17. PN-93/A-74042/02: Ziarno zbóż i przetworów zbożowych. Oznaczanie glutenu za pomocą urządzeń mechanicznych. Pszenica.
18. PN-ISO 3093:1996: Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
19. Rachoń L.: 2004. Ocena przydatności ziarna krajowych i zagranicznych linii i odmian pszenicy twardej do produkcji makaronu. *Biul. IHAR* 231, 129-137.
20. Rothkaehl J.: 2009. Rynek pszenicy w Polsce. Jakość pszenicy zwyczajnej i system oceny. Wyd. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA, Warszawa.
21. Sitkowski T.: 2010. Ocena wartości przemiałowej ziarna pszenicy. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 54 (4), 23-24.

Zadanie 4. Charakterystyka odmian pszenicy ozimej w zakresie zdolności pobierania składników pokarmowych. Ocena profilu mikrobiologicznego strefy ryzosferowej

4.1. Ocena stanu odżywienia azotem, fosforem i potasem

Dr Jarosław Stalenga,

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej IUNG – PIB

Metodyka badań

Celem prowadzonych badań była ocena zawartości azotu (N), fosforu (P) i potasu (K) w dwunastu odmianach pszenicy ozimej (Arktis, Belissa, Estivus, Fidelius, Hondia, Jantarka, KWS Ozon, Linus, Markiza, Ostka Strzelecka, Pokusa i Rokosz) uprawianych w systemie ekologicznym. Dokonano również oceny stanu odżywienia azotem w/w odmian indeksem NNI, a dodatkowo w przypadku odmiany Hondia uzyskane wyniki porównano z tą samą odmianą uprawianą w systemach integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze. Pszenicę ozimą uprawiano na doświadczeniu polowym założonym w 1994 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie), którego celem jest porównywanie różnych systemów produkcji roślinnej. Badania prowadzono w 2018 r.

Indeks Odżywienia Azotem – NNI (*Nitrogen Nutrient Index*) wykorzystano do oceny stanu odżywienia azotem odmian pszenicy ozimej w fazach: koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) oraz kłoszenie (GS 50-59). Indeks ten jest definiowany następująco:

$$\text{NNI} = \text{N aktualny} / \text{N krytyczny}$$

gdzie:

N aktualny - zawartość azotu (%) w analizowanej próbie,

N krytyczny - krytyczna zawartość azotu (%).

Wartość krytyczna tego Indeksu z samej definicji wynosi 1. Zawartość krytyczną azotu wyznaczono w oparciu o następujące równanie regresji potęgowej, zaproponowane dla polskich warunków przez Fotymę:

$$Y = 4,56(W)^{-0,483}$$

gdzie,

Y - krytyczna zawartość azotu ogólnego (%),

W - plon suchej masy w t/ha.

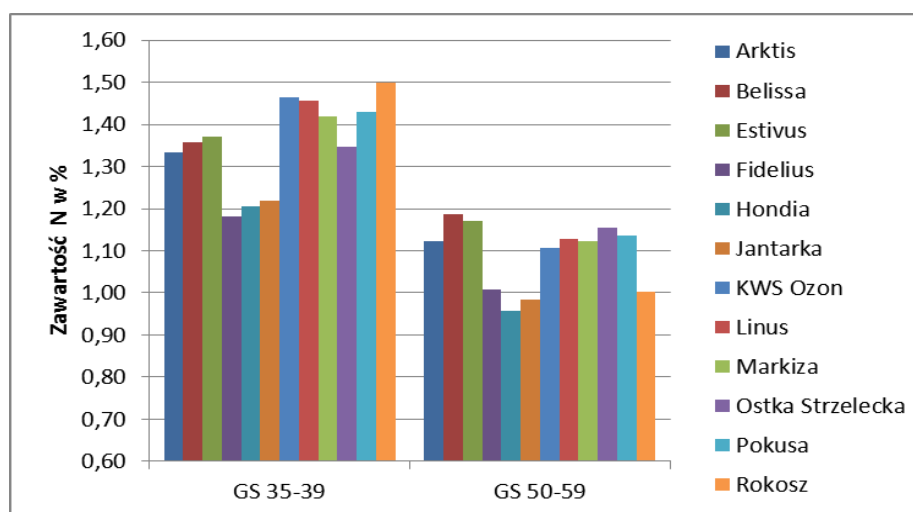
W celu oznaczenia w suchej masie badanych odmian pszenicy ozimej całkowitej zawartości N, P i K pobierano próby w czterech powtórzeniach w fazach: koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) oraz kłoszenia (GS 50-59).

Zgromadzony materiał roślinny pszenicy po wysuszeniu do stanu powietrznie suchego poddano mineralizacji na drodze mokrej stężonym H_2SO_4 i perhydrolem. N i P oznaczono metodą spektrofotometrii przepływowej, natomiast K metodą emisyjnej spektrometrii płomieniowej. Analizy wykonano w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych w Puławach.

Wyniki

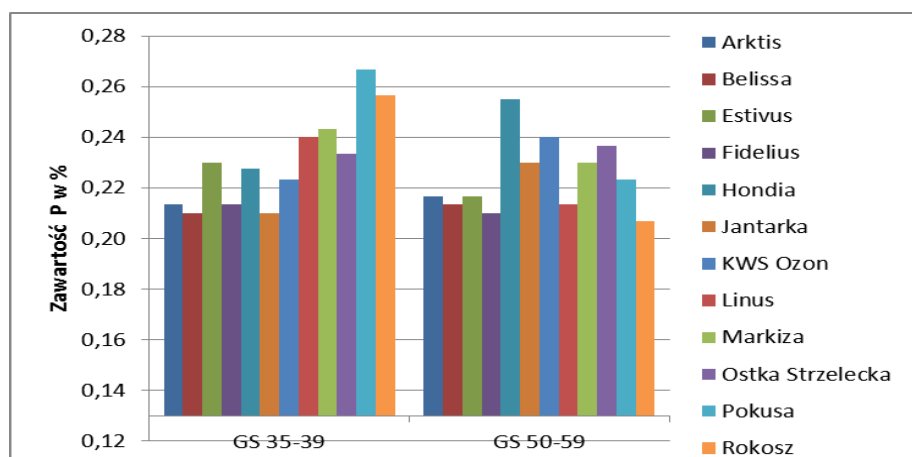
Ocena zawartości azotu (N), fosforu (P) i potasu (K)

Największą koncentrację azotu w fazie koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) pszenicy ozimej wynoszącą 1,5% odnotowano dla odmiany Rokosz, natomiast najmniejszą 1,18 % dla odmiany Fidelius. W fazie GS 50-59 zawartość azotu w suchej masie porównywanych odmian była zbliżona. Najwyższą koncentrację tego składnika wynoszącą 1,19% odnotowano dla odmiany Belissa, natomiast najniższą dla odmian Hondia i Jantarka, odpowiednio 0,96 i 0,98 (rys. 1).



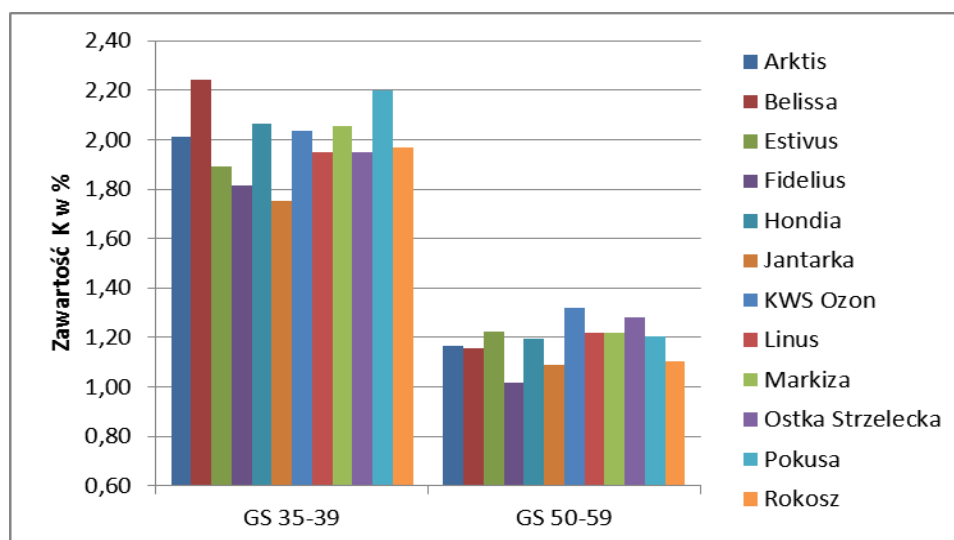
Rys. 1. Zawartość azotu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 35-39 i GS 50-59.

Najwyższą zawartość fosforu wynoszącą 0,29% w fazie koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) odnotowano dla odmiany Pokusa, natomiast najmniejszą koncentrację tego składnika - 0,21%, wykazano dla 4 odmian: Arktis, Belissa, Fidelius i Jantarka. W fazie kłoszenia (GS 50-59) najwyższe zawartości fosforu (0,26%) stwierdzono dla odmiany Hondia, najmniejsze zaś na poziomie 0,21% dla 4 odmian: Belissa, Fidelius, Linus i Rokosz (rys. 2).



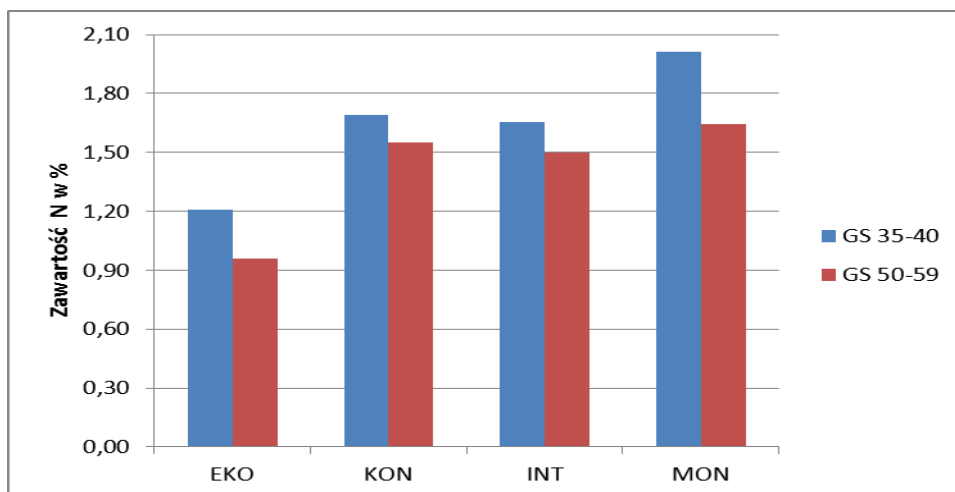
Rys. 2. Zawartość fosforu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 35-39 i GS 50-59.

Najwyższą koncentrację potasu w fazie koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) odnotowano dla odmiany Belissa i Pokusa, odpowiednio 2,24% i 2,20 %, zaś najmniejszą zawartość tego składnika wynoszącą 1,75% stwierdzono dla odmiany Jantarka. W kolejnym terminie oznaczeń największą zawartość potasu odnotowano dla odmiany KWS Ozon, zaś najmniejszą dla odmian Fidelius (rys. 3).



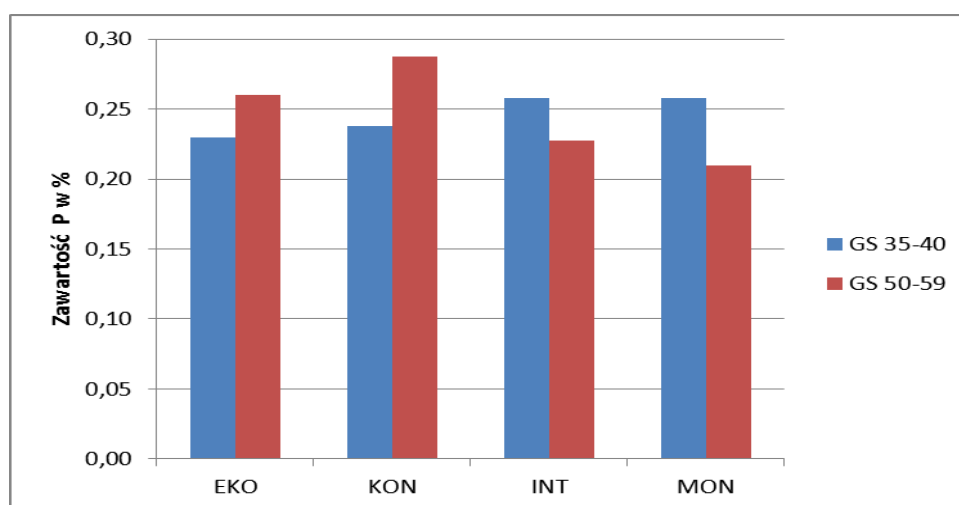
Rys. 3. Zawartość potasu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 35-39 i GS 50-59.

Zawartość azotu iw suchej masie odmiany Hondia w porównywanych systemach produkcji roślinnej była wyraźnie najmniejsza w obu terminach oznaczeń w systemie ekologicznym. W systemie integrowanym i w monokulturze koncentracja tego składnika w fazie GS 35-39 była na zbliżonym poziomie, natomiast w monokulturze była ona wyższa w stosunku do nich o ok. 20%. W fazie GS 50-59 w systemach innych niż ekologiczne zawartość azotu nie różniła się znacząco (rys. 4).



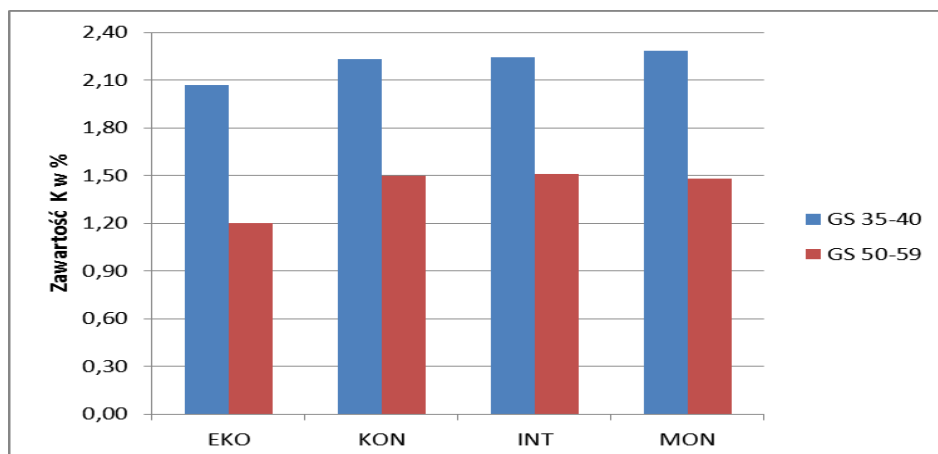
Rys. 4. Zawartość azotu w suchej masie dla odmiany Hondia pszenicy ozimej w systemach ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym oraz w monokulturze w fazach GS 35-39 i GS 50-59.

Zawartość fosforu w suchej masie odmiany Hondia w porównywanych systemach produkcji roślinnej była na zbliżonym poziomie. W fazie GS 35-39 koncentracja tego składnika w systemie integrowanym i w monokulturze była nieznacznie wyższa niż w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Natomiast odwrotnie w fazie GS 50-59 zawartość fosforu była większa w systemie ekologicznym i konwencjonalnym niż w dwóch pozostałych systemach (rys. 5).



Rys. 5. Zawartość fosforu w suchej masie dla odmiany Hondia pszenicy ozimej w systemach ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym oraz w monokulturze w fazach GS 35-39 i GS 50-59.

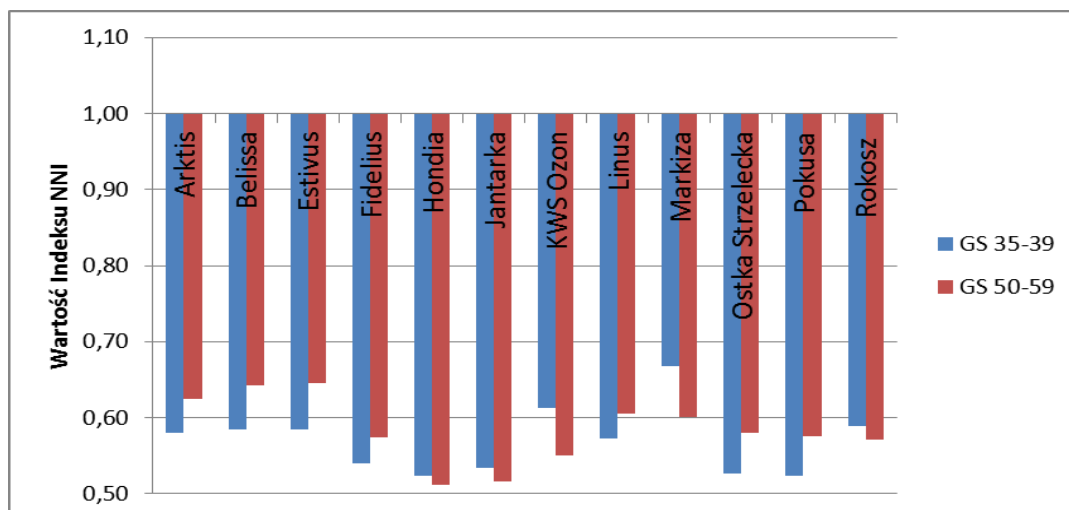
Zawartość potasu w suchej masie odmiany Hondia w porównywanych systemach produkcji roślinnej podobnie jak dla azotu była najmniejsza w obu terminach oznaczeń w systemie ekologicznym. W pozostałych systemach koncentracja tego składnika w fazach GS 35-39 i 50-59 była na zbliżonym poziomie (rys. 6).



Rys. 6. Zawartość potasu w suchej masie dla odmiany Hondia pszenicy ozimej w systemach ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym oraz w monokulturze w fazach GS 35-39 i GS 50-59.

Ocena testem NNI

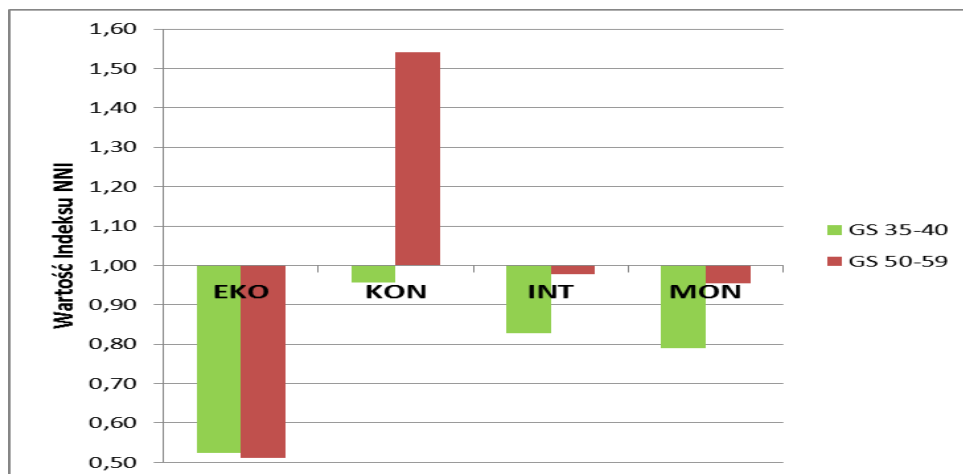
Ocena stanu odżywienia azotem testem NNI dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 35-39 oraz GS 50-59 wykazała dla wszystkich odmian i obu terminów deficytowy stan zaopatrzenia w ten składnik (rys. 7). Najmniej deficytowy stan odżywienia azotem w fazie GS 35-39 stwierdzono dla odmiany Markiza – 0,67, natomiast największy niedobór tego składnika wykazano dla odmian Hondia i Pokusa – 0,52. W fazie GS 50-59 najkorzystniejszym stanem odżywienia charakteryzowała się odmiana Estivus – 0,65, a największy niedobór ponownie odnotowano dla odmiany Hondia – 0,51.



Rys. 7. Wartość Indeksu NNI dla dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 35-39 oraz w GS 50-59.

Ocena stanu odżywienia azotem testem NNI odmiany Hondia w fazie koniec strzelania w źdźbło (GS 35-39) w systemach ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym oraz w monokulturze wykazała dla wszystkich obiektów deficytowe zaopatrzenie w ten składnik. Najbardziej deficytowy stan odnotowano w systemie ekologicznym, najmniej w systemie konwencjonalnym. W fazie GS 50-59 zbliżony do optymalnego stan odżywienia azotem odnotowano w systemie

integrowanym, natomiast nieznacznie deficytowy w monokulturze. W systemie konwencjonalnym stan zaopatrzenia w ten składnik był luksusowy i wynosił 1,54. Natomiast w systemie ekologicznym odnotowano w tej fazie dla odmiany Hondia wyraźnie deficytowy stan odżywienia azotem wynoszący 0,51 (rys. 8).



Rys. 8. Wartość Indeksu NNI dla odmiany Hondia pszenicy ozimej w systemach ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym oraz w monokulturze w fazach GS 35-39 i GS 50-59.

Wnioski

1. Spośród porównywanych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym najwyższą zawartością azotu i drugą pod względem zawartości fosforu w fazie GS 35-39 charakteryzowała się odmiana Rokosz, przeciwnie jednak do fazy GS 50-59, w której to dla obu tych składników stwierdzono w niej jedne z najmniejszych zawartości. Najwyższą w fazie GS 50-59 koncentrację azotu odnotowano dla odmian Belissa i Estivus, a w przypadku fosforu dla odmiany Hondia.
2. Najwyższą koncentrację potasu w fazie GS 35-39 odnotowano dla odmiany Belissa i Pokusa, zaś najmniejszą dla odmiany Jantarka. W fazie GS 35-39 KWS Ozon charakteryzował się największą zawartością potasu, zaś najmniejszą odmiana Fidelius
3. Zawartość azotu i potasu w suchej masie odmiany Hondia była wyraźnie mniejsza w systemie ekologicznym niż w systemach konwencjonalnym, i integrowanym oraz w monokulturze. Natomiast zawartość fosforu w tej odmianie nie różniła się znacząco w porównywanych systemach produkcji roślinnej.
4. Test NNI wykazał w fazach GS 35-39 oraz GS 50-59 deficytowy stan zaopatrzenia w azot wszystkich ocenianych odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym.
5. Odmiana Hondia w systemach innych niż ekologiczny (tj. w konwencjonalnym, integrowanym i monokulturze) charakteryzowała się nieznacznie deficytowym lub w przypadku systemu konwencjonalnego nawet luksusowym stanem odżywienia azotem ocenionym testem NNI.

Test ten wykazał ponadto w tych systemach wyraźnie lepszy stan odżywienia w fazie GS 50-59 niż w fazie wcześniejszej.

6. Istnieje potrzeba wypracowania w warunkach rolnictwa ekologicznego nowych zawartości krytycznych azotu lepiej dopasowanych do specyfiki tego systemu.

4.2. Analiza aktywności biologicznej gleb obejmujących ogólną liczebność bakterii, grzybów oraz aktywność enzymatyczną

*Dr hab. Anna Gałzka, prof. dr hab. Stefan Martyniuk, Emilia Grzęda,
Zakład Mikrobiologii Rolniczej IUNG -PIB*

Ocenę aktywności mikroorganizmów w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianej w rolnictwie ekologicznym przeprowadzono na dwóch grupach analiz:

- a). klasycznych analiz z zakresu aktywności biologicznej gleb obejmujących ogólną liczebność bakterii, grzybów oraz aktywność enzymatyczną (w dwóch terminach, maj i czerwiec 2018)
- b). profilu metabolicznego populacji mikroorganizmów z wykorzystaniem EcoPlates Biolog (w dwóch terminach, maj i czerwiec 2018).

4.2.1. Omówienie wyników oznaczeń liczebności mikroorganizmów i aktywności enzymów w glebie ryzosferowej pszenic

Najwyższą liczebność bakterii w fazie I poboru roślin stwierdzono w glebie przykorzeniowej trzech odmian pszenicy tj.: Pokusa, KWS Ozon oraz Linus i wynosiła ona odpowiednio 76.72×10^8 , 45.74×10^8 oraz 33.28×10^8 komórek oraz (j.t.k) w 1 gramie gleby. W tym samym doświadczeniu w roku 2017 w pierwszej fazie poboru próbek największą liczebność bakterii stwierdzono w odmianie Arktis i Estivus i wynosiła ona odpowiednio $9,22 \times 10^8$ i $8,22 \times 10^8$ komórek (j.t.k) w 1 gramie gleby. W drugiej grupie po względem liczebności bakterii znalazły się odmiany Estivus, Arktis i Fidelius (od 26.58 do 23.26×10^8 j.t.k./gram gleby), a pozostałe odmiany charakteryzowały się stosunkowo najmniejszymi populacjami omawianej grupy mikroorganizmów ryzosferowych (Tab. 1a). Podobnie jak bakterie, także grzyby glebowe w pierwszej fazie poboru próbek występowały najliczniej w ryzosferze odmiany Arktis (3.20×10^5 j.t.k. /gram), KWS Ozon (2.78×10^5 j.t.k. /gram) oraz Linus (2.70×10^5 j.t.k. /gram). Natomiast takie odmiany jak: Hondia, Jantarka, charakteryzowały się znacznie mniejszymi populacjami grzybów – od 1.67×10^5 do 1.44×10^5 j.t.k /gram gleby

odpowiednio dla odmiany. Podobne rezultaty uzyskano w roku poprzednim, gdzie w I fazie poboru próbek glebowych ogólna liczebność grzybów dla odmian Hondia, Jantarka, Belissa i Pokusa wynosiła od $4,09 \times 10^5$ do $4,72 \times 10^5$ j.t.k./gram gleby, a w ryzosferze pozostałych odmian liczebność tej grupy drobnoustrojów wahała się od $2,93$ do $3,90 \times 10^5$ j.t.k./gram gleb.

Tabela 1. Ogólna liczebność j.t.k. (jednostki tworzące kolonie) bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz (μg formazanu/1 g s.m. gleby) i fosfataz (μg pNP/1 g s.m. gleby) w glebie ryzosferowej różnych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym

Tabela 1a. Faza I

Odmiana	Aktywność dehydrogenaz ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy kwaśnej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy zasadowej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Ogólna liczebność bakterii (10^8 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność grzybów (10^5 j.t.k./g s.m. gleby)
Belissa	198,81 ^b	90,23 ^a	49,91 ^a	18,00 ^c	2,07 ^b
Hondia	180,14 ^c	81,09 ^a	46,20 ^b	4,69 ^d	1,67 ^b
Fidelius	204,92 ^b	79,12 ^b	44,98 ^b	23,26 ^c	1,44 ^c
Estivus	211,13 ^a	92,71 ^a	49,33 ^a	26,58 ^c	1,88 ^b
Arktis	216,01 ^a	91,44 ^a	48,24 ^a	24,47 ^c	3,20 ^a
Pokusa	210,18 ^a	83,92 ^b	46,18 ^b	76,72 ^a	2,06 ^b
Rokosz	216,84 ^a	80,70 ^b	47,17 ^a	14,39 ^c	1,33 ^c
Markiza	173,94 ^c	78,13 ^c	41,73 ^c	18,65 ^c	1,26 ^c
KWS Ozon	196,20 ^b	73,12 ^c	54,13 ^a	45,74 ^b	2,78 ^a
Ostka strzelecka	175,89 ^c	79,04 ^b	39,14 ^c	10,69 ^c	1,36 ^c
Linus	199,85 ^b	75,82 ^c	46,18 ^b	33,28 ^b	2,70 ^a
Jantarka	187,19 ^c	79,10 ^b	46,59 ^b	7,62 ^d	1,44 ^c

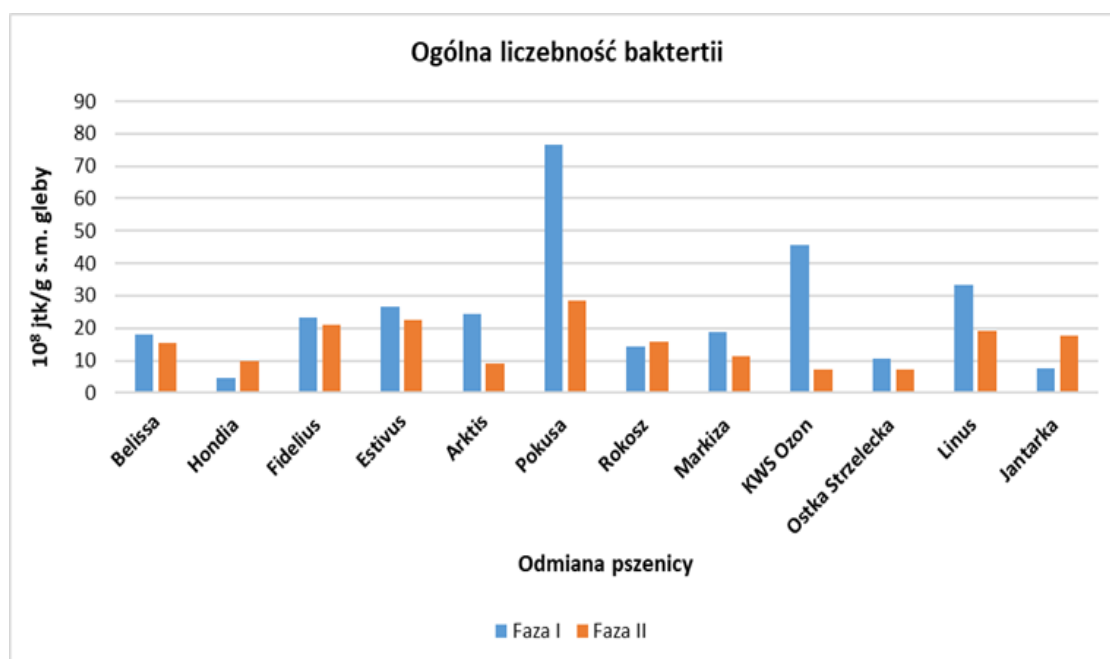
Tabela 1b. Faza II

Odmiana	Aktywność dehydrogenaz ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy kwaśnej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy zasadowej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Ogólna liczebność bakterii (10^8 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność grzybów (10^5 j.t.k./g s.m. gleby)
Belissa	141,27 ^b	86,19 ^a	45,10 ^b	15,45 ^b	1,43 ^c
Hondia	137,43 ^b	77,79 ^b	53,63 ^a	9,64 ^b	1,55 ^c
Fidelius	138,20 ^b	85,56 ^a	44,38 ^b	21,14 ^a	1,77 ^c
Estivus	134,49 ^b	105,43 ^a	43,54 ^b	22,44 ^a	3,38 ^a
Arktis	141,19 ^b	80,93 ^b	42,46 ^b	9,16 ^b	1,76 ^c
Pokusa	140,44 ^b	94,84 ^a	41,35 ^b	28,37 ^a	2,01 ^b

Rokosz	171,58 ^a	92,86 ^a	35,87 ^c	15,87 ^b	2,16 ^b
Markiza	147,13 ^b	89,78 ^a	45,99 ^b	11,43 ^b	2,43 ^b
KWS Ozon	142,42 ^b	82,30 ^b	52,37 ^a	7,20 ^c	2,28 ^b
Ostka Strzelecka	144,64 ^b	93,12 ^a	39,68 ^c	7,12 ^c	1,83 ^b
Linus	141,48 ^b	90,30 ^a	44,59 ^b	19,31 ^a	1,23 ^c
Jantarka	146,10 ^b	89,26 ^a	48,07 ^b	17,47 ^a	1,72 ^c

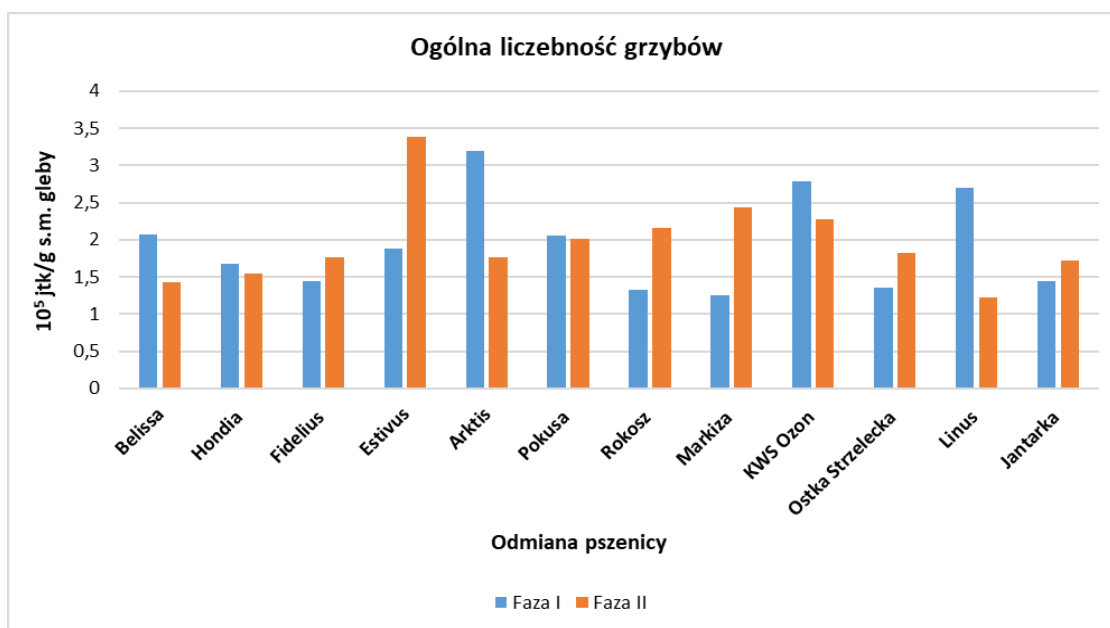
Największą ogólną liczebność bakterii w II fazie poboru próbek stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmian pszenicy tj.: Pokusa (28.37 x 10⁸ jtk/g s.m. gleby), Estivus (22.44 x 10⁸ jtk/g s.m. gleby), Fidelius (21.14 x 10⁸ jtk/g s.m. gleby), Linus (19.31 x 10⁸ jtk/g s.m. gleby) i Jantarka (17.47 x 10⁸ jtk/g s.m. gleby). Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności bakterii w glebie ryzosferowej w I fazie poboru próbek glebowych w porównaniu do II fazy (Fig 1). Wyższe ogólne liczebności bakterii obserwowano m.in. w glebie ryzosferowej odmiany Pokusa, KWS Ozon, Linus i Arktis w drugiej fazie poboru próbek.

Fig. 1. Ogólna liczebność bakterii w glebie ryzosferowej pszenic.



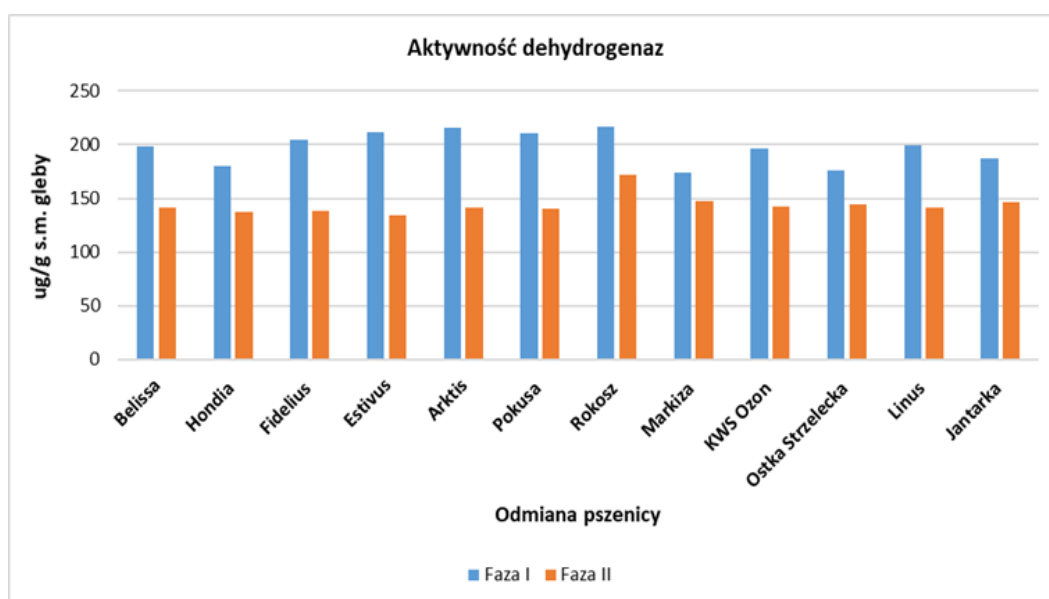
Największą liczebność grzybów w fazie II poboru próbek stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmiany pszenicy Estivus (3.38 x 10⁵ jtk/g s.m. gleby). Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności grzybów w glebie ryzosferowej w I fazie poboru próbek glebowych w porównaniu do II fazy (Fig 2).

Fig. 2. Ogólna liczebność grzybów w glebie ryzosferowej pszenic.



Najwyższą aktywność dehydrogenaz obserwowano w glebie ryzosferowej następujących odmian pszenic: Fidelius, Estivus, Arktis, Pokusa, Rokosz (dla I fazy poboru próbek) oraz Rokosz dla II fazy poboru próbek (Fig 3, Tabela 1a, 1b). Wysoka aktywność dehydrogenaz świadczy o dużej aktywności metabolicznej mikroorganizmów zasiedlających strefę korzeniową wymienionych odmian.

Fig. 3. Aktywność dehydrogenaz w glebie ryzosferowej pszenic.



Wysokie i istotne statystyczne współczynniki korelacji pomiędzy liczebnością badanych grup drobnoustrojów, czyli bakterii i grzybów, a aktywnością dehydrogenaz, odpowiednio: $r = 0,831$ i $r = 0,845$, wskazują na ścisłe związki pomiędzy tymi cechami. W przypadku

aktywności fosfatazy kwaśnej najwyższą aktywność tego enzymu stwierdzono w glebie ryzosferowej odmiany Estivus (Fig 4). Z kolei najwyższą aktywność fosfatazy zasadowej stwierdzono w glebie ryzosferowej odmian KWS Ozon, Hondia, Belissa, Estivus i Arktis (Fig. 5).

Fig. 4. Aktywność fosfatazy kwaśnej w glebie ryzosferowej pszenic.

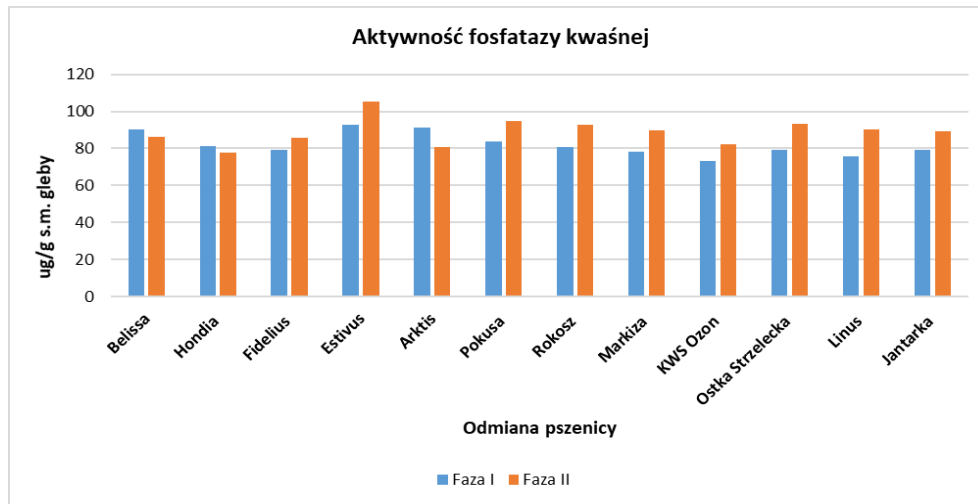
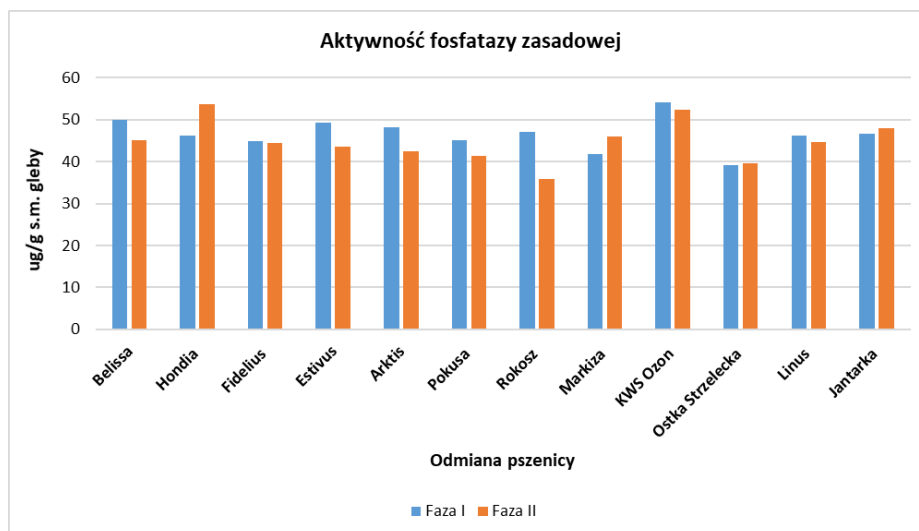


Fig. 5. Aktywność fosfatazy zasadowej w glebie ryzosferowej pszenic.



4.2.2. Omówienie oceny różnorodności funkcjonalnej zbiorowisk mikroorganizmów glebowych (microbial functional diversity) przy użyciu systemu Biolog (EcoPlate), czyli tzw. określenie profilu metabolicznego gleby (community level physiological profiles)

W strefie korzeniowej roślin obserwuje się zwiększoną aktywność i liczebność mikroorganizmów, co przyczynia się do efektywniejszego uruchamiania składników

mineralnych zawartych w glebie przykorzeniowej, a tym samym do lepszego odżywiania roślin. W dotychczasowych badaniach nad mikroorganizmami ryzosferowymi koncentrowano się na określaniu ich liczebności i identyfikacji najważniejszych gatunków. Aktualnie w wyniku dużego postępu w rozwoju metod badawczych możliwe także analizowanie aktywności metabolicznej ogólnej populacji mikroorganizmów zasiedlających różne środowiska, w tym także ryzosferę roślin. Jedną z takich nowoczesnych metod jest System Biolog, w którym przy użyciu płytek Biolog EcoPlates możliwe jest badanie zdolności drobnoustrojów ryzosferowych do rozkładu i wykorzystywania różnych substratów, np. takich jak zróżnicowane źródła węgla i energii (węglowodany), czy różne źródła (mineralne i organiczne) azotu.

Bezpośrednia inkubacja próbek środowiskowych w płytkach Biolog z różnymi substratami węglowymi jest wykorzystana w badaniach zmian złożonych zespołów mikroorganizmów, które wytwarzają specyficzne wzory, zwane profilami metabolicznymi. Tego typu badania pozwalają na uzyskanie dwóch typów wyników:

- (1) określenie dostępności i niedostępności do katabolizowanych substratów przez badane zespoły mikroorganizmów
- (2) istotności katabolizmu, określoną na podstawie intensywności zmiany barwy.

System Biolog służy do identyfikacji i charakteryzacji mikroorganizmów (bakterii, drożdży i grzybów strzępkowych). Ocena profilu metabolicznego gleby (*community level physiological profiles* – CLPP) jest jedną z metod wykorzystywanych w badaniach różnorodności funkcjonalnej zespołów mikroorganizmów pod wpływem badanych czynników. Technika zastosowana w systemie BIOLOG pozwala ocenić liczbę funkcji katabolicznych, wyrażonych jako liczbę wykorzystanych w różnym stopniu substratów, które mogą być przeprowadzone przez dany zespół mikroorganizmów (*functional richness*) oraz równomierność rozkładu substratów (*functional evenness*). Badania potencjalnej aktywności metabolicznej gleby w warunkach uprawy różnych odmian pszenicy w systemie ekologicznym przeprowadzono z wykorzystaniem płytek Biolog ECO, które są 96-dołkowymi mikroplytkami, zawierającymi trzy powtórzenia 31 różnych substratów węglowych oraz wody, stanowiącej próbę kontrolną. Jako wskaźnik zmiany barwy, w przypadku wykorzystania danego substratu przez wprowadzone do płytek mikroorganizmy, zastosowano fiolet tetrazoliowy, który ulega redukcji podczas utleniania substratów węglowych.

Badania przeprowadzone z wykorzystaniem tego systemu dostarczają cennych informacji o funkcjonalnej różnorodności zbiorowisk mikroorganizmów i mogą być zastosowane do monitorowania zmian środowiska w kontekście oceny aktywności mikroorganizmów w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym.

W pierwszym terminie poboru próbek glebowych (maj 2018) najwyższą aktywnością biologiczną po 144h inkubacji płytek Biolog EcoPlates charakteryzowały się gleby spod uprawy odmian pszenicy: Ostka Strzelecka, Jantarka, Arktis (Fig 6). Najniższą aktywnością biologiczną charakteryzowały się gleby spod uprawy odmian Estivus, Hondia i Belissa (Fig. 6). Podobne rezultaty uzyskano w ubiegłym roku, gdzie również gleba ryzosferowa odmian Jantarka i Ostka Strzelecka charakteryzowały się najwyższą aktywnością metaboliczną.

Analogicznie podobne rezultaty uzyskano przy opracowaniu wyników z podziałem na pięć grup związków (amin, aminokwasów, kwasów karboksylowych, węglowodanów oraz polimerów) (Ryc. 2). Obliczono także wskaźnik różnorodności funkcjonalnej AWCD (Fig 7). Najwyższym wskaźnikiem różnorodności funkcjonalnej w pierwszym terminie poboru próbek charakteryzowała się gleba pobrana spod uprawy odmiany Fidelius, Arktis, Pokusa, Linus i Jantarka.

Fig 6. Mapa cieplna – stopień wykorzystania 31 substancji po 144h inkubacji płytek Biolog EcoPlates (maj 2018) – I faza poboru próbek.

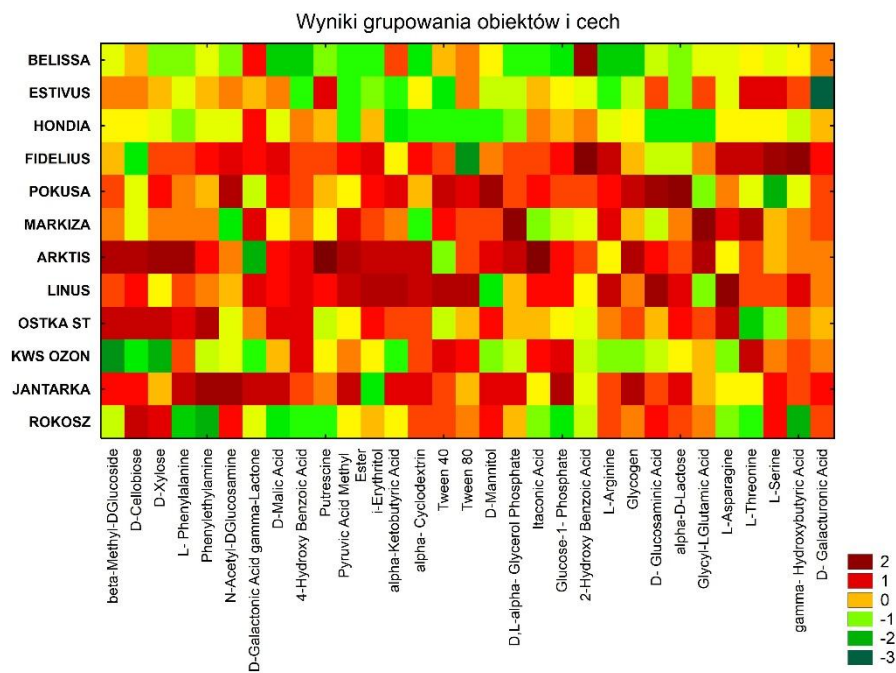
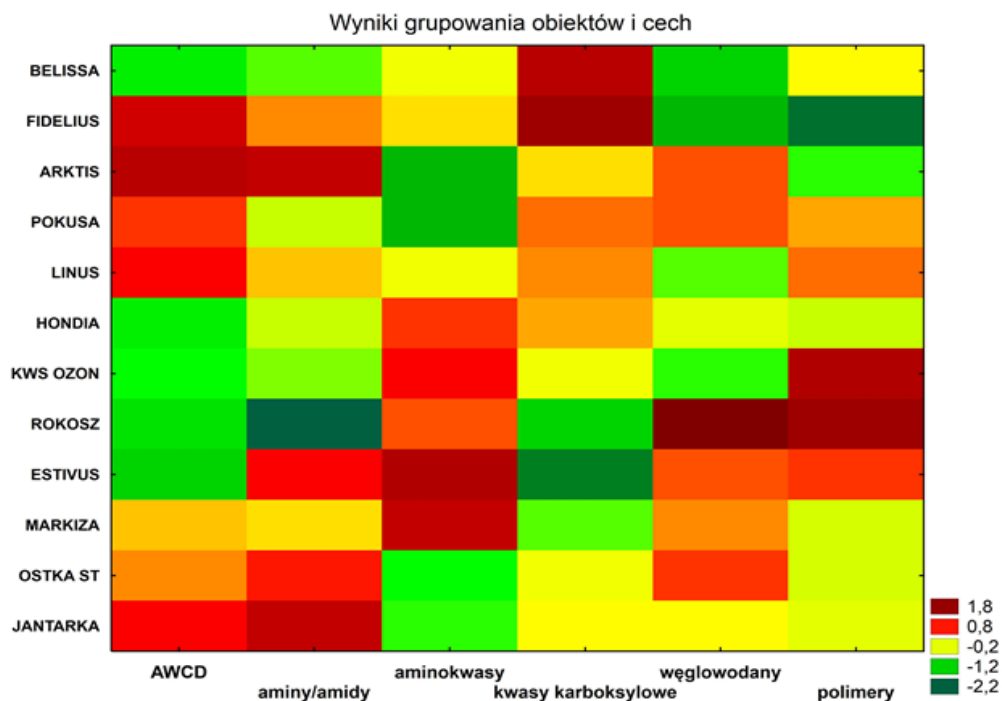


Fig 7. Mapa ciepłna – stopień głównych grup związków (amin, kwasów karboksylowych, polimerów, aminokwasów, węglowodanów) oraz wskaźnik różnorodności funkcjonalnej AWCD – I faza poboru próbek.

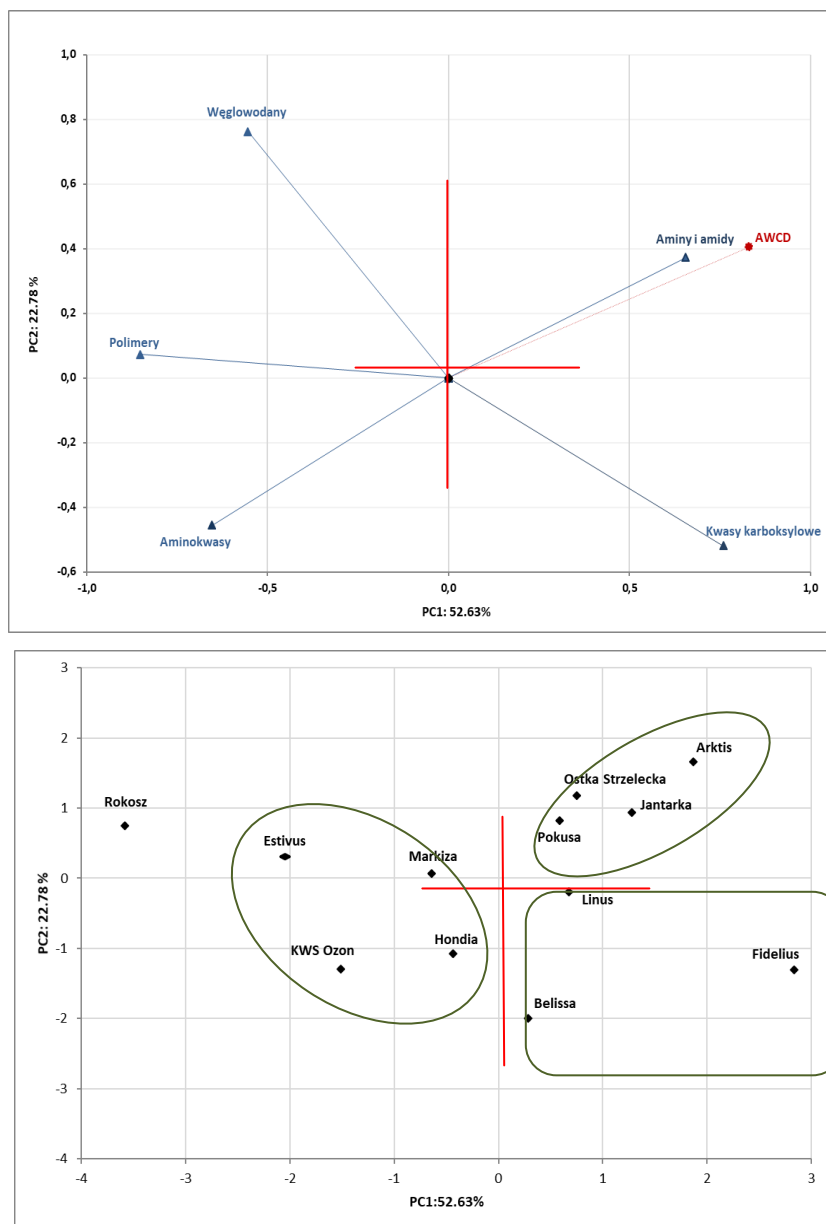


AWCD - suma absorpcji wszystkich zużytych substratów węglowych, przyjmując jako pozytywną odpowiedź mikroorganizmów dla poszczególnych substratów > 0,25.

Na podstawie analizy głównych składowych PCA wyodrębniono na podstawie profilu metabolicznego 3 grupy skupiające następujące odmiany pszenicy ozimej:

- **Ostka Strzelecka, Arktis, Jantarka, Pokusa** (o bardzo wysokiej aktywności biologicznej),
- **Linus, Fidelius, Belissa** (o wysokiej aktywności biologicznej),
- Estivus, Markiza, Hondia, KWS Ozon (o średniej aktywności biologicznej),
- Rokosz (o najniższej aktywności biologicznej) (Fig. 8).

Fig 8. Analiza głównych składowych dla profilu metabolicznego odmian pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym – I faza poboru próbek.



W drugim terminie poboru próbek glebowych (czerwiec 2018) najwyższą aktywnością biologiczną po 144h inkubacji płytek Biolog EcoPlates charakteryzowały się gleby spod uprawy odmian pszenicy: **Arktis, Rokosz, Ostka Strzelecka, Hondia i Estivus** (Fig 9). Najwyższym wskaźnikiem różnorodności funkcjonalnej w pierwszym terminie poboru próbek charakteryzowała się gleba pobrana spod uprawy odmiany Rokosz, Arktis, Pokusa, Belissa, Hondia, Ostka Strzelecka (Fig 10).

Fig 9. Mapa ciepła – stopień wykorzystania 31 substancji po 144h inkubacji płytek Biolog EcoPlates (czerwiec 2018) – II faza poboru próbek.

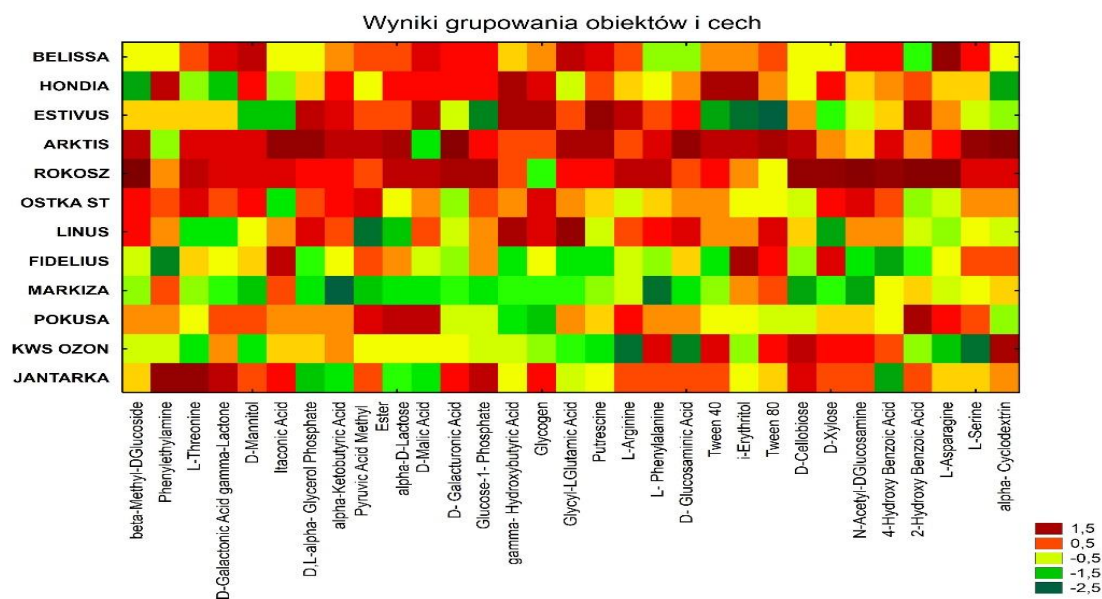
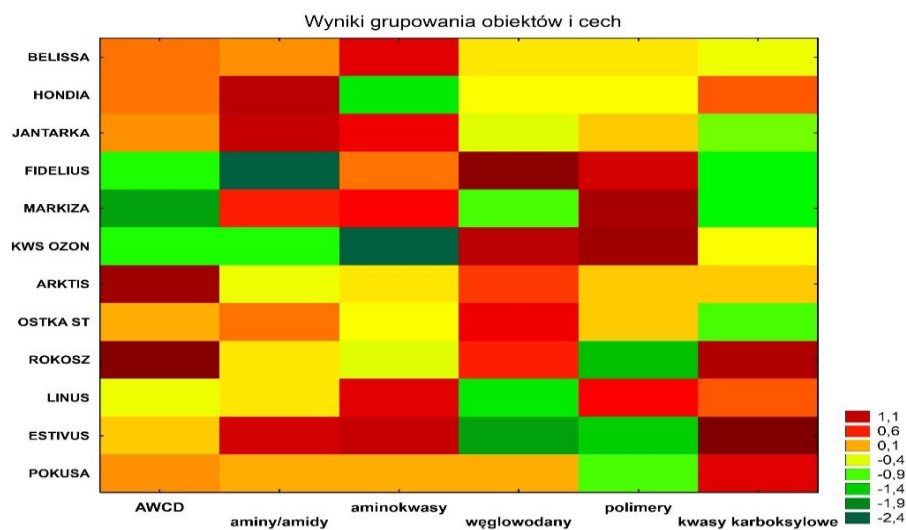


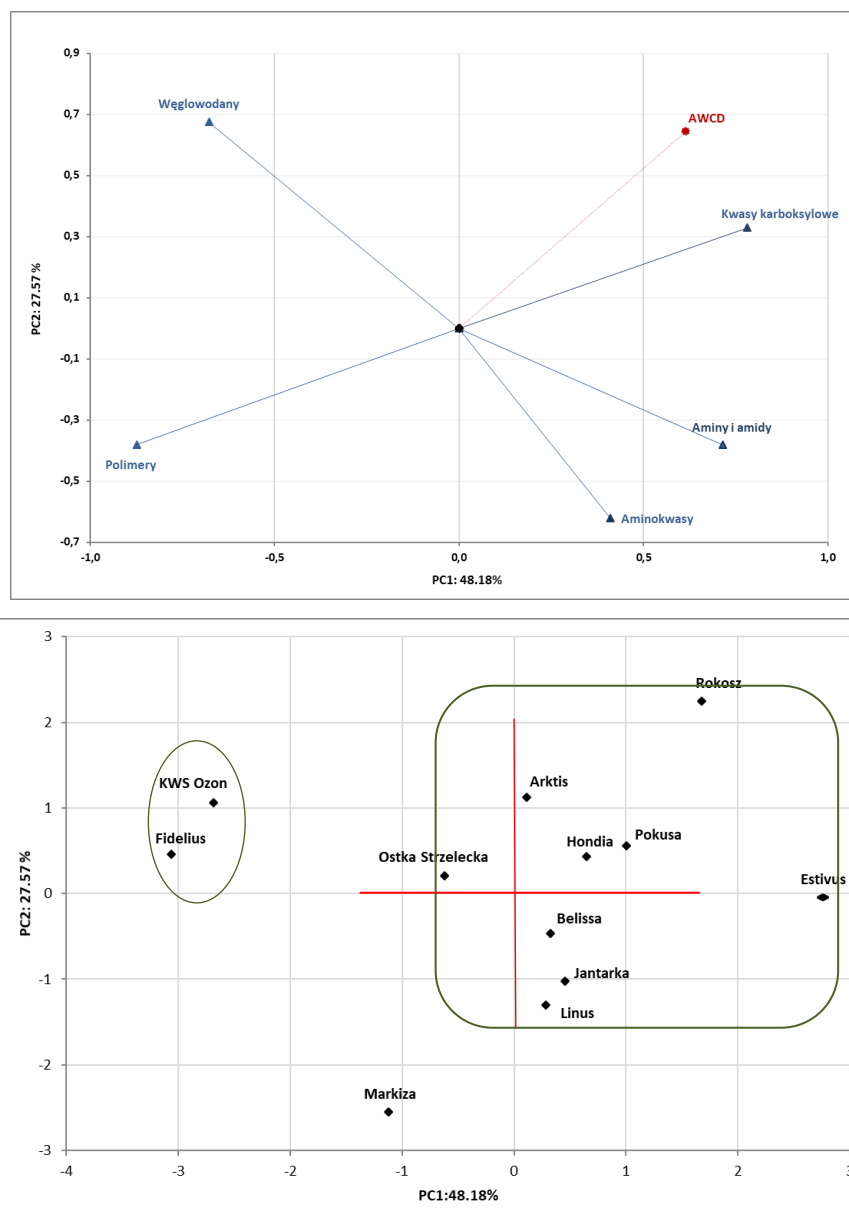
Fig 10. Mapa ciepła – stopień głównych grup związków (amin, kwasów karboksylowych, polymerów, aminokwasów, węglowodanów) oraz wskaźnik różnorodności funkcjonalnej AWCD – II faza poboru próbek.



Na podstawie analizy głównych składowych PCA wyodrębniono na przykładzie profilu metabolicznego w drugim terminie poboru prób glebowych 4 grupy skupiające następujące odmiany pszenicy ozimej:

- Ostka Strzelecka, Pokusa, Arktis, Hondia, Pokusa, Belissa, Jantarka, Linus, Estivus (wysokiej aktywności biologicznej)
- KWS Ozon, Fidelius (o średniej aktywności biologicznej)
- Markiza (o najniższej aktywności biologicznej) (Fig. 11).

Fig 11. Analiza głównych składowych dla profilu metabolicznego odmian pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym – II faza poboru próbek.



Mikroorganizmy zasiedlające korzenie roślin oddziaływały pośrednio na kształtowanie ogólnej aktywności biologicznej i żyzności gleby – co jest szczególnie istotne w przypadku rolnictwa ekologicznego. Obserwowano dużą zmienność aktywności biologicznej gleb ryzosferowych w sezonie wegetacyjnym pomiędzy poszczególnymi odmianami pszenicy ozimej. Wyniki tych analiz pozwoliły na pełniejszą charakterystykę potencjału plonotwórczego badanych odmian i ich przydatności do uprawy w warunkach rolnictwa ekologicznego.

Zadanie 5. Opracowanie założeń i wdrożenie systemu Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO).

Podstawowym celem prac realizowanych w zadaniu 5 było opracowanie i wdrożenie systemu Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO), który umożliwi ocenę przydatności odmian różnych grup roślin do uprawy w warunkach produkcji ekologicznej. Prace i materiały wypracowane w tym zadaniu wykonano we współpracy z Centralnym Ośrodkiem Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej.

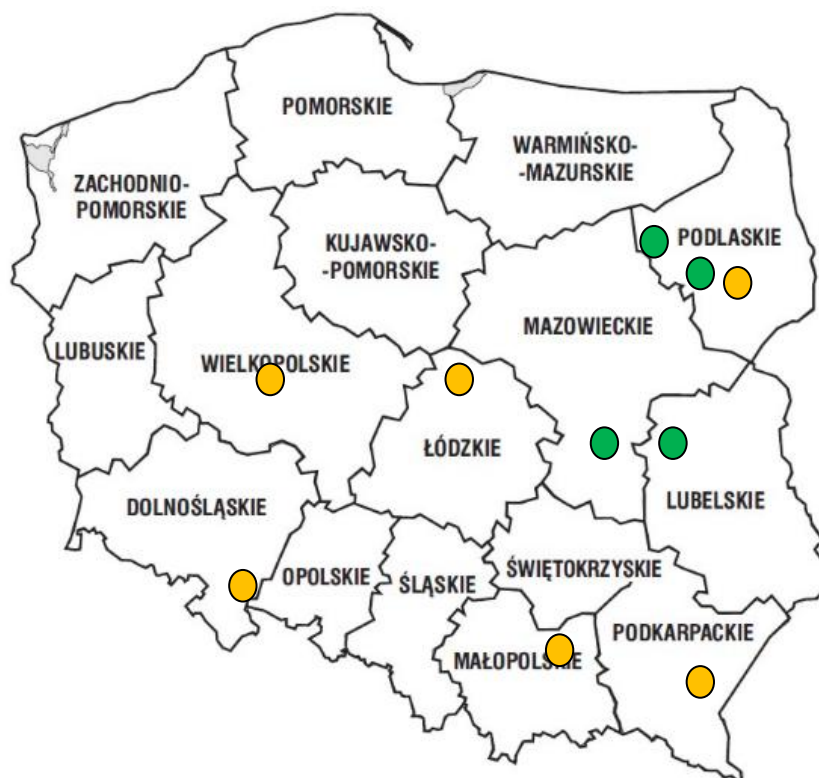
Realizacja zamierzonych celów w ramach zadania została zrealizowana poprzez:

- I. wytypowanie lokalizacji doświadczeń z uwzględnieniem optymalnych warunków do uprawy poszczególnych gatunków oraz stworzenia bazy badawczej w postaci pól eksperymentalnych prowadzonych zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego;
- II. opracowanie spójnej metodyki badań obejmującej m.in. zakładanie doświadczeń, prowadzenie obserwacji, ocenę występowania i nasilenia czynników ograniczających plonowanie, dokumentację wyników;
- III. opracowanie arkuszy dokumentacyjnych uwzględniających ocenę odmian i ich reakcję na uprawę w warunkach produkcji ekologicznej, wdrożenie systemu obiegu informacji z wykorzystaniem dostępu do bazy danych COBORU;
- IV. opracowanie strony internetowej informującej na bieżąco o uzyskanych wynikach badań.

Ad I. Zgodnie z założeniami systemu w różnych rejonach kraju przygotowano obiekty doświadczalne, które umożliwiają testowanie, zgodnie z wymaganiami rolnictwa ekologicznego, najważniejszych z punktu widzenia polowej produkcji rolniczej grup roślin (rys 1, tab.1).

Bazą badawczą systemu EDO są:

- statyczne obiekty doświadczalne zlokalizowane w różnych rejonach kraju z uwzględnieniem rejonów uprawy i warunków siedliskowych (jakości gleb) optymalnych do uprawy poszczególnych gatunków roślin (obiekty należące organizacyjnie do COBORU i IUNG - PIB);
- gospodarstwa ekologiczne i wydzielone pola funkcjonujące w systemie rolnictwa ekologicznego (podlegające corocznej kontroli przez jednostki certyfikujące).



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów doświadczalnych w ramach sieci Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO) w 2018 r.
kolor zielony – punkty nadzorowane przez IUNG-PIB, kolor pomarańczowy – punkty nadzorowane przez COBORU

W roku 2018 zgodnie z wypracowanymi założeniami systemu EDO założono doświadczenia ze zbożami jarymi (pszenica, jęczmień, owies), a jesienią ze zbożami ozimymi (pszenica, pszenżyto, żyto) - 6 punktów doświadczalnych dla każdego gatunku). W bieżącym roku ocenie poddano: 3 gatunki zbóż jarych: pszenica, owies i jęczmień. Dla każdego gatunku zostało wytypowanych 10 odmian oraz jedna mieszanina odmian. W następnych latach planowane jest rozszerzenie sieci o kolejne gatunki roślin uprawnych i lokalizacje badań. Założenia organizacyjne systemu Ekologicznego Doradztwa Odmianowego oparte na 4 polowym zmianowaniu z wydzieleniem pól wyrównawczych umożliwiają ocenę wielu gatunków roślin z uwzględnieniem wymagań ekologicznego systemu produkcji.

Tab.1. Schemat pola doświadczalnego EDO – przykład dla gleb dobrych
(możliwość testowania do 25 odmian na każdym z czterech pól)

	Ziemniak (międzyplony)	Zboże jare	Strączkowe	Zboże ozime
	pole wyrównawcze 60 m 50 m	pole wyrównawcze 60 m 50 m	doświadczenie (pszenżyto ozime i żyto ozime) 60 m 50 m	pole wyrównawcze (zboże jare – 2018) 60 m 50 m
IV powt.	pole wyrównawcze 60 m 50 m	15 m	15 m	15 m
III powt.		15 m	15 m	15 m
II powt.		15 m doświadczenie (jęczmień jary i pszenica zw. jara)	15 m doświadczenie (groch siewny)	15 m pole wyrównawcze (zboże jare – 2018)
I powt.		15 m 50 m	15 m 50 m	15 m 50 m
Powierzchnia	50 x 120 = 6.000 m ²	50 x 120 = 6.000 m ²	50 x 120 = 6.000 m ²	50 x 120 = 6.000 m ²

łączna powierzchnia pola doświadczalnego EDO: 6.000 m² x 4 = 24.000 m²; tj. **2,4 ha**;
całkowita długość – **200 m**, całkowita szerokość – **120 m**

Dotychczasowe badania nad doбором odmian dla rolnictwa ekologicznego prowadzone w IUNG - PIB oraz dane z systemu PDO prowadzonego przez COBORU pozwalają na wstępne wskazanie cech jakimi powinny charakteryzować się odmiany wykorzystywane w produkcji ekologicznej. W planowanych badaniach w ramach EDO wskazane jest prowadzenie 3 letnich serii doświadczeń oraz poszerzenie ich charakterystyki obejmującej m.in.:

- stabilność plonowania wynikającą z dostosowania do warunków siedliskowych;
- konkurencyjność w stosunku do chwastów w tym zdolność do regeneracji po intensywnych zabiegach pielęgnacyjnych z wykorzystaniem np. brony

chwastownika;

- parametry jakościowe, np. zboża o większej zdolności do kumulacji białka i wysokiej jakości glutenu znajdują większe uznanie na rynku produktów ekologicznych; bobowate o większej zawartości białka w nasionach i pozbawione substancji antyżywniowych;
- reakcję na długość wegetacji, np. odmiany zbóż wcześniej dojrzewające wykazują mniejsze szkody powodowane przez choroby liści i kłosa (mączniaki, rdze i septoriozy) niż przy odmianach późnych;
- cechy morfologiczne np. długość słomy, krzewistość, cechy decydujące o konkurencyjności w stosunku do chwastów;
- wymagania glebowe i zdolności pobierania składników pokarmowych z gleby;

Ad.2. Znaczenie i wartość planowanych badań w ramach EDO polega m.in. na ocenie odmian w szerszym zakresie niż ocena w systemie badań PDO prowadzonym przez COBORU oraz prowadzenie badań w warunkach produkcji ekologicznej. W celu dostosowania metod oceny odmian do potrzeb rolnictwa ekologicznego opracowano na potrzeby zespołu realizującego badania metodykę Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego. Metodyka EDO obejmuje założenia organizacyjne systemu, opis elementów agrotechniki uwzględniający specyfikę produkcji ekologicznej, sposób prowadzenia obserwacji i pomiarów oraz zasady dokumentowania wyników. Metodyka powstała we współpracy z zespołem specjalistów z COBORU i wykorzystuje wieloletnie doświadczenie z pracy w ramach Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego.

Ad. 3. Elementem archiwizacji i opracowania wyników badań w ramach EDO jest spójne dla wszystkich jednostek uczestniczących w badaniach zbieranie informacji i gromadzenie wyników. Elementem tego etapu prac jest prowadzenie wg. takiej samej metodyki obserwacji polowych i ich dokumentowanie. Istotnym elementem prac jest możliwość weryfikacji danych oraz elektroniczny system ich obiegu pomiędzy COBORU i IUNG – PIB. Wdrożenie jednolitego systemu oceny np. zachwaszczenia oraz nasilenia chorób grzybowych wymagało przeszkolenia zespołu uczestniczącego w badaniach. W tym celu zorganizowano spotkania konsultacyjne oraz warsztaty terenowe z ekspertem z IOR nt. oceny występowania i nasilenia patogenów grzybowych (fot.1).



Fot. 1. Warsztaty terenowe zorganizowanych w dn. 18 – 19.06.2018 r. w COBORU w Słupi Wielkiej

Ad. 4. W celu upowszechnienia wyników uzyskanych w ramach EDO stworzono stronę internetową dostępną pod adresem:

http://duw.iung.pulawy.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=328&Itemid=97

Koordynator prowadzonych badań

dr Krzysztof Jończyk