

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr: PJ.re.027.6.2019 (pozycja 1)



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

## Sprawozdanie

**Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, zalecanych do produkcji polowej towarowej.  
Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach.  
(Badania nad doborem odmian zbóż ozimych: pszenicy, żyta, pszenżyta).**

*Koordinator badań: dr Krzysztof Jończyk*

Zespół badawczy:

*dr Jarosław Stalenga, dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk, prof. dr hab. Stefan Martyniuk, dr hab. Anna Gałzka,  
dr Marek Sowiński, mgr inż. Ewa Markowska-Strzemska, mgr inż. Paweł Wolszczak, mgr Andrzej Górnik,  
Marek Woźniak, mgr Andrzej Markowski, mgr Maja Kostrzewa - Kosiarska Emilia Grzęda  
COBORU – mgr Józef Zych, mgr Andrzej Najewski  
UTP Bydgoszcz - dr hab. Leszek Lenc  
SGGW Warszawa – dr hab. Grażyna Cacak-Pietrzak*

Kierownik zadania badawczego

Dyrektor IUNG – PIB

.....

.....

Puławy 2019 r.

## Wstęp

Zboża ze względu na wszechstronne wykorzystanie w gospodarstwie oraz łatwość w uprawie należą do grupy roślin będących ważnym elementem produkcji roślinnej niezależnie od regionu uprawy i sposobu gospodarowania. Analiza rynku produktów ekologicznych wskazuje ponadto, że ekologiczne produkty zbożowe zajmują czołowe miejsce w strukturze konsumpcji i przetwórstwa żywności. Mając na uwadze znaczący udział zbóż w strukturze zasiewów gospodarstw ekologicznych (około 40 %) oraz ich wszechstronne wykorzystanie w gospodarstwie i przetwórstwie produktów ekologicznych, znaczenie zbóż w produkcji ekologicznej nabiera szczególnej wagi. W rolnictwie konwencjonalnym poprzez stosowanie różnych form nawozów, dzielonych dawek azotu dostosowanych do stanu ładu i potrzeb rośliny, istnieje szerokie spektrum oddziaływania na wielkość i jakość plonu oraz ukierunkowanie produkcji na konkretny profil wykorzystania ziarna zbóż, np.: produkcja pieczywa, ciastek, makaronów. W produkcji ekologicznej oddziaływanie na cechy jakościowe ziarna jest ograniczone. W kształtowaniu cech jakościowych większe znaczenie mają takie elementy jak: dobór odpowiedniej odmiany i przedplonu, agrotechnika ukierunkowana na zmniejszenie zagrożenia przez agrofagi (stosowanie materiału siewnego wysokiej jakości, mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne czy dbałość o czystość i warunki przechowywania ziarna).

Uzyskiwane w kraju w gospodarstwach ekologicznych plony są bardzo niskie, w zależności od gatunku wynoszą od 1,5 do 3 t/ha. Wskazuje to na całkowicie ekstensywny sposób uprawy tej grupy roślin i niewykorzystanie potencjału produkcyjnego zbóż. Prezentowane w omawianym cyklu prac wyniki wskazują na możliwość uzyskania wyższych plonów. Jednym z podstawowych elementów agrotechniki zbóż niedostatecznie wykorzystywanym w praktyce gospodarstw ekologicznych jest dobór odpowiedniej odmiany. Dodatkową istotną przesłanką za prowadzeniem badań nad doбором odmian do uprawy w gospodarstwach ekologicznych jest ograniczona dostępność do materiału nasiennego w jakości ekologicznej.

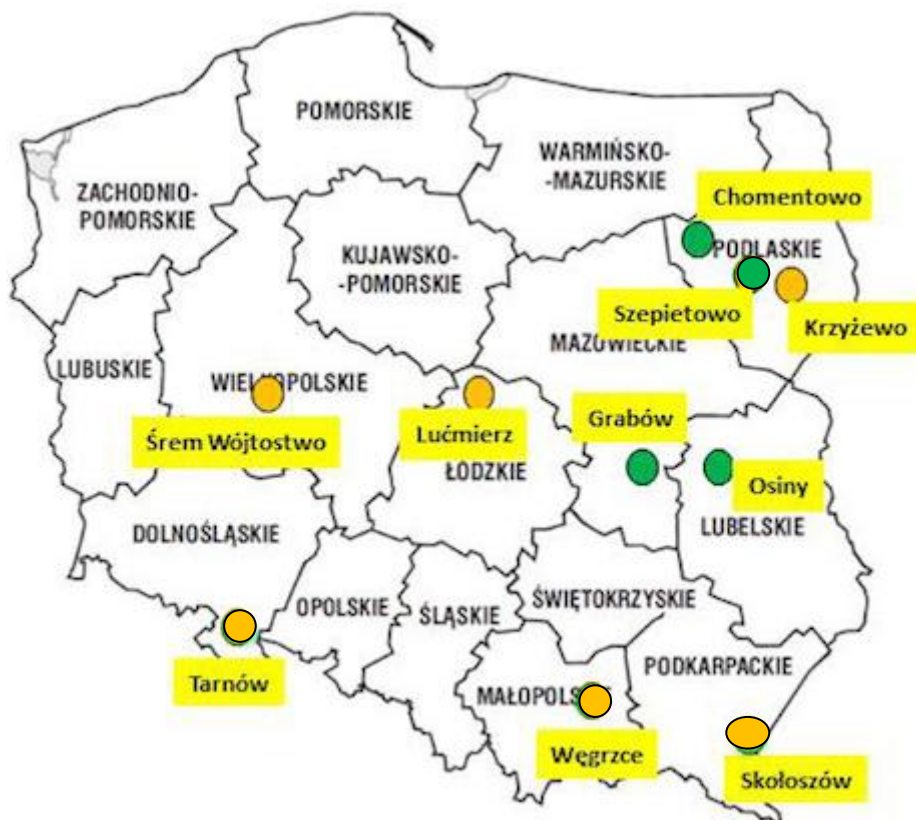
Badania zrealizowane w ramach niniejszego wniosku stanowią kontynuację koncepcji badań, w której ocena najnowszych odmian zbóż w ramach systemu **Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego EDO**.

**Podstawowym celem badań** zrealizowanych w 2019 r. była ocena przydatności do uprawy w ekologicznym systemie produkcji, najnowszych odmian pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego i żyta.

W roku 2019 doświadczenia ze zbożami ozimymi zlokalizowano w gospodarstwach ekologicznych w dziesięciu miejscowościach:

- Osiny woj. lubelskie, gospodarstwo IUNG – PIB– RZD Kępa, doświadczenia z pszenicą ozimą , pszenżytem ozimym, żytem;
- Grabów woj. mazowieckie - gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB, doświadczenia z pszenicą ozimą , pszenżytem ozimym, żytem;
- Chomentowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne, doświadczenie z pszenicą ozimą;
- Szepietowo – woj. podlaskie, PODR , doświadczenie z pszenżytem ozimym, żytem;
- Krzyżewo woj. podlaskie – Stacja Doświadczalna Oceny Odmian COBORU, doświadczenie z pszenżytem ozimym, żytem;

- Tarnów woj. dolnośląskie – Zakład Doświadczalny Oceny Odmian COBORU , doświadczenie z pszenicą ozimą;
- Skołoszów woj. podkarpackie - Zakład Doświadczalny Oceny Odmian COBORU, doświadczenie z pszenicą ozimą;
- Węgrzce woj. małopolskie - Stacja Doświadczalna Oceny Odmian COBORU, doświadczenie z pszenicą ozimą;
- Lućmierz woj. łódzkie - Zakład Doświadczalny Oceny Odmian COBORU, doświadczenie z pszenicą ozimą, żytem;
- Śrem – woj. wielkopolskie, Zakład Doświadczalny Oceny Odmian COBORU, doświadczenie z pszenicą ozimą, żytem.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów doświadczalnych ze zbożami ozimymi w ramach sieci Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO) w 2019 r.  
(kolor zielony – punkty nadzorowane przez IUNG-PIB, kolor pomarańczowy – punkty nadzorowane przez COBORU)

Zadania badawcze realizowane w 2019 r.

- Zadanie 1.**     **Badania nad doborem nowych jakościowych odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.**
- Zadanie 2.**     **Badania nad doborem nowych odmian pszenżyta ozimego do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.**
- Zadanie 3.**     **Badania nad doborem nowych odmian żyta do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.**
- Zadanie 4.**     **Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.*, występowanie mykotoksyn oraz zespołów mikroorganizmów ograniczających zasiedlenie ziarna przez *Fusarium spp.***
- Zadanie 5.**     **Ocena wartości wypiekowej mąki z ziarna nowych odmian pszenicy ozimej i jego przydatność do produkcji pieczywa.**
- Zadanie 6.**     **Charakterystyka odmian pszenicy ozimej w zakresie profilu mikrobiologicznego strefy ryzosferowej oraz zdolności do pobierania składników pokarmowych.**

#### **Warunki prowadzenia badań**

Badania ze zbożami ozimymi przeprowadzono w dziesięciu miejscowościach w warunkach siedliskowych dostosowanych do uprawy poszczególnych zbóż gwarantujących jednocześnie zróżnicowane uwarunkowania agroklimatyczne (tab. 1).

W sezonie wegetacji zbóż ozimych 2018/2019 r. okres bezpośrednio poprzedzający siewy charakteryzował się zwiększoną ilością opadów w Grabowie i Osinach co przyczyniło się do opóźnienia siewów i lokalnie utrudnieniami w przeprowadzeniu skutecznych zabiegów pielęgnacyjnych. Okres zimowy rośliny przetrwały w dobrej kondycji i nie odnotowano większych uszkodzeń. Od początku wegetacji wiosną 2019 r. do pełni strzelania w źdźbło w rejonach, w których założono doświadczenie nie wystąpiły anomalie pogodowe natomiast od początku maja do końca wegetacji wystąpiły niedobory opadów, które np. w warunkach Osin (woj. lubelskie) trwały najdłużej i spowolniły rozwój pszenicy wpływając na redukcje pędów i wypełnienie ziarna. W województwie podlaskim również odnotowano okresy suszy jednak trwała ona krócej i jej skutki były mniejsze. Na obszarze województw podkarpackiego, małopolskiego i części dolnośląskiego nie odnotowano suszy, a rozkład opadów i ich ilość korzystnie wpływały na stan roślin. Ogólnie mniejsza ilość opadów niż średnio w wieloleciu przyczyniły się do mniejszego nasilenia chorób grzybowych.

Tab. 1. Charakterystyka warunków siedliskowych doświadczeń ze zbożami ozimymi

Wyszczególnienie	Gospodarstwo/lokalizacja									
	Osiny	Grabów	Chomentowo	Szepietowo	Tarnów	Węgrzce	Skołoszów	Krzyżewo	Lućmierz	Śrem Wój.
Województwo	lubelskie	mazowieckie	podlaskie	podlaskie	dolnośląskie	małopolskie	podkarpackie	podlaskie	łódzkie	wielkopolskie
Kompleks przydatności rolniczej gleb	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry	pszenny dobry	pszenny wadliwy	pszenny bardzo dobry	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry	żytni bardzo dobry
Typ gleby	płowa	czarnoziem zdegradowany	brunatna wyługowana	płowa	pseudobielica	brunatna właściwa	czarnoziem zdegradowany	pseudobielica	brunatna wyługowana	pseudobielica
Gatunek gleby	piasek gliniasty mocny na glinie	piasek gliniasty mocny na glinie	utwory pyłowe na glinie lekkiej	utwory pyłowe na glinie lekkiej	piasek gliniasty mocny na glinie	pył ilasty	utwory lessowe	piasek gliniasty mocny	pył zwykły	piasek gliniasty lekki na glinie
Przedplon dla : pszenicy oz. pszenżyta oz. żyta	kon. czer.+tr. miesz zb.+bob. miesz zb.+bob.	koni. czer. koni. czer. koni. czer.	kon. czer.+tr. - -	- rzepak oz. rzepak oz.	groch - -	rzepak oz. - -	miesz zb.+bob - -	- groch groch	- groch groch	- bobowate bobowate

Tab. 2. Średnie miesięczne temperatury i sumy opadów w 2018/2019 r.

**Miesięczne sumy opadów**

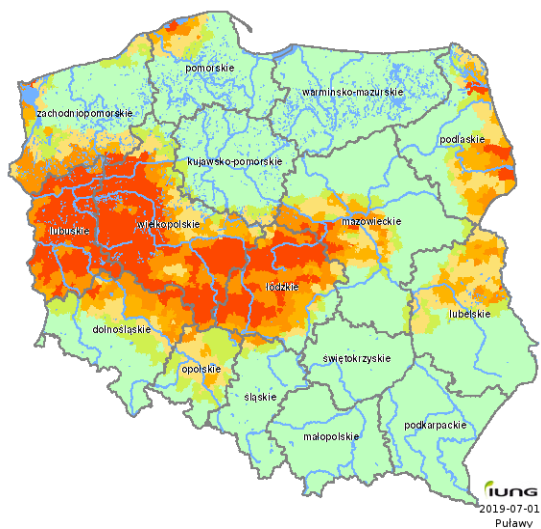
Miejscowość	Miesiąc											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Osiny *	47,1	40,2	8,5	57,2	29,9	17,1	22,7	35,5	86,1	38,7	33,9	86,7
Grabów	70,6	44,6	50,1	6,6	55,9	33,1	19,7	22,2	37,5	51,5	51,2	20,2
Chomentowo	50,5	46,3	17,1	77,6	44,7	15,8	23,4	3,7	116,0	35,1	106,7	79,9
Tarnów	71,2	36,5	26,9	37,1	30,5	27,0	48,0	39,2	69,5	59,5	66,1	77,3
Węgrzce	96,6	72,0	38,6	31,7	35,9	6,6	21,4	89,4	251,2	94,6	55,8	121,4
Skołoszów	34,6	40,1	24,9	38,1	42,9	12,9	23,1	46,7	158,6	25,4	60,2	101,9

Krzyżewo	65,9	42,4	16,3	73,9	36,6	12,1	45,0	9,9	55,7	20,3	66,9	75,4
Śrem Wójtostwo	54,0	29,9	14,2	42,9	49,7	14,2	28,8	8,1	78,9	18,9	39,6	48,5
Lućmierz	36,4	62,4	15,7	45,7	59,0	34,2	48,1	16,5	55,3	44,8	34,8	58,8
Szepietowo	35,1	50,2	17,9	81,2	25,4	13,2	39,4	13,1	85,9	32,8	54,0	73,1

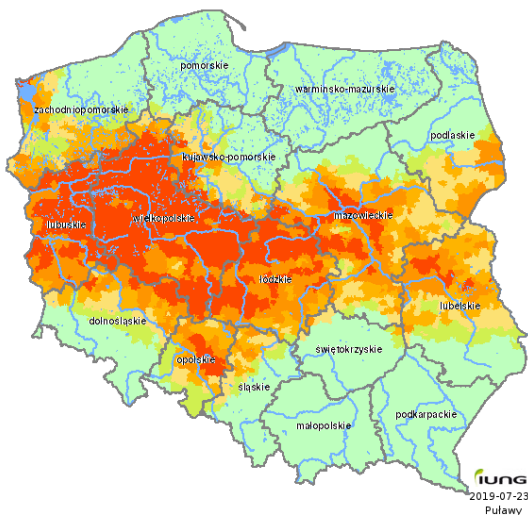
\* / dane ze stacji Puławy

### Średnia miesięczna temperatura powietrza

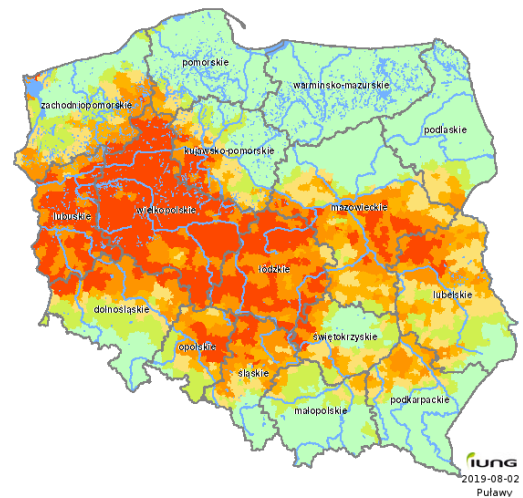
Miejscowość	Miesiąc											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Osiny	15,6	10,3	4,1	0,8	-2,8	2,6	5,5	9,6	12,9	21,7	18,6	20,2
Grabów	20,2	15,4	9,9	3,8	0,8	-2,4	2,6	5,4	9,8	13,1	21,7	18,7
Chomentowo	15,3	9,2	3,3	0,0	-3,6	1,9	4,2	8,6	12,5	20,4	17,5	18,5
Tarnów	16,7	11,7	5,5	2,4	-0,7	3,8	7,2	9,6	11,3	20,5	19,1	21,0
Węgrzce	16,0	10,8	4,9	0,9	-1,9	2,4	6,0	9,6	12,1	22,2	19,5	18,3
Skołoszów	15,8	10,4	4,5	0,5	-2,6	2,4	5,7	10,2	13,4	20,6	19,1	17,7
Krzyżewo	15,4	9,2	3,3	0,0	-3,4	1,9	4,3	8,3	12,8	20,7	18,1	17,0
Śrem Wójtostwo	17,0	11,6	5,8	3,0	0,2	3,7	7,2	10,5	12,7	22,7	20,0	17,8
Lućmierz	16,0	11,1	5,1	1,8	-1,4	3,1	6,2	9,9	12,7	21,9	19,1	18,8
Szepietowo	15,1	9,2	3,3	0,0	-3,2	1,8	4,4	9,1	14,1	21,2	17,6	18,9



okresy: od 1.V do 30.VI



od 21.V do 20.VII



od 1.VI do 31.VII

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 2019 – zboża ozime

Źródło: System Monitoringu Suszy Rolniczej, IUNG – PIB Puławy

## Zadanie 1. Badania nad doborem 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. Do badań wybrano odmiany uwzględniając wstępne ogólne kryteria m.in.: typ odmiany (E - elitarne, A - jakościowe, B - chlebowe), odporność na choroby grzybowe głównie liści i kłosów, mrozoodporność, wysokość, zróżnicowanie morfologiczne, rok wpisania do krajowego rejestru. W sezonie wegetacji 2018/19 zainicjowano, zgodnie z przyjętymi założeniami EDO trzyletni cykl badań nad zestawem: 16 odmian pszenicy ozimej, 12 odmian pszenżyta ozimego i żyta (w tym jednej mieszanki odmian).

### 1.1. Plonowanie pszenicy ozimej

W roku 2019 zainicjowano 3 letni cykl oceny 16 odmian pszenicy ozimej, w tym jednej mieszańcowej – Hybery. Badania prowadzono w różnych rejonach kraju z uwzględnieniem siedlisk i stanowisk optymalnych dla uprawy pszenicy (warunki glebowe, przedplon) (tab. 1). W roku 2019, niezależnie od odmiany plony w poszczególnych miejscowościach kształtowały się w granicach  $4,13 - 8,53 \text{ t*ha}^{-1}$ . W doświadczeniach zlokalizowanych w lepszych warunkach glebowych uzyskano największe plony: w Tarnowie (woj. dolnośląskie, gleby kompleksu 2) –  $8,53 \text{ t*ha}^{-1}$ , Węgrzicach (woj. małopolskie, gleby kompleksu 3) –  $6,84 \text{ t*ha}^{-1}$ , Skołoszowie (woj. podkarpackie, gleby kompleksu 2) –  $6,56 \text{ t*ha}^{-1}$ . W warunkach gleb słabszych należących do kompleksu żytanego bardzo dobrego pszenica plonowała niżej, w Grabowie (woj. mazowieckie) –  $4,90 \text{ t*ha}^{-1}$ , Chomentowie (woj. podlaskie) –  $4,67 \text{ t*ha}^{-1}$ , Osinach (woj. lubelskie) –  $4,13 \text{ t*ha}^{-1}$  (tab. 3). Analiza statystyczna wyników wskazuje na istotne współdziałanie warunków siedliskowych z plonowaniem odmian. W warunkach gleb należących do kompleksów pszennych 2 i 3 większa liczba odmian uzyskiwała plony powyżej wzorca (wartości średniej z wszystkich odmian). W grupie tej znalazły się: **Formacja, Owacja, Memory, Delawar, RTG Kilimanjaro, Hybery**. W zależności od lokalizacji doświadczenia odmiany te plonowały wyżej od wzorca o 2-17%. Na glebach kompleksu żytanego bardzo dobrego grupa odmian o wydajności większej od wzorca była mniejsza i znalazły się w niej: **Euforia, Comandor, Owacja, Plejada, Hybery**. Jedna odmiana Owacja uzyskiwała plony powyżej średniej we wszystkich lokalizacjach i kształtowały się one na glebach pszennych od  $9,54 \text{ t*ha}^{-1}$  w Tarnowie (woj. dolnośląskie) do  $6,68 \text{ t*ha}^{-1}$  w Skołoszowie (woj. podkarpackie). Analiza ocenianych parametrów struktury plonu wskazuje, że Owacja tworzyła łany o większej od średniej liczbie kłosów szczególnie w warunkach gleb słabszych (tab. 3.). Spośród ocenianych odmian wysokie wydajności w zdecydowanej większości doświadczeń (w 5 miejscowościach) uzyskały odmiany: **Euforia, RTG Kilimanjaro, Plejada** i odmiana mieszańcowa **Hybery**. Cechą charakterystyczną odmiany Hybery była duża masa 1000 ziaren i w większości doświadczeń tworzenie zwartej łanu o większej niż średnia obsadzie kłosów. Należy podkreślić, że w większości doświadczeń w wyjątkiem Osin



Tab. 3. Plonowanie odmian pszenicy ozimej – rok 2019

Odmiana	Osiny			Chomentowo			Grabów			Tarnów			Węgrzce			Skószów		
	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]
<i>Hondia</i>	3,92	413	40,6	4,70	394	41,9	5,20	407	36,4	8,18	465	42,6	6,66	454	47,0	6,24	530	47,3
<i>Formacja</i>	4,67	442	38,0	4,28	413	39,1	4,75	474	31,2	9,67	473	40,1	7,45	452	43,7	6,95	570	42,6
<i>Euforia</i>	4,34	405	41,1	4,71	370	42,9	5,20	446	35,5	9,45	493	41,9	7,03	462	44,0	6,51	607	43,3
<i>RGT Kilimanjaro</i>	3,88	356	39,8	4,12	265	40,0	5,05	373	37,1	8,70	525	44,2	7,31	474	46,1	6,83	595	45,3
<i>Comandor</i>	4,44	546	36,7	4,76	359	54,7	4,93	437	32,4	9,14	513	43,8	6,79	435	43,0	7,30	613	42,1
<i>Owacja</i>	4,91	474	37,3	5,09	407	40,7	5,26	372	32,5	9,54	463	38,8	7,50	443	44,4	6,68	648	44,1
<i>Plejada</i>	4,16	454	40,2	5,22	393	47,7	5,15	359	36,3	7,98	493	45,1	7,30	453	45,1	6,90	607	46,1
<i>Artist/Memory</i> *	4,12	424	36,2	4,99	368	53,5	4,77	485	31,5	9,22	460	40,7	7,34	428	44,7	6,75	613	46,6
<i>Tytanika</i>	3,92	522	33,4	4,67	446	36,3	4,70	421	33,2	7,92	483	32,2	6,26	441	42,5	6,32	623	38,0
<i>Medalistka</i>	4,32	458	39,3	4,04	314	45,2	4,49	365	32,8	9,03	430	47,5	7,43	487	45,0	6,28	553	45,5
<i>Bonanza</i>	4,41	388	39,0	4,25	323	45,9	5,20	384	33,7	8,60	513	40,8	6,86	466	44,5	6,17	635	44,4
<i>KWS Spencer</i>	3,27	406	40,0	4,71	363	37,9	4,59	343	35,6	8,57	498	47,0	6,93	446	46,9	6,77	612	46,6
<i>Delawar</i>	3,59	481	34,6	4,72	420	41,3	4,80	394	32,4	8,86	465	38,5	6,99	419	42,3	7,26	538	39,5
<i>Ostka Grub. Grod.</i>	3,42	302	41,0	4,14	318	45,8	3,47	389	34,6	4,29	343	43,2	2,68	442	42,5	4,70	654	46,2
<i>Hybery</i>	5,10	460	38,7	5,37	344	47,7	5,32	399	34,1	8,55	495	40,8	8,00	429	44,3	6,97	582	46,6
<i>RGT Bilanz</i>	3,60	367	37,4	4,67	372	41,6	5,60	318	34,2	8,78	485	41,0	6,98	461	44,7	6,32	570	45,1
<b>Średnio</b>	4,13	431	38,3	4,65	367	43,9	4,90	398	34,0	8,53	475	41,8	6,84	454	47,0	6,56	597	44,3
<i>NIR<sub>0,05</sub></i>	1,09			0,18			0,56			0,49			0,63			0,46		

\* / Memory – odmiana wysiana w Osinach i Grabowie

(woj. lubelskie) nasilenie chorób i zachwaszczenie było niewielkie. Jedynie w Osinach na skutek niekorzystnego rozkładu opadów i długotrwałej suszy odnotowano w niektórych odmianach większą redukcję pędów w konsekwencji zachwaszczenie ładu (tab. 4).

## 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 zachwaszczenia odmian zbóż obejmowała oznaczenia liczebności oraz powietrznie suchej masy chwastów w fazie dojrzałości woskowej. Analizy wykonywano na powierzchniach próbnych 0,5 m<sup>2</sup>, 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<sup>2</sup>, w 4 powtórzeniach. Analizy biometryczne wykonywano w dwóch fazach: krzewienia oraz dojrzałości woskowej.

### Wyniki badań

Ocena zachwaszczenia pszenicy ozimej przeprowadzona w gospodarstwie ekologicznym IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie) wykazała umiarkowany poziom zachwaszczenia (średnia liczba chwastów w łanie w fazie dojrzałości woskowej wynosiła 60 szt./m<sup>2</sup>, a powietrznie sucha masa chwastów – 50 g/m<sup>2</sup>) (tab. 4). Gatunkami dominującymi były: mak polny, komosa biała, gwiazdnica pospolita i fiołek polny. W niektórych odmianach stopień zachwaszczenia był większy, co przy dominacji maku polnego może być czynnikiem obniżającym istotnie plon ziarna pszenicy. Odmianami o najmniejszej konkurencyjności w stosunku do chwastów w 2019 r. były: Memory (92 szt./m<sup>2</sup>, 60 g/m<sup>2</sup>), RGT Bilanz (85 szt./m<sup>2</sup>, 88 g/m<sup>2</sup>), Medalistka (76 szt./m<sup>2</sup>, 82 g/m<sup>2</sup>), Plejada (64 szt./m<sup>2</sup>, 91 g/m<sup>2</sup>).

Tab. 4. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w 2019 r. – faza dojrzałości woskowej

Lp.	Odmiany	Liczba chwastów (szt./m <sup>2</sup> )	Sucha masa chwastów (g/m <sup>2</sup> )
1	BONANZA	56,7	12,2
2	COMANDOR	52,0	29,9
3	DELAWAR	63,3	47,7
4	EUFORIA	42,0	48,6
5	FORMACJA	54,0	24,4
6	HONDIA	52,0	46,1
7	HYBERY	39,3	36,0
8	KWS SPENCER	62,7	49,4

9	MEDALISTKA	76,7	85,6
10	MEMORY	92,0	60,8
11	OSTKA GRUB. GROD.	66,0	53,8
12	OWACJA	58,0	40,0
13	PLEJADA	64,7	91,3
14	RGT BILANZ	85,3	88,2
15	RGT KILIMANJARO	56,0	56,7
16	TYTANIKA	47,3	35,6
<b>średnio</b>		<b>60,5</b>	<b>50,4</b>

Spośród testowanych odmian pszenicy ozimej największą konkurencyjnością w stosunku do chwastów cechowały się odmiany: Hybery (39 szt./m<sup>2</sup>, 36 g/m<sup>2</sup>), Bonanza (56 szt./m<sup>2</sup>, 12 g/m<sup>2</sup>), Comandor (52 szt./m<sup>2</sup>, 29 g/m<sup>2</sup>) i Tytanika (47 szt./m<sup>2</sup>, 35 g/m<sup>2</sup>) (tab. 4).

Na konkurencyjność zbóż w stosunku do chwastów wpływają ich cechy morfologiczne oraz struktura łanu. Odmianami o największym rozkrzewieniu ogólnym w fazie krzewienia były RGT Kilimanjaro (2,7), Tytanika (2,6), Hondia (2,5) i Hybery (2,3), natomiast najmniejszym rozkrzewieniem cechowały się odmiany: Plejada i RGT Bilanz (1,6), oraz KWS Spencer (1,7) (tab. 5). Odmiany Hybery, Bonanza i Memory utrzymały duże rozkrzewienie przez cały sezon wegetacyjny, co wpływało na ich dużą konkurencyjność w stosunku do chwastów. Najwyższymi odmianami były: Ostka Grodnica (118 cm), Owacja (91 cm), Comandor (89 cm) i Medalistka (87 cm), a najniższymi Euforia (70 cm), Delawar i RGT Kilimanjaro (71-72 cm) (tab. 5).

Tab. 5. Rozkrzewienie i wysokość odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2019 r.

Lp.	Odmiany	Rozkrzewienie ogólne		Wysokość (cm)	
		faza krzewienia	faza dojrzałości	faza krzewienia	faza dojrzałości
1	BONANZA	2,1	1,3	36,7	81,0
2	COMANDOR	2,0	1,1	36,4	88,9
3	DELAWAR	2,1	1,2	33,7	71,7
4	EUFORIA	2,0	1,1	37,4	70,4
5	FORMACJA	2,1	1,1	41,6	85,3
6	HONDIA	2,5	1,2	39,4	79,8
7	HYBERY	2,3	1,3	38,1	80,3
8	KWS SPENCER	1,7	1,2	34,5	73,9
9	MEDALISTKA	1,9	1,2	35,8	87,0
10	MEMORY	2,2	1,5	36,7	73,8
11	OSTKA GRUB. GROD.	2,0	1,2	47,4	117,8
12	OWACJA	2,1	1,2	43,6	90,7
13	PLEJADA	1,6	1,1	32,2	82,2
14	RGT BILANZ	1,6	1,1	33,6	72,7
15	RGT KILIMANJARO	2,7	1,2	34,3	71,4
16	TYTANIKA	2,6	1,2	34,8	75,4
<b>średnio</b>		<b>2,1</b>	<b>1,2</b>	<b>37,3</b>	<b>81,4</b>

Obsada roślin była największa w odmianach Comandor, Bonanza, Delawar i Tytanika (tab. 6). Comandor i Bonanza cechowały się jednocześnie największą masą części nadziemnych łanu i dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów. Najmniejszą obsadą roślin i masą części nadziemnych cechowała się Ostka Grodnicka i RGT Bilanz. RGT Bilanz, który cechował się ponadto małym rozkrzewieniem, był jednocześnie odmianą o najmniejszej konkurencyjności w stosunku do chwastów.

Tab. 6. Obsada roślin i sucha masa pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2019 r.

Lp.	Odmiany	Obsada roślin (szt./m <sup>2</sup> )		Sucha masa pszenicy (g/m <sup>2</sup> )	
		faza krzewienia	faza dojrzałości	faza krzewienia	faza dojrzałości
1	BONANZA	569	468	345	1704
2	COMANDOR	511	511	365	1675
3	DELAWAR	427	421	276	1207
4	EUFORIA	492	423	327	1097
5	FORMACJA	417	411	278	1164
6	HONDIA	428	385	392	1296
7	HYBERY	293	351	288	1347
8	KWS SPENCER	523	463	292	1176
9	MEDALISTKA	452	451	364	1372
10	MEMORY	365	349	284	1175
11	OSTKA GRUB. GROD.	383	319	250	887
12	OWACJA	423	435	345	1361
13	PLEJADA	493	441	267	1159
14	RGT BILANZ	361	293	253	991
15	RGT KILIMANJARO	384	375	296	1190
16	TYTANIKA	397	476	263	1297
<b>średnio</b>		432	411	305	1256

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

Celem opracowania była ocena nasilenia występowania chorób grzybowych pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w sezonie 2018/2019. W doświadczeniach prowadzonych w Grabowie, Osinach i Chomentowie, badano wybrane odmiany pszenicy ozimej: Hondia, Formacja, RTG Kilimanjaro, Comandor, Owacja, Plejada Artist/Memory, Tytanika, medalistka, Bonanza, KWS Spencer, Delawar, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka, Hybery (odm. mieszańcowa), RTG Bilanz.

W 2019 roku zastosowano ujednoczoną metodę oceny nasilenia chorób grzybowych w obiektach nadzorowanych przez IUNG – PIB i COBORU. Ocenę porażenia zbóż 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.

**Rdza brunatna.** Badane odmiany pszenicy ozimej charakteryzowały się różnym stopniem odporności na rdze brunatną. W dziewięciostopniowej skali, najwyższe wyniki (śr. 6,25) uzyskano dla odmian RTG Kilimanjaro, Comandor i Plejada w miejscowości Osiny. W miejscowości Grabów najwyższą odporność stwierdzono w przypadku odmiany Plejada (7,25). W Szepietowie najlepszy wynik uzyskała odmian Comandor (7,75), nieznacznie niższe wartości uzyskały odmiany KWS Spencer, Owacja, Ostka GG oraz Formacja. Najniższą odpornością na rdzę brunatną (3,5 – 5) wykazały się odmiany Memory, Tytanika i RTG Bilanz w Osinach, Tytanika, Owacja, Ostka GG i RTG Kilimanjaro w Grabowie oraz Hondia w Chomentowie. Pozostałe, wymienione w tabeli odmiany pszenicy ozimej charakteryzowały się przeciętną odpornością na rdzę brunatną na poziomie 4 – 6,5 w skali dziewięciopunktowej. Tylko w przypadku miejscowości Chomentowo wykazano istotne różnice pomiędzy odpornością odmian na rdzę brunatną. Odmiana Hondia z opornością na poziomie 4,5 istotnie słabsza od odmian: Comandor, KWS Spencer, Owacja, Ostka GG oraz Formacja. Istotnie mniejszą wartość uzyskała także odmiana Delawar (5,5) od odmiany Comandor (7,75).

<b>Odporność pszenicy ozimej na rdzę brunatną</b>			
<b>Odmiana</b>	<b>Osiny</b>	<b>Grabów</b>	<b>Chomentowo</b>
Artist	-	-	6abc
Bonanza	5.5a	5a	5.75abc
Comandor	6.25a	5.5a	7.75c
Delawar	5.75a	5.5a	5.5ab
Euforia	5.75a	4.75a	6abc
Formacja	5.75a	5.5a	6.75bc
Hondia	5.5a	4.75a	4.5a
Hybery	5.5a	5.25a	6.5abc
KWS Spencer	5.5a	4.5a	7bc
Medalistka	6a	5.5a	6abc
Memory	3.5a	5.5a	-
Ostka GG	4.5a	3.5a	6.75bc
Owacja	4.25a	3.25a	6.75bc
Plejada	6.25a	7.25a	6abc
RTG Bilanz	4.5a	4a	6.25abc
RTG Kilimanjaro	6.25a	3.75a	6abc
Tytanika	3.75a	2.75a	6.5abc

**Brunatna plamistość liści DTR.** We wszystkich miejscowościach pszenica ozima charakteryzowała się dużą odpornością na brunatną plamistość liści, w zakresie 6-9 punktów odporności. Najniższymi wartościami cechowały się odmiany: KWS Spencer w Osinach, Formacja i Memory w Grabowie oraz Delawar i Ostka GG w Chomentowie. Najwyższą natomiast odpornością wykazały się Hondia, Formacja, Plejada, RGT Bilanz w Osinach, RTG Bilanz,

Tytanika, Hondia w Grabowie oraz Comandor i Owacja w Chomentowie. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy najłabszymi i najmocniejszymi wynikami odporności uzyskanymi przez badane odmiany.

<b>Odporność pszenicy ozimej na brunatną plamistość liści</b>			
<b>Odmiana</b>	<b>Osiny</b>	<b>Grabów</b>	<b>Chomentowo</b>
Artist	-	-	8,25a
Bonanza	8.25a	7.75a	8,25a
Comandor	8a	7a	8,75a
Delawar	8a	7.75a	7a
Euforia	7.75a	8a	8,5a
Formacja	8.5a	6a	8a
Hondia	8.5a	9a	8,25a
Hybery	8.25a	7a	8,5a
KWS Spencer	7.25a	7.75a	8,5a
Medalistka	7.5a	7a	8,5a
Memory	8.25a	6.75a	-
Ostka GG	7.5a	7.5a	7a
Owacja	8.25a	8a	8,75a
Plejada	8.5a	7.25a	8,5a
RGT Bilanz	8a	9a	8a
RTG Kilimanjaro	8.25a	7.75a	8a
Tytanika	7.75a	9a	8a

**Septorioza.** Wysoką odpornością na septoriozę (7-8 w skali 9 – punktowej) wykazały się odmiany: Plejada w Osinach oraz Bonanza, Plejada i Comandor w Chomentowie. W miejscowości Grabów były to następujące odmiany: RTG Bilanz, Bonanza, KWS Spencer, Formacja, Delawar, Comandor, Owacja, RTG Kilimanjaro, Hybery, Ostaka GG oraz Euforia. Najniższe wartości, w przedziale 3,75 – 5,25 uzyskano dla odmian Memory, RTG Bilanz, KWS Spencer, Owacja, Medalistka i Bonanza w Osinach, KWS Spencer, Delawar, Hondia i Artist w Chomentowie oraz Medalistka w Grabowie. W miejscowości Chomentowo wykryto, że odmiana KWS Spencer o przeciętnej odporności na septoriozę 3.75 jest istotnie mniej odporna od odmian Bonanza, Plejada i Comandor o odporności ocenionej na 7.

<b>Odporność pszenicy ozimej na septoriozę</b>			
<b>Odmiana</b>	<b>Osiny</b>	<b>Grabów</b>	<b>Chomentowo</b>
Artist	-	-	5,25 ab
Bonanza	5.25a	7a	7b
Comandor	5.5a	7.25a	7b
Delawar	5.5a	7.25a	4,75 ab
Euforia	5.5a	8a	5,5ab
Formacja	5.75a	7a	6ab

Hondia	5.5a	6.75a	4,75 ab
Hybery	6.5a	7.75a	6ab
KWS Spencer	4.75a	7a	3,75 a
Medalistka	5.25a	5.25a	5,5ab
Memory	4a	6.5a	-
Ostka GG	5.5a	7.75a	6ab
Owacja	4.75a	7.5a	5,5ab
Plejada	7a	6.75a	7b
RGT Bilanz	5,25a	7a	6ab
RTG Kilimanjaro	6.25a	7.75a	6ab
Tytanika	5.5a	6.25a	6ab

Mączniak prawdziwy liści na pszenicy ozimej został stwierdzony jedynie w miejscowości Chomentowo. Różne odmiany pszenicy ozimej wykazały się dużą odpornością na mączniak w zakresie 7-8,5 w skali 1-9 punktowej. Największe porażenie zanotowano na odmianach Hybery, KWS Spencer, Bonanza, Hondia i Euforia. Różnice pomiędzy najodporniejszymi i najmniej odpornymi odmianami pszenicy ozimej nie były istotne statystycznie. Nie stwierdzono porażenia pszenicy ozimej rdzą żółtą w miejscowościach Osiny i Grabów. W miejscowości Chomentowo najniższą odpornością na rdzę żółtą charakteryzowały się odmiany Delawar, RGT Kilimanjaro, Tytanika, Owacja i Ostka Gruboziarnista Grodkowicka. Wszystkie odmiany wykazały się dużą odpornością na rdzę żółtą, mieszczącą się w zakresie 8-9 punktów. Łamliwość źdźbła wystąpiła w niewielkim nasileniu, najbardziej dotycząc odmiany Hondia i Medalistka. Na odmianie Bonanza stwierdzono znaczne porażenie mączniakiem plew. Odporność tej odmiany oceniono na 4,5 punktu, co było wynikiem istotnie gorszym w porównaniu do wszystkich innych odmian.

<b>Odporność pszenicy ozimej na choroby grzybowe Chomentowo - 2019 rok</b>				
<b>Odmiana</b>	<b>Mączniak prawdziwy</b>	<b>Rdza żółta</b>	<b>Łamliwość źdźbła</b>	<b>Mączniak plew</b>
Artist	8,25a	8,75a	8,75a	9b
Bonanza	7,25a	8,75a	9a	4,5a
Comandor	8,25a	8,5a	8,5a	9b
Delawar	8,5a	8a	8,75a	8b
Euforia	7,75a	8,5a	8,5a	9b
Formacja	8,5a	8,5a	8,75a	8,25b
Hondia	7,5a	9a	8a	8,5b
Hybery	7a	8,5a	9a	9b
KWS Spencer	7a	8,75a	8,75a	9b
Medalistka	8,75a	9a	8,25a	9b
Ostka GG	8a	8,25a	9a	9b
Owacja	8a	8,25a	8,5a	8,5b
Plejada	8,25a	8,75a	9a	8,75b
RGT Bilanz	8,25a	8,75a	8a	9b
RGT Kilimanjaro	8a	8,25a	9a	8b
Tytanika	8a	8,25a	9a	8,75b

<b>Odporność wybranych odmian pszenicy ozimej na choroby grzybowe Chomentowo 2019 rok</b>				
Odmiana	Choroby podstawy źdźbła-kompleks	Septorioza plew	Fuzarioza kłosów	Rdza źdźbłowa
Artist	8,75a	8ab	8,5bc	8,75c
Bonanza	9a	8,25ab	8,75bc	8,5bc
Comandor	8,75a	8,25ab	8abc	8,75c
Delawar	9a	6,5a	7,25ab	9c
Euforia	9a	8ab	8,25abc	8,75c
Formacja	9a	9b	8abc	7,75ab
Hondia	9a	8ab	6,75a	9c
Hybery	8,75a	7,25a	8,75bc	9c
KWS Spencer	7,75a	8ab	6,75a	7,5a
Medalistka	8,75a	8,25ab	8,5bc	8,75c
Ostka GG	9a	8,5b	8,25abc	8,75c
Owacja	8,75a	8,5b	8,25abc	9c
Plejada	8,75a	8,5b	9c	9c
RGT Bilanz	8,5a	8,25ab	8abc	9c
RGT Kilimanjaro	8,25a	8,25ab	8,75bc	9c
Tytanika	8,75a	8,25ab	8abc	8,75c

Odmiana KWS Spencer była w najwyższym stopniu była porażona różnymi chorobami podstawy źdźbła, wykazując odporność na poziomie 7,75 stopnia, co nie było różnicą istotną statystycznie w porównaniu do odporności innych odmian. Septorioza plew wystąpiła w największym nasileniu (6,5) na odmianie Delawar, która różniła się istotnie od odmian na których choroba nie wystąpiła: Formacja, Ostka GG, Owacja, Plejada. W Chomentowie stwierdzono także porażenie kłosów pszenicy fuzariozą. Najmniej odporne były odmiany Hondia i KWS Spencer, które istotnie różniły się od odmian odpornych: Artist, Medalistka, Bonanza, Hybery, RTG Kilimanjaro i Plejada. Istotną różnicę stwierdzono także między najodporniejszą odmianą Plejada a odmianą mało odporną Delawar. Rdza źdźbłowa jest kolejną chorobą pszenicy ozimej stwierdzoną w Chomentowie. Najniższą odporność na tę chorobę wykazywały odmiany KWS Spencer, Formacja i Bonanza. Odmiana KWS Spencer wykazała się istotnie niższą odpornością na rdzę źdźbłową niż wszystkie pozostałe odmiany. Istotnie lepszy wynik niż odmiana Formacja uzyskało 14 pozostałych odmian, w przypadku Odmiany Bonanza istotnie wyższą odporność wykazano w przypadku 13 innych odmian.

## **Zadanie 2. Badania nad doborem nowych odmian pszenicy ozimego do uprawy w gospodarstwach ekologicznych**

### **2.1. Plonowanie pszenicy ozimego**

Doświadczenia z pszenicą ozimą prowadzono we wszystkich miejscowościach na glebach należących do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Pomimo tego samego kompleksu przydatności rolniczej gleb uwarunkowania siedliskowe związane z różnymi



Tab. 7. Plonowanie odmian pszenżyta ozimego – rok 2019

Odmiana	Osiny			Szepietowo			Grabów			Krzyżewo			Lućmierz			Śrem		
	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]
Avokado	6,32	462	39,2	7,17	354	44,9	5,02	304	34,8	6,45	328	51,2	5,94	431	44,8	8,65	511	48,2
Belcanto	7,46	464	39,3	7,51	381	41,1	5,91	315	35,0	6,86	400	44,3	6,10	466	38,5	8,20	599	43,3
Carmelo	6,40	472	45,0	6,73	356	46,0	5,21	321	37,0	5,94	307	49,9	6,15	382	48,7	7,00	492	49,9
Kasyno	6,87	448	41,6	7,44	330	45,9	5,35	342	37,4	6,27	387	49,0	6,49	386	45,2	7,67	498	48,9
Meloman	7,76	485	41,8	8,14	345	43,1	5,07	325	33,8	6,93	306	46,4	7,00	485	42,9	8,39	599	46,1
Octavio	6,56	423	38,3	7,47	348	40,8	5,86	285	35,4	6,18	351	42,6	5,58	454	38,0	7,69	499	48,5
Orinoko	6,46	449	48,1	6,86	347	49,8	5,42	343	43,5	6,13	330	53,5	5,85	357	53,0	8,12	594	54,4
Rotondo	6,45	378	37,5	7,47	330	42,1	4,85	301	34,4	6,31	298	44,0	6,45	392	41,0	8,65	487	44,5
Sekret	6,93	509	36,1	7,38	340	40,7	5,55	309	34,7	6,81	334	39,1	5,81	458	36,0	7,27	490	41,3
Subito	6,59	361	43,1	7,67	347	45,4	5,55	323	35,4	6,33	320	46,6	6,38	387	43,4	7,98	493	50,2
Trapero	6,55	510	38,1	7,15	401	41,1	5,39	320	34,9	6,22	335	41,0	6,07	465	36,9	7,54	759	41,6
Trefl	7,00	416	43,9	7,37	354	45,2	5,43	306	36,0	6,19	285	44,1	6,50	464	41,8	7,92	576	47,1
<b>Średnio</b>	6,78	448	41,0	7,36	353	43,8	5,38	316	36,0	6,34	332	46,0	5,94	427	44,8	7,92	550	47,0
<i>NIR<sub>0,05</sub></i>	<i>0,73</i>			<i>0,44</i>			<i>0,51</i>			<i>0,41</i>			<i>0,35</i>			<i>0,71</i>		

typami gleb i ich gatunkami, w zmiennych warunkach pogodowych powodowały istotne współdziałanie odmian i miejscowości w kształtowaniu plonów. Średnie plony pszenżyta były większe niż pszenicy o  $0,69 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  i wahały się od  $7,92 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  w Śremie (woj. wielkopolskie) do  $5,38 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  w Grabowie (woj. mazowieckie) (tab. 7). Uzyskane wyniki wiązać należy z mniejszym porażeniem pszenżyta przez patogeny grzybowe oraz wpływem okresowej suszy na plon ziarna. Wyniki potwierdzają jednocześnie wcześniejsze obserwacje, że zboża o mniejszych wymaganiach siedliskowych w warunkach produkcji ekologicznej w mniejszym stopniu podlegają zmienności plonów.

Spośród ocenianych odmian jedynie odmiana **Belkanto** we wszystkich miejscowościach plonowała powyżej wzorca (średnia z wszystkich odmian). W pięciu lokalizacjach powyżej średniej plonowała również odmiana **Meloman**. Obie odmiany uzyskiwały wydajność, w zależności od miejscowości, w granicach 2 – 14%. Cechą charakterystyczną obu odmian była wysoka obsada kłosów oraz większa odporność na patogeny grzybowe głównie rdzę brunatną i septoriozę (tab. 7). Różnice w plonowaniu pozostałych odmian były w większości obiektów nieistotne. Małe zróżnicowanie wyników w obrębie ocenianych odmian wiązać należy z małą presją ze strony patogenów grzybowych w większości doświadczeń oraz doborem do badań odmian o wyższej odporności na patogeny grzybowe.

Zachwaszczenie łąnów pszenżyta we wszystkich miejscowościach było niewielkie na poziomie 1-1,25 % pokrycia powierzchni i nie miało wpływu na plonowanie ocenianych odmian.

## 2.2. Ocena podatności odmian pszenżyta ozimego na porażenie przez patogeny grzybowe

Ocenę podatności odmian pszenżyta ozimego wykonano według tej samej metodyki jak w przypadku pszenicy.

**Rdza brunatna.** W dziewięciostopniowej skali odporności stwierdzono znaczne różnice w występowaniu rdzy brunatnej pomiędzy badanymi lokalizacjami. W Osinach rdza brunatna wystąpiła w niewielkim nasileniu, przez co odporność roślin wynosiła pomiędzy 8,25 - 9 stopni i nie była znacząco zróżnicowana pomiędzy odmianami. W Osinach najmniej porażona była odmiana Belcanto. W Grabowie zaobserwowano znaczne porażenie rdzą brunatną pszenżyta, zamykające się w zakresie 1-6 w skali 9-stopniowej. Najmniej odporna była odmiana Octavio (1,0), przed którą klasowały się odmiany: Trefl, Meloman, Carmel, Avocado, Orinoko, Sekret, oraz Tarapero, uzyskując odporność poniżej wartości 3 stopnia. Powyżej tej wartości znajdowały się odmiany: Subito (4,5), Rotondo (4,75), Belcanto (5,5) i Kasyno (6).

Odporność pszenżyta na rdzę brunatną			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
Avokado	8.75a	3.5a	7b
Belcanto	9a	5.5a	7.25b
Carmelo	8.25a	3.25a	6ab
Kasyno	8.5a	6a	7b
Meloman	8.25a	3a	7.25b
Octavio	8.25a	1a	5.25a

Orinoko	8.5a	3.5a	6.75ab
Rotondo	8.5a	4.75a	6.25ab
Sekret	8.75a	3.75a	7.5b
Subito	8.25a	4.5a	7b
Trapero	8.25a	3.75a	7.25b
Trefl	8.5a	3a	7b

W Szepietowie pszenżyto cechowało się dobrą odpornością na rdzę brunatną, zamykającą się w zakresie 5,25 – 7,7. Najmniej odporne były odmiany: Octavio, Carmelo, Rotondo, Orinoko a najbardziej odporne: Sekret, Belcanto, Meloman, Trapero. Znaleziono statystyczna różnicę pomiędzy odpornością odmian w Szepietowie. Odmiana Octavio miała odporność istotnie mniejszą niż odmiany: Avokado, Trefl, Subito, Kasyno, Trapero, Meloman, Belcanto, oraz Sekret.

**Septorioza liści** na pszenżycie wystąpiła w umiarkowanym nasileniu w miejscowościach Osiny i Grabów, nie stwierdzono jej w Szepietowie. W Osinach najmniejszą odporność wykazywały odmiany: Rotondo, Meloman, Trefl, Avokado, Carmelo. Wysoką odporność wykazały pozostałe odmiany: Belcanto, Kasyno, Sekret, Trapero, Orinoko, Subito, Octavio. W miejscowości Osiny stwierdzono istotną różnicę w poziomie odporności pomiędzy odmianą najsłabszą Rotondo (4,5) a odmianami najodporniejszymi Kasyno (7) i Belcanto (7). W Grabowie najniższa odporność na septoriozę miały odmiany: Rotondo, Octavio, Avocado i Meloman (2,25 – 4). Największa odporność na tą chorobę w Grabowie wykazywały odmiany Tarapero (7,25) i Belcanto (7,5). Różnica istotna statystycznie została stwierdzona w przypadku odmiany najsłabszej Rotondo i odmiany najodporniejszej na septoriozę Belcanto.

Odporność pszenżyta na septoriozę liści			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
Avokado	5.5ab	3.75ab	9a
Belcanto	7.5b	7.5b	9a
Carmelo	5.75ab	5.25ab	9a
Kasyno	7.5b	4.75ab	9a
Meloman	5ab	4ab	9a
Octavio	6.25ab	2.75ab	9a
Orinoko	6.75ab	4.75ab	9a
Rotondo	4.5a	2.25a	9a
Sekret	7ab	4.75ab	9a
Subito	6.25ab	5.25ab	9a
Trapero	7ab	7.25ab	9a
Trefl	5.25ab	5.25ab	9a

**Mączniak prawdziwy.** Stwierdzono nieznaczne porażenie mączniakiem prawdziwym na liściach pszenżyta w trzech badanych miejscowościach. Mniej odporne w Osinach były odmiany: Avokado, Trapero, Rotondo, Trefl i Octavio, bardziej odporne: Carmelo, Belcanto, Sekret, Kasyno, Subito, Orinoko, Meloman. W Grabowie mniej odporne były odmiany: Belcanto, Subito,

Tarapero i Sekret. Choroba nie wystąpiła na odmianach: Orinoko, Meloman, Rotondo, Trefl, Kasyno, Avocado, Carmel i Octavio. W Szepietowie odnotowano tylko nieznaczne porażenie pszenżyta mączniakiem, w zakresie od 7,25 do 8 w skali 9-punktowej. Najodporniejszą odmianą było Subito, najmniej odporną odmiana Meloman. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy odpornością badanych odmian pszenżyta na mączniaka w żadnej z lokalizacji.

<b>Odporność pszenżyta na mączniaka prawdziwego</b>			
<b>Odmiana</b>	<b>Osiny</b>	<b>Grabów</b>	<b>Szepietowo</b>
<b>Avokado</b>	5.25a	9a	7.5a
<b>Belcanto</b>	6.5a	5.5a	7.5a
<b>Carmelo</b>	6.75a	9a	7.75a
<b>Kasyno</b>	6.5a	9a	7.5a
<b>Meloman</b>	6a	9a	7.25a
<b>Octavio</b>	5.75a	9a	7.5a
<b>Orinoko</b>	6a	9a	7.75a
<b>Rotondo</b>	5.25a	9a	7.75a
<b>Sekret</b>	6.5a	7.75a	7.75a
<b>Subito</b>	6.25a	6.75a	8a
<b>Trapero</b>	5.25a	7.5a	7.75a
<b>Trefl</b>	5.5a	9a	7.5a

**Brunatna plamistość liści.** W miejscowości Osiny odnotowano nieznaczne porażenie brunatną plamistością na liściach pszenżyta. Choroba wystąpiła na odmianach: Trefl, Avokado, Meloman, Subito, Carmelo, Belcanto i Trapero, natomiast odpornością wykazały się odmiany: Rotondo, Orinoko, Octavio, Sekret i Kasyno. W Grabowie zanotowano większe porażenie pszenżyta brunatną plamistością. Najmniej odporne na tę chorobę były odmiany Trefl (6,5) i Avocado (6,75). Choroba wystąpiła także na odmianach: Carmel Kasyno, Subito, Orinoko, Meloman i Rotondo. Wysoką odpornością wykazały się w Grabowie odmiany pszenżyta: Belcanto, Tarapero, Octavio i Sekret. W Szepietowie mniejszą odporność (6,25-6,75) wykazywały odmiany: Octavio, Orinoko, Rotondo, Trefl, Meloman, Carmelo, Trapero, natomiast większą (7-7,75) odmiany: Subito, Avokado, Kasyno, Belcanto, Sekret. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy odpornością odmian pszenżyta na brunatną plamistość w omawianych miejscowościach.

<b>Odporność pszenżyta na brunatną plamistość liści</b>			
<b>Odmiana</b>	<b>Osiny</b>	<b>Grabów</b>	<b>Chomentowo</b>
Avokado	8a	6.75a	7ab
Belcanto	8.75a	9a	7.25ab
Carmelo	8.5a	8a	6.75ab
Kasyno	9a	8a	7ab
Meloman	8a	8.5a	6.75ab
Octavio	9a	9a	6.25a
Orinoko	9a	8.5a	6.25a

Rotondo	9a	8.5a	6.25a
Sekret	9a	9a	7.75b
Subito	8.5a	8.25a	7ab
Trapero	8.75a	9a	6.75ab
Trefl	8a	6.5a	6.75ab

### **Zadanie 3. Badania nad doborem nowych odmian żyta do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.**

#### **3.1. Plonowanie żyta**

Doświadczenia z odmianami żyta podobnie jak z pszenżytem założono w tych samych miejscowościach. Zestaw ocenianych odmian uwzględnił 12 odmian w tym 3 odmiany mieszańcowe: KWS Theofano, KWS Dolaro i Tur. Średni poziom plonowania żyta był mniejszy od pszenżyta o  $0,46 \text{ t*ha}^{-1}$  (7%) i w zależności od miejscowości różnica wynosiła od  $0,40 \text{ t*ha}^{-1}$  w Grabowie do  $1,00 \text{ t*ha}^{-1}$  w Krzyżewie. Jedynie w Lućmierzu uzyskano większe plony żyta niż pszenżyta ozimego, a różnica wyniosła  $0,36 \text{ t*ha}^{-1}$ . Największe plony żyta uzyskano w Śremie Wójtostwo (woj. wielkopolskie) –  $7,52 \text{ t*ha}^{-1}$ , a najmniejsze w Grabowie (woj. mazowieckie) –  $4,98 \text{ t*ha}^{-1}$ . Wyniki te wiązać należy z występowaniem chorób grzybowych głównie rdzy brunatnej, której nasilone występowanie odnotowano w Grabowie.

Spośród ocenianych odmian wyraźnie największe plony we wszystkich doświadczeniach uzyskały odmiany mieszańcowe. Średnio, w zależności od lokalizacji, odmiany populacyjne w porównaniu do mieszańcowych plonowały niżej w granicach  $1,2 - 1,8 \text{ t*ha}^{-1}$ . W Śremie odmiany **KWS Dolaro** i **KWS Theofano** uzyskały plon odpowiednio  $9,34$  i  $10,06 \text{ t*ha}^{-1}$ , a **Tur** -  $7,26 \text{ t*ha}^{-1}$ . Odmiany mieszańcowe żyta tworzyły w większości doświadczeń zwarte łany o obsadzie kłosów powyżej średniej i wysokiej masie 1000 ziaren. Odmiana KWS Theofano w porównaniu do KWS Dolaro i Tur wykazała się większą odpornością na patogeny grzybowe, głównie rdzę brunatną (tab.8). Cecha ta w warunkach suszy i ogólnie małej presji chorobowej w małym stopniu różnicowała plony odmian mieszańcowych jednak w warunkach produkcji ekologicznej może dyskwalifikować odmiany o mniejszej odporności (np. KWS Dolaro i Tur).

Spośród odmian populacyjnych we wszystkich miejscowościach plony powyżej wzorca (średniej dla odmian populacyjnych) uzyskała odmiana **Dańkowskie Granat**, a **Dańkowskie Hadron** plonowało wyżej od wzorca w pięciu miejscowościach. Odmiana Dańkowskie Granat wysoką wydajność uzyskała głównie dzięki dużej obsadzie kłosów, a Dańkowskie Hadron dodatkowo dorodnemu ziarnu. Pozostałe odmiany wykazały dużą zmienność plonowania w zależności od lokalizacji doświadczenia.

Zachwaszczenie łanów żyta we wszystkich miejscowościach było niewielkie na poziomie 1-1,25 % pokrycia powierzchni i nie miało wpływu na plonowanie ocenianych odmian.

Tab. 8. Plonowanie odmian żyta – rok 2019

Odmiana	Osiny			Szepietowo			Grabów			Krzyżewo			Lućmierz			Śrem W.		
	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha <sup>-1</sup> ]	Obsada kłosów [szt.*m <sup>-2</sup> ]	Masa 1000 ziaren [g]
<b>Dańkowskie Hadron</b>	6,10	566	26,9	6,08	396	32,5	4,63	304	30,2	5,25	384	33,4	6,63	740	30,7	7,13	536	31,2
<b>Dańkowskie Granat</b>	6,00	626	26,0	6,22	433	31,5	4,85	309	29,9	5,14	390	32,7	6,07	856	28,3	7,29	504	29,3
<b>Dańkowskie Turkus</b>	5,91	644	27,5	6,37	409	33,0	4,56	311	31,8	5,32	387	32,9	6,32	689	25,8	7,37	508	31,8
<b>Reflektor</b>	5,44	615	25,2	6,10	431	30,9	4,68	338	29,4	5,24	377	34,1	5,28	788	26,0	6,94	497	32,0
<b>Dańkowskie Skand</b>	6,53	604	26,7	6,02	448	31,5	4,69	329	30,1	4,91	423	33,1	6,36	600	26,8	7,01	509	31,0
<b>Piastowskie</b>	5,91	627	26,4	5,71	408	32,2	4,44	333	30,4	4,91	390	34,0	5,74	730	24,1	6,83	524	30,2
<b>Poznańskie</b>	5,42	603	26,1	5,94	372	32,0	4,68	333	29,5	4,74	313	33,6	5,41	639	30,1	6,84	495	30,5
<b>Dańkowskie Diament</b>	6,45	598	26,9	5,81	410	32,1	4,58	368	30,1	4,71	349	33,5	5,31	655	22,5	6,64	491	29,7
<b>KWS Theofano</b>	6,79	678	24,5	8,22	541	33,2	6,12	349	31,1	6,71	357	34,0	7,66	709	23,4	10,06	486	31,6
<b>KWS Dolaro</b>	8,59	647	29,3	7,27	467	33,6	6,58	333	30,9	6,30	478	34,4	7,52	876	31,8	9,34	493	31,8
<b>Tur</b>	6,96	603	26,3	7,15	456	32,6	5,19	338	29,3	5,67	370	33,3	6,82	760	23,6	7,27	490	29,5
<b>Tur + Dańkowskie Hadron</b>	6,26	651	25,9	6,48	432	32,4	4,73	337	30,4	5,21	382	35,0	6,54	728	29,6	7,51	528	28,5
<b>Śr. dla odmian populacyjnych</b>	5,97	610	26,5	6,03	413	32,0	4,64	328	30,2	5,03	377	33,4	5,89	712	26,8	7,01	508	30,7
<b>Śr. dla odmian mieszańcowych</b>	7,44	643	26,7	7,55	488	33,1	5,96	340	30,4	6,23	402	33,9	7,33	782	26,3	8,89	490	31,0
<b>Śr. ogólna</b>	6,36	622	26,5	6,45	433	32,3	4,98	332	30,3	5,34	383	33,7	6,30	731	26,9	7,52	505	30,6
<i>NIR<sub>0,05</sub></i>	0,99			0,23			0,47			0,23			0,30			0,47		

### 3.2. Ocena podatności odmian żyta na porażenie przez patogeny grzybowe

Ocenę podatności odmian żyta wykonano według tej samej metodyki jak w przypadku pszenicy.

**Rdza brunatna.** Największa odporność na rdzę brunatną wykazano w przypadku odmian Dańkowskie Turkus (7,25) i Dańkowskie Grant (7,0) w miejscowości osiny. W Grabowie odnotowano silniejsze porażenie rdzą brunatną, natomiast najbardziej odpornymi odmianami w tamtych warunkach okazały się Dańkowskie Turkus (5,25) oraz KWS Theofano (5,75). Przeciętnie wyższą odporność wykazywało żyto w miejscowości Szepietowo (6,25-8 w skali 1-9). Najodporniejszą na rdzę brunatną odmianą żyta w Szepietowie było Dańkowskie Haddon (8,0), wysoką odpornością (pow. 7.0) wykazywały się także odmiany: Dańkowskie Turkus, Dańkowskie Grant, KWS Doloro i KWS Theofano. Najmniej odporne odmiany w Osinach to: Dańkowskie Diament, Poznańskie, Reflektor i Tur, które uzyskały wyniki w zakresie 4,25-4,50. W Grabowie najniższą odpornością charakteryzowały się odmiany Reflektor (1,5), Poznańskie (1,75) i Tur (1,75), które uzyskały wyniki istotnie gorsze niż odmiany Dańkowskie Turkus i KWS Theofano. Różnica istotna statystycznie wystąpiła także pomiędzy odmianami Theofano (5,75) a Piastowskie (2,0). W Szepietowie znaleziono statystyczne różnice pomiędzy odmianami najmniej odpornymi: Piastowskie, Tur, Reflektor a odpornymi najbardziej: KWS Doloro, KWS Theofano i Dańkowskie Haddon. Odmiana Dańkowskie Haddon uzyskała także przeciętnie lepszy wynik niż odmiany Poznańskie i Dańkowskie Skand.

Odporność żyta na rdzę brunatną			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
Dańkowskie Diament	4.25a	2ab	6.75abc
Dańkowskie Grant	7a	4.5abc	7.5abc
Dańkowskie Haddon	6.75a	4.25abc	8c
Dańkowskie Skand	6a	2.5abc	6.5ab
Dańkowskie Turkus	7.25a	5.25bc	7.5abc
KWS Doloro	5a	3.25abc	7.75bc
KWS Theofano	5.5a	5.75c	7.75bc
Piastowskie	5.75a	2ab	6.25a
Poznańskie	4.25a	1.75a	6.5ab
Reflektor	4.5a	1.5a	6.25a
Tur	4.5a	1.75a	6.25a
Tur+Dańkowskie Haddon	4.75a	3abc	7abc

**Septorioza.** Stwierdzono znaczne różnice w porażeniu żyta septoriozą w miejscowości Osiny. Najmniejszą odpornością wykazywały się odmiany Dańkowskie Diament (2,25), Poznańskie (2,25), Dańkowskie Haddon (2,5), największą natomiast odmiana KWS Theofano (5,0). W miejscowości Osiny różne odmiany żyta wykazywały odporność na septoriozę w zakresie 3-5,5 punktów. Do najbardziej odpornych odmian należały KWS Doloro i KWS Theofano, do najmniej odpornych natomiast Tur, Reflektor, Dańkowskie Skand oraz Dańkowskie Diament. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy porównywanymi odmianami w Grabowie i Osinach. Miejscowości Szepietowo stwierdzono, że

septorioza występuje w istotnie większym nasileniu na odmianie Dańkowskie Skand, niż na odmianach: Dańkowskie Hadron, Tur, KWS Doloro, KWS Theofano oraz mieszankach odmian. Odmiana KWS Theofano uzyskała odporność na septoriozę istotnie większą niż odmiany: Dańkowskie Skand, Dańkowskie Grant oraz Dańkowskie Turkus.

<b>Odporność żyta na septoriozę</b>			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
Dańkowskie Diament	2.25a	3a	7abcd
Dańkowskie Grant	4.25a	3.25a	6.5ab
Dańkowskie Hadron	2.5a	3.75a	7.5bcd
Dańkowskie Skand	3a	3.75a	6.25a
Dańkowskie Turkus	3a	4.5a	6.75abc
KWS Doloro	4.25a	4.5a	7.75cd
KWS Theofano	5a	4.75a	8d
Piastowskie	3.75a	4.75a	7abcd
Poznańskie	2.25a	4.75a	7abcd
Reflektor	3.25a	4.75a	7abcd
Tur	3.75a	5a	7.75cd
Tur+Dańkowskie Hadron	2.75a	5.5a	7.5bcd

**Mączniak prawdziwy.** Najniższą odporność na mączniaka prawdziwego liści wykazano na odmianach Poznańskie, Dańkowskie Skand oraz Dańkowskie Diament w Osinach. W Grabowie najmniej odporne na mączniaka była odmiana Dańkowskie Turkus. Największą odpornością w Osinach wykazała się odmiana Tur i jej mieszanka z odmianą Dańkowskie Hardon, w Grabowie choroba nie wytapiała na odmianach: Poznańskie, Tur, KWS Theofano oraz Dańkowskie Hadron. Choroby tej nie stwierdzono także na stanowisku w Szepietowie. Nie znaleziono istotnych różnic pomiędzy wynikami odmian mniej i bardziej podatnych na mączniaka.

<b>Odporność żyta na mączniaka prawdziwego</b>			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
Dańkowskie Diament	4.75a	8.5a	9a
Dańkowskie Grant	5.5a	8a	9a
Dańkowskie Hadron	5.75a	9a	9a
Dańkowskie Skand	4.5a	8.5a	9a
Dańkowskie Turkus	5a	7.75a	9a
KWS Doloro	7.75a	8.75a	9a
KWS Theofano	7.75a	9a	9a
Piastowskie	5a	8.25a	9a
Poznańskie	4.25a	9a	9a
Reflektor	6.75a	8a	9a
Tur	8.25a	9a	9a
Tur+Dańkowskie Hadron	8.5a	8a	9a



**Brunatna plamistość** na liściach żyta wyłapała w nieznacznym nasileniu w Grabowie. Stwierdzono ją na odmianach: Dańkowskie Hadron, Dańkowskie Skand, KWS Theofano. Choroba nie występowała na życie w Osinach ani w Szepietowie w 2019 roku.

<b>Odporność żyta na brunatną plamistość</b>			
Odmiana	Osiny	Grabów	Chomentowo
Dańkowskie Diament	9a	9a	9a
Dańkowskie Grant	9a	9a	9a
Dańkowskie Hadron	9a	8.75a	9a
Dańkowskie Skand	9a	8.25a	9a
Dańkowskie Turkus	9a	9a	9a
KWS Doloro	9a	9a	9a
KWS Theofano	9a	8.75a	9a
Piastowskie	9a	9a	9a
Poznańskie	9a	9a	9a
Reflektor	9a	9a	9a
Tur	9a	9a	9a
Tur+Dańkowskie Hadron	9a	9a	9a

#### **Zadanie 4. Określenie podatności odmian pszenicy ozimej na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp., występowanie mykotoksyn oraz zespołów mikroorganizmów ograniczających zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp.**

W 2019 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 – 51°28'N; 22°04'E), Grabów nad Wisłą k/Zwolenia (woj. mazowieckie – 51°21'N; 21°40'E) i Chomentowo k/Łomży (woj. podlaskie – 53°04'N; 21°58'E) oraz na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej na polach doświadczalnych zlokalizowanych w Osinach w systemie ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze.

##### ***Pszenica ozima:***

- szesnaście odmian – 'Arktis', 'Bonanza', 'Comandor', 'Delawar', 'Euforia', 'Formacja', 'Hondia', 'Hybery', 'KWS Spencer', 'Medalistka', 'Ostka Gruboziarnista Grodkowicka', 'Owacja', 'Plejada' 'RGT Bilanz', 'RGT Kilimanjaro' i 'Tytanika' uprawianych w systemie ekologicznym na polach doświadczalnych w Osinach, Grabowie i Chomentowie,
- cztery odmiany – 'Comandor', 'Formacja', 'Hondia' i 'RGT Kilimanjaro' 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 występowaniem 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 – 5<sup>0</sup>) a następnie obliczano indeks porażenia (IP w %) według wzoru Townsenda i Heubergera,

$$IP(\%) = \frac{\sum_{v=0}^i n \cdot v}{i \cdot N} \cdot 100$$

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 analizę frekwencji – testem zgodności chi kwadrat ( $\chi^2$ ). Założono, że (hipoteza zerowa) ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy będzie miało taki sam procent porażonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków.

Statystykę chi kwadrat ( $\chi^2$ ) obliczono wg wzoru:

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

Gdzie:

$f_o$  – wartość otrzymana

$f_e$  – wartość oczekiwana

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

W celu oznaczenia gatunków grzybów zasiedlających ziarniaki pszenicy, w laboratorium Pracowni wykonano analizę mykologiczną. 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 2019 roku fuzarioza kłosów pszenicy ozimej uprawianej w Osinach, Grabowie i Chomentowie wystąpiła sporadycznie (średni procent kłosów z objawami chorobowymi wynosił odpowiednio: 0,91%, 0,78%, i 0,53% a IP: 0,18%, 0,16% i 0,11%). Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnych różnic w nasileniu fuzariozy kłosów pomiędzy trzema miejscowościami. Nie stwierdzono również istotnych różnic w występowaniu objawów chorobowych między badanymi odmianami. Procent kłosów z objawami fuzariozy wynosił od 0,0 – 1,5% (tab. 1).

Tab. 1. Występowanie fuzariozy kłosów na wybranych odmianach **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym **w trzech miejscowościach w 2019 roku**

Odmiana	% porażonych kłosów			Indeks porażenia [%]		
	Osiny	Grabów	Chomentowo	Osiny	Grabów	Chomentowo
Artist	0,5 a <sup>1</sup>	0,0 a	0,5 a	0,1 a	0,0 a	0,1 a
Bonanza	1,0 a	0,5 a	0,0 a	0,2 a	0,1 a	0,0 a
Comandor	1,5 a	0,5 a	0,5 a	0,3 a	0,1 a	0,1 a
Delawar	1,0 a	1,0 a	0,0 a	0,2 a	0,2 a	0,0 a
Euforia	1,0 a	0,5 a	1,0 a	0,2 a	0,1 a	0,2 a
Formacja	1,0 a	0,5 a	0,5 a	0,2 a	0,1 a	0,1 a
Hondia	1,5 a	0,5 a	0,0 a	0,3 a	0,1 a	0,0 a
Hybery	1,5 a	1,0 a	0,5 a	0,3 a	0,2 a	0,1 a
KWS Spencer	0,5 a	1,5 a	0,5 a	0,1 a	0,3 a	0,1 a
Medalistka	0,5 a	1,0 a	0,5 a	0,1 a	0,2 a	0,1 a
Ostka Grub. Gr.	1,0 a	1,0 a	1,0 a	0,2 a	0,2 a	0,2 a
Owacja	0,5 a	1,0 a	1,0 a	0,1 a	0,2 a	0,2 a
Plejada	1,0 a	0,5 a	1,0 a	0,2 a	0,1 a	0,2 a
RGT Bilanz	0,5 a	1,5 a	0,5 a	0,1 a	0,3 a	0,1 a
RGT Kilimanjaro	1,5 a	0,5 a	0,0 a	0,3 a	0,1 a	0,0 a
Tytanika	0,0 a	1,0 a	1,0 a	0,0 a	0,2 a	0,2 a
Średnio	0,91 A <sup>2</sup>	0,78 A	0,53 A	0,18 A	0,16 A	0,11 A
<i>NIR<sub>α=0,05</sub></i>				<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>

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

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

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

W 2019 roku średnie porażenie kłosów przez *Fusarium* spp. czterech badanych odmian ('Comandor', 'Formacja', 'Hondia', 'RGT Kilimanjaro') uprawianych w trzech systemach i monokulturze wynosiło 1,0% (IP=0,2%). 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 2019**

Odmiana	% porażonych kłosów					Indeks porażenia [%]				
	Ekol.	Integr.	Konw.	Mon.	Śr	Ekol.	Integr.	Konw.	Mon.	Śr
Comandor	1,5 a A	1,0 a A	1,5 a A	0,5 a A	<b>1,1 a</b>	0,3 a A	0,2 a A	0,3 a A	0,1 a A	<b>0,2 a</b>
Formacja	1,0 a A	1,0 a A	0,5 a A	1,0 a A	<b>0,9 a</b>	0,2 a A	0,2 a A	0,1 a A	0,2 a A	<b>0,2 a</b>

Hondia	1,5 a A	1,0 a A	0,5 a A	1,0 a A	1,0 a	0,3 a A	0,2 a A	0,1 a A	0,2 a A	0,2 a
RGT Kilimanjaro	1,5 a A	0,5 a A	1,0 a A	1,0 a A	1,0 a	0,3 a A	0,1 a A	0,2 a A	0,2 a A	0,2 a
<i>Średnio</i>	<b>1,38</b> A	<b>0,88</b> A	<b>0,88</b> A	<b>0,88</b> A	1,0	<b>0,28</b> A	<b>0,18</b> A	<b>0,18</b> A	<b>0,18</b> A	0,2
<i>NIR</i> $\alpha=0,05$						<i>I</i> = n.i. <i>II</i> = n.i.		<i>II/I</i> = n.i. <i>I/II</i> = n.i.		

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

<sup>2/</sup> wartości oznaczone różnymi wielkimi literami wskazują istotną różnicę między systemami uprawy

### Zasiedlenie ziarna przez grzyby – system ekologiczny

W 2019 roku procent zasiedlonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków badanych odmian pszenicy ozimej był zróżnicowany. 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 16 odmian) wyniosło 7,2%, z Grabowa – 6,3% a z Chomentowa – 7,9% a (tab. 3).

Tab. 3. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym **w trzech miejscowościach w 2019 roku**

Odmiany	Miejscowość		
	Osiny	Grabów	Chomentowo
Artist (Memory)	11,0 abc <sup>1</sup>	2,5 cd	8,0 cd
Bonanza	8,5 bcd	8,0 ab	15,0 a
Comandor	1,0 g	8,0 ab	5,0 de
Delawar	13,0 ab	6,0 b	12,5 ab
Euforia	3,0 f	6,5 ab	6,5 d
Formacja	6,5 de	5,0 bc	6,2 d
Hondia	6,5 de	6,0 b	3,0 e
Hybery	12,0 ab	6,0 b	11,5 abc
KWS Spencer	6,5 de	8,0 ab	11,0 abc
Medalistka	3,5 ef	5,0 bc	8,3 bcd
Ostka Grub. Gr.	3,0 f	7,0 ab	6,8 d
Owacja	13,5 a	10,5 a	6,0 d
Plejada	7,2 cd	6,5 ab	8,5 bcd
RGT Bilanz	6,0 de	6,5 ab	8,5 bcd
RGT Kilimanjaro	2,5 fg	1,5 d	6,5 d
Tytanika	11,5 ab	7,5 ab	3,0 e
<b><i>Średnio</i></b>	<b>7,2</b> <b>A<sup>2</sup></b>	<b>6,3</b> <b>B</b>	<b>7,9</b> <b>A</b>

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

<sup>2/</sup> 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 1,0% ('Comandor') do 13,5% ('Owacja'), z Grabowa od 1,5% ('RGT Kilimanjaro') do 10,5% ('Owacja') a z Chomentowa – od 3,0% ('Hondia' i 'Tytanika') do 15,0% ('Bonanza') grzybów rodzaju *Fusarium*, – tab.3. Tabele 3a, 3b i 3c ilustrują grupy

jednorodnie zasiedlenia przez *Fusarium* spp. ziarna pszenicy ozimej pochodzącego z uprawy w różnych miejscowościach.

Tab. 3a. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych **odmianach pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w **Osinach w 2019 roku – grupy jednorodne**

Grupy jednorodne	Owacja	Delawar	Hybery	Tytanika	Artist (Memory)	Bonanza	Plejada	Formacja	Hondia	KWS Spencer	RGT Bilanz	Medalistka	Euforia	Ostka Grub. Gr.	RGT Kilimanjaro	Comandor
% poraż	13,5	13,0	12,0	11,5	11,0	8,5	7,2	6,5	6,5	6,5	6,0	3,5	3,0	3,0	2,5	1,0
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 **Grabowie w 2019 roku – grupy jednorodne**

Grupy jednorodne	Owacja	Bonanza	Comandor	KWS Spencer	Tytanika	Ostka Grub. Gr.	Euforia	Plejada	RGT Bilanz	Delawar	Hondia	Hybery	Formacja	Medalistka	Artist (Memory)	RGT Kilimanjaro
% poraż	10,5	8,0	8,0	8,0	7,5	7,0	6,5	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	2,5	1,5
a																
b																
c																
d																

Tab. 3c. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych **odmianach pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w **Chomentowie w 2019 roku – grupy jednorodne**

Grupy jednorodne	Bonanza	Delawar	Hybery	KWS Spencer	Plejada	RGT Bilanz	Medalistka	Artist (Memory)	Ostka Grub. Gr.	Euforia	RGT Kilimanjaro	Formacja	Owacja	Comandor	Hondia	Tytanika
% poraż	15,0	12,5	11,5	11,0	8,5	8,5	8,3	8,0	6,8	6,5	6,5	6,2	6,0	5,0	3,0	3,0
a																
b																
c																
d																
e																

Reakcja na porażenie ziarna przez *Fusarium* spp. u większości badanych odmian różniła się w zależności od miejscowości, w której była uprawiana. Ziarno odmiany 'Owacja' pochodzące z

uprawy w Osinach (13,5%) i z uprawy w Grabowie (10,5%) charakteryzowało się najwyższym procentem porażenia, natomiast ziarniaki tej odmiany pochodzące z uprawy w Chomentowie należały do grupy odmian o niskim procencie zasiedlenia przez te patogeny (tab. 3a, 3b i 3c). Należy jednak zauważyć, że niektóre odmiany, niezależnie od miejsca uprawy, charakteryzowały stosunkowo niskim procentem zasiedlonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków (np. 'RTG Kilimanjaro') – (tab. 3a, 3b i 3c).

Zróżnicowane 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 – 'Comandor' i 'RGT Kilimanjaro' (tab. 3a – grupa jednorodna „g”), w Grabowie – 'RGT Kilimanjaro' i 'Memory' (tab. 3b – grupa jednorodna „d”) natomiast w Chomentowie – 'Tytanika', 'Hondia', 'Comandor' (tab. 3c – grupa jednorodna „e”). Najwyższy procent porażonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków pochodzących z Osin i Grabowa stwierdzono na odmianie 'Owacja' a pochodzących z uprawy w Chomentowie – na odmianie 'Bonanza' – 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 około 70% ogólnej liczby wyizolowanych *Fusarium* spp. (w Osinach – 75%, w Grabowie – 62%, w Chomentowie – 72%,). Ponadto w niewielkich ilościach lub sporadycznie izolowano: *F. avenaceum* (*G. avenacea*), *F. culmorum*, *F. equiseti* (*G. intricans*), *F. graminearum* (*G. zea*) i *F. tricinctum* (*G. tricincta*) - tab. 4.

Tab. 4. Gatunki grzybów rodzaju *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach [% zasiedlonych ziarniaków] w 2019 roku

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium equiseti</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poae</i>
	OSINY					GRABÓW				CHOMENTOWO		
Artist (Memory)			2,5	8,5		1,0			1,5	5,0		3,0
Bonanza	1,5			7,0		5,0			3,0	5,0		10,0
Comandor	1,0					1,0			7,0			5,0
Delawar	3,5			8,5	1,0	1,0			5,0	1,0	1,5	10,0
Euforia	1,5			1,5		3,0			3,5	1,5		5,0
Formacja				5,0	1,5	3,5			1,5	1,2		5,0
Hondia	1,5			5,0		3,0			3,0			3,0
Hybery				12,0		1,0			5,0	1,5		10,0
KWS Spencer				6,5		1,0			7,0	2,5		8,5
Medalistka				3,5		3,0	1,0		1,0	5,0		3,3
Ostka Grub. Gr.				3,0					7,0	3,5		3,3

Owacja	1,5		3,5	8,5		3,0		2,5	5,0		1,0	5,0
Plejada	1,2	1,0		5,0				1,5	5,0	5,0		3,5
RGT Bilanz	3,5			1,5	1,0	1,5			5,0			8,5
RGT Kilimanjaro	1,0			1,5					1,5			6,5
Tytanika	1,5			10,0		3,0		3,0	1,5			3,0
<b>Średnio</b>	<b>1,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>5,4</b>	<b>0,2</b>	<b>1,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>3,9</b>	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	<b>5,8</b>

Z innych grzybów zasiedlających ziarno pszenicy ozimej głównie izolowano gatunki: *Alternaria alternata* (Osiny – 75,1%, Grabów – 81,4% i Chomentowo – 75,2%) oraz *Epicoccum nigrum* (odpowiednio 11,6%, 16,6% i 9,8%). Ponadto stosunkowo dużo ziarniaków zasiedlonych było przez *Khuskia oryzae* (w Osinach od 1,0% do 8,3% – średnio 4,3%; w Chomentowie od 1,0% do 8,0% – średnio 4,4%), *Arthrinium phaeospermum* (w Osinach od 1,0% do 6,7% – średnio 3,6%; w Chomentowie od 1,0% do 8,0% – średnio 5,0%) oraz *Aureobasidium pullulans* (w Osinach od 1,5% do 17,0% – średnio 6,9%) – (tab. 5, 6 i 7).

Tab. 5. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2019 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremonia fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aureobasidium bolleyi</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gelasinospora cerealis</i>	<i>Gonatotryps simplex</i>	<i>Khuskia oryzae</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>
Artist (Memory)	1,0	78,3	5,0	1,0		3,0				5,0			5,0	5,0	
Bonanza	1,0	66,5	5,0			8,5	2,0			16,5			6,7	1,0	
Comandor	1,0	70,0	3,0	5,0	5,0	3,5				15,0			5,0	8,0	1,5
Delawar	1,0	68,3	2,5			7,0	1,0			6,5		1,2	6,7	3,0	
Euforia	1,0	76,7	5,0			13,5			1,0	15,0			3,0	1,0	
Formacja	3,0	76,5				2,5	1,0		3,0	15,0			1,0	1,0	
Hondia		80,0	5,0			6,7		1,2		6,5		7,0	5,0	3,3	
Hybery	3,0	75,0	6,7			3,0				8,5	1,0		8,3	1,0	
KWS Spencer	1,0	80,0			3,0	14,0				12,0	1,0		1,0	1,0	
Medalistka		78,0	5,0			5,0				11,5		3,0	5,0	1,0	1,0
Ostka Grub. Gr.		64,0	2,0		1,0	17,0				15,0			1,0		
Owacja		70,0	1,0			8,0	1,0	1,0		13,0			3,0	1,0	
Plejada		81,7	5,0			5,0			1,0	10,0	1,0		3,5		
RGT Bilanz		80,0	5,0			5,0			1,2	8,5		1,0	5,0		
RGT Kilimanjaro		80,0	3,0			6,5	1,0		1,0	10,0			5,0		
Tytanika	1,0	76,7	5,0	1,0		1,5		1,0		18,3		1,0	5,0		
<b>Średnio dla odmian</b>	<b>0,8</b>	<b>75,1</b>	<b>3,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>6,9</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>11,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>4,3</b>	<b>1,6</b>	<b>0,2</b>



Tab. 6. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Grabowie w 2019 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremonia fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gonatotryps simplex</i>	<i>Khuskia oryzae</i>	<i>Penicillium spp.</i>
Artist (Memory)		71,5		1,0	1,5	1,0		40,0	1,0	3,0	
Bonanza		80,0		1,5	1,0			16,0		1,0	1,0
Comandor	1,0	83,0	1,0	1,0	1,5			18,3			
Delawar		78,5	1,5		3,0	5,0		20,0	1,0	1,5	
Euforia	1,5	81,5		2,5	3,0	1,0	1,5	18,0	1,0	1,0	
Formacja		89,0	3,0					14,0	1,0	1,0	
Hondia		73,3	1,0	3,0	1,0			21,0	1,0	5,0	
Hybery		82,5	1,0	1,5	6,0			14,0		1,0	1,0
KWS Spencer	1,0	88,3	3,0			2,5		10,0		1,0	
Medalistka		85,0	1,0	5,0	3,5			7,5	3,5	3,0	1,0
Ostka Grub. Gr.		88,5	5,0	1,0	7,0			9,0		3,0	
Owacja		76,0	1,0	3,0		1,5	2,5	16,5		1,0	
Plejada		85,0			3,5			13,5		1,0	
RGT Bilanz		76,7	3,0	1,0	1,5	1,0	2,5	11,5		6,0	
RGT Kilimanjaro		88,5	1,5	1,0	1,5			17,0	1,5	3,5	
Tytanika		75,0	3,0	5,0		1,0		19,0		7,0	1,0
<b>Średnio dla odmian</b>	<b>0,2</b>	<b>81,4</b>	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>	<b>2,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>16,6</b>	<b>0,6</b>	<b>2,4</b>	<b>0,3</b>

Tab. 7. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Chomentowie w 2019 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremonia fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gonatotryps simplex</i>	<i>Khuskia oryzae</i>	<i>Mucor spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
Artist (Memory)		78,3	5,0	3,5		1,0	3,0	6,5		3,0	1,0	1,0
Bonanza		63,3	6,7			1,0		13,5		5,0		1,0
Comandor		76,5		2,5				16,5		2,5		
Delawar		71,7	1,0	1,2	1,0		5,0	6,5	3,0	8,0		3,3
Euforia		81,7	6,5	3,0				5,0		5,0		6,5
Formacja		73,3	3,5	3,0	1,0		5,0	10,0		3,3		1,0
Hondia		81,7	3,3	1,2	3,5			8,5	1,0	5,0		1,0
Hybery		66,7	3,0	1,5		3,5		10,0	1,0	5,0		3,0
KWS Spencer		73,3	5,0	1,0			1,5	10,0	1,0	3,0		1,0
Medalistka		76,7	5,0	1,0	1,0		1,2	11,5		5,0		

Ostka Grub. Gr.	2,0	75,0	5,0	3,0		2,0		10,0		5,0		3,3
Owacja	1,0	75,0	8,0	3,0	1,0			11,7		5,0		5,0
Plejada		80,0	6,5	3,0			1,0	6,5		6,7		1,2
RGT Bilanz		80,0	6,5	1,0				6,7	1,0	1,0		1,0
RGT Kilimanjaro		75,0	6,5	3,0		1,0	1,2	13,3		6,7		
Tytanika		75,0	8,0	1,0		1,0	1,2	10,0		1,5		8,3
<b>Średnio dla odmian</b>	<b>0,2</b>	<b>75,2</b>	<b>5,0</b>	<b>2,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>	<b>9,8</b>	<b>0,4</b>	<b>4,4</b>	<b>0,1</b>	<b>2,3</b>

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

### Współczynniki korelacji

Jako hipotezę zerową przyjęto brak zależności (korelacji), w której  $F_{obl} < F_{tab}$ .

Tab. 8. Zależności pomiędzy najliczniej izolowanymi grzybami z ziarna pszenicy ozimej w 2019 r.

Badane grzyby	Współczynnik regresji liniowej „b”	Współczynnik „a”	Współczynnik korelacji „r”	$F_{obl}/F_{tab}$	Równanie regresji $Y_p$	Korelacja
<b><i>Fuarium</i> spp. – <i>A. alternata</i></b>	<b>-0,6349</b>	<b>81,757</b>	<b>-0,3377</b>	<b><math>F_{obl} &gt; F_{tab}</math></b>	<b><math>y = -0,63x + 81,76</math></b>	<b>tak</b>
<i>Fuarium</i> spp. – <i>E. nigrum</i>	-0,5045	16,2568	-0,2810	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,50x + 16,26$	nie
<i>Fuarium</i> spp. – <i>K. oryzae</i>	0,1779	2,4596	0,2639	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = 0,18x + 2,46$	nie
<i>Fuarium</i> spp. – <i>A. phaeospermum</i>	0,0986	2,6868	0,1343	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = 0,10x + 2,69$	nie
<i>Fuarium</i> spp. – <i>A. pullulans</i>	-0,1837	4,8107	-0,1631	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,18x + 4,81$	nie
<i>A. alternata</i> – <i>E. nigrum</i>	-0,1535	24,5187	-0,1607	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,15x + 24,52$	nie
<b><i>A. alternata</i> – <i>K. oryzae</i></b>	<b>-0,1368</b>	<b>14,296</b>	<b>-0,3816</b>	<b><math>F_{obl} &gt; F_{tab}</math></b>	<b><math>y = -0,13x + 14,30</math></b>	<b>tak</b>
<i>A. alternata</i> – <i>A. phaeospermum</i>	-0,0445	6,8288	-0,1139	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,04x + 6,83$	nie
<b><i>A. alternata</i> – <i>A. pullulans</i></b>	<b>-0,1893</b>	<b>18,1219</b>	<b>-0,316</b>	<b><math>F_{obl} &gt; F_{tab}</math></b>	<b><math>y = -0,19x + 18,12</math></b>	<b>tak</b>
<i>E. nigrum</i> – <i>K. oryzae</i>	-0,0978	4,9650	-0,2603	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,10x + 4,96$	nie
<b><i>E. nigrum</i> – <i>A. phaeospermum</i></b>	<b>-0,1953</b>	<b>5,8632</b>	<b>-0,4774</b>	<b><math>F_{obl} &gt; F_{tab}</math></b>	<b><math>y = -0,20x + 5,86</math></b>	<b>tak</b>
<i>E. nigrum</i> – <i>A. pullulans</i>	-0,0383	3,9869	-0,061	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,04x + 3,99$	nie
<b><i>K. oryzae</i> – <i>A. phaeospermum</i></b>	<b>0,4688</b>	<b>1,6773</b>	<b>0,4259</b>	<b><math>F_{obl} &gt; F_{tab}</math></b>	<b><math>y = 0,47x + 1,68</math></b>	<b>tak</b>
<i>K. oryzae</i> – <i>A. pullulans</i>	-0,0243	3,6693	-0,0143	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,02x + 3,67$	nie
<b><i>A. phaeospermum</i> – <i>A. pullulans</i></b>	<b>-0,6827</b>	<b>6,8092</b>	<b>-0,3914</b>	<b><math>F_{obl} &gt; F_{tab}</math></b>	<b><math>y = 0,68x + 6,81</math></b>	<b>tak</b>

Obliczenia przeprowadzone na jednorocznych wynikach badań mykologicznych ziarna pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach wykazały

istnienie pewnych zależności pomiędzy grzybami zasiedlającymi ziarno (tab. 8).

#### ***Fusarium* spp. – *Alternaria alternata***

Współczynnik korelacji  $r = -0,3377$  ( $F_{\text{obl}} > F_{\text{tab}}$ )

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).

#### ***Alternaria alternata* – *Khuskia oryzae***

Współczynnik korelacji  $r = -0,3816$  ( $F_{\text{obl}} > F_{\text{tab}}$ )

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

#### ***Alternaria alternata* – *Aureobasidium pullulans***

Współczynnik korelacji  $r = -0,316$  ( $F_{\text{obl}} > F_{\text{tab}}$ )

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

#### ***Epicoccum nigrum* – *Arthrimum phaeospermum***

Współczynnik korelacji  $r = -0,4774$  ( $F_{\text{obl}} > F_{\text{tab}}$ )

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

#### ***Khuskia oryzae* – *Arthrimum phaeospermum***

Współczynnik korelacji  $r = 0,4259$  ( $F_{\text{obl}} > F_{\text{tab}}$ )

Wartość  $r$  wskazuje, że istnieje dodatnia umiarkowana zależność pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *K. oryzae* a *A. phaeospermum*. Wzrost zasiedlenia ziarna przez *K. oryzae* powoduje wzrost zasiedlenia przez *A. phaeospermum*.

#### ***Arthrimum phaeospermum* – *Aureobasidium pullulans***

Współczynnik korelacji  $r = -0,3914$  ( $F_{\text{obl}} > F_{\text{tab}}$ )

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

W pozostałych badaniach, analiza korelacji nie wykazała zależności ( $F_{\text{obl}} < F_{\text{tab}}$ ) pomiędzy badanymi grzybami (tab. 8).

### **Podsumowanie**

#### ***Uprawa w systemie ekologicznym***

1. W 2019 roku objawy fuzariozy kłosów pszenicy ozimej wystąpiły w niewielkim nasileniu. Przyczyną były niesprzyjające warunki pogodowe 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 – Comandor’ i ‘RGT Kilimanjaro’,
  - w okolicach Grabowa – ‘RGT Kilimanjaro’ i ‘Memory’,
  - w okolicach Chomentowa – ‘Tytanika’, ‘Hondia’ i ‘Comandor’.
3. Z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym najliczniej izolowanym gatunkiem był *F. poae*. 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*.
5. Analiza korelacji wykazała pewne zależności pomiędzy grzybami zasiedlającymi ziarno pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym (*A. alternaria*, *A. phaeospermum*, *A. pullulans*, *E. nigrum*, *Fusarium* spp., *K. oryzae*).

### **Zadanie 5. Ocena wartości wypiekowej mąki z ziarna nowych odmian pszenicy ozimej i jego przydatność do produkcji pieczywa.**

Pszenica jest jednym z najważniejszych rodzajów zbóż uprawianych w Polsce. Podstawowym kierunkiem wykorzystania ziarna pszenicy jest produkcja różnych typów mąki będących surowcem do produkcji pieczywa, wyrobów ciastkarskich, makaronów, klusek, pierogów, naleśników itp. Mąki uzyskane z przemiału ziarna pszenicy powinny charakteryzować się określonymi cechami użytkowymi, pożądanymi w procesie ich dalszego przerobu [Cacak-Pietrzak 2008].

Mąki przeznaczone do produkcji pieczywa powinny cechować się dużą zdolnością wchłaniania wody, przygotowane z nich międzyprodukty piekarskie powinny gwarantować stabilność procesu technologicznego, a uzyskane wyroby mieć wysoką jakość. Jakość pieczywa oceniana jest na podstawie takich cech, jak: smak, zapach, objętość bochenka, właściwości skórki (wygląd, barwa), właściwości mięksizu (barwa, elastyczność, porowatość). Cechy te zależą od jakości użytych surowców oraz zastosowanego procesu technologicznego [Ambroziak 1998, Cacak-Pietrzak 2008].

O przydatności mąki pszennej do produkcji pieczywa decydują takie jej właściwości jak [Ambroziak 1998]:

- zdolność do tworzenia ciasta o odpowiednich właściwościach fizycznych,
- zdolność do zatrzymywania ditlenku węgla powstałego w czasie fermentacji ciasta,
- aktywność enzymatyczna.

Główną rolę w procesie powstawania ciasta i wypieku chleba pszennego odgrywają białka, a szczególnie białka glutenowe – gliadyny i gluteniny. Są one białkami polimerycznymi, o szczególnych właściwościach fizycznych, takich jak elastyczność i sprężystość. Gliadyny i gluteniny po zmieszaniu z wodą tworzą charakterystyczny dla struktury ciasta pszennego

kompleks glutenowy. Białka glutenowe pełnią funkcję strukturotwórczą w pieczywie, co wynika z ich zdolności do tworzenia rozgałęzionej struktury, która w czasie miesienia ciasta otacza napęczniałe ziarenka skrobi i warunkuje zatrzymywanie gazów wytwarzanych podczas fermentacji ciasta [Ambroziak 1998, Wieser 2007]. Gluten o odpowiedniej jakości powinien cechować się dużą wodochłonnością, elastycznością i sprężystością. Z mąki o takim glutenie uzyskuje się dobrze wyrośnięte pieczywo, o równomiernie porowatym, elastycznym miększu [Ambroziak 1998]. Według normy PN-A-74022:2003 ilość glutenu mokrego wymytego z mąk pszennych niskowyciągowych (z wyjątkiem mąki tortowej) nie powinna być mniejsza niż 25%, a jego rozptywalność nie powinna przekraczać 9 mm. Zastosowanie do produkcji pieczywa mąki o nieodpowiedniej ilości i jakości białek glutenowych może powodować problemy już na etapie przygotowania ciasta, które będzie kleić się do maszyn w czasie obróbki mechanicznej, a podczas rozrostu końcowego może nastąpić rozptywanie kęsów ciasta. W rezultacie uzyskane pieczywo wykazuje szereg wad, takich jak: mała objętość, płaski kształt, popękana odstająca skórka, nierównomiernie porowaty miększ [Ambroziak 1998].

Do produkcji pieczywa nie mogą być stosowane mąki wykazujące nadmierną aktywność enzymów amylolitycznych i proteolitycznych. Podwyższona aktywność enzymów proteolitycznych powoduje zwiększoną hydrolizę białek, co prowadzi do pogorszenia jakości glutenu, a następnie pogorszenia jakości uzyskanego z takiej mąki ciasta i w konsekwencji pieczywa. Nadmierna aktywność amylolityczna powoduje obniżenie wodochłonności mąki oraz pogorszenie struktury ciasta. Optymalna aktywność enzymów amylolitycznych w mąkach na cele wypiekowe powinna być na średnim poziomie (liczba opadania w zakresie 220-280 s) [Rothkaehl 2009].

Na niektóre właściwości mąki, określające jej przydatność wypiekową, wpływ ma granulacja (stopień rozdrobnienia). Wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia następuje podwyższenie wodochłonności mąki, skrócenie czasu fermentacji ciasta i wzrost jego wydajności. Uzyskuje się także większą wydajność pieczywa [Ambroziak 1998].

Ciasto na pieczywo pszenne przygotowuje się metodą bezpośrednią lub pośrednią. W metodzie bezpośredniej wszystkie składniki receptury (mąka, woda, drożdże, sól) poddaje się mieszaniu, a następnie fermentacji. Po procesie fermentacji, trwającym od 1,5 do 3 godzin ciasto dzieli się na kęsy, formuje, poddaje fermentacji końcowej (rozrost), a ostatnim etapem jest wypiek w piecu. Zaletą tej metody jest m.in. krótszy czas trwania procesu, mniejsza pracochłonność. Jest ona zalecana do produkcji pieczywa z mąk o niższej wartości technologicznej, np. mąki o podwyższonej aktywności enzymów amylolitycznych (uzyskanej z ziarna porośniętego), mąki o mniejszej zawartości substancji białkowych [Haber i Sobczyk 2014].

W metodzie pośredniej przygotowanie ciasta przebiega dwuetapowo. W pierwszym etapie sporządza się tzw. podmłodę – z połowy ilości mąki, 2/3 ilości wody oraz całej ilości drożdży, którą następnie poddaje się fermentacji, trwającej 3-3,5 godziny. Następnie dodaje się pozostałą ilość mąki, wody, sól oraz ewentualne pozostałe surowce (np. tłuszcz, cukier), i poddaje ponownej fermentacji (30-40 minut). Kolejne etapy produkcji są takie same jak podczas opisanej wyżej metody bezpośredniej. Pieczywo uzyskane z zastosowaniem metody pośredniej odznacza się na ogół lepszą jakością (większa objętość bochenka, równomierna porowatość miększu, lepsze cechy smakowo-zapachowe), ale pod warunkiem, że użyta do jego

produkcji mąka była tzw. mąką mocną (duża wydajność glutenu, dobra jakość glutenu). Metodę tę stosuje się najczęściej do produkcji pszennego pieczywa wyborowego oraz półcukierniczego [Haber i Sobczyk 2014].

### **Cel pracy, metodyka**

Celem pracy była ocena wartości wypiekowej mąki otrzymanej z przemiału ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej, pochodzącej z uprawy w ekologicznym systemie produkcji.

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno 16 ozimych odmian pszenicy zwyczajnej: Bonanza (grupa jakościowa B), Comandor (A), Delawar (A), Euforia (A), Formacja (A), Hondia (A), Hybery (B), Medalistka (B), Memory, Ostka Gruboziernista Grodkowicka, Owacja (B), Plejada (B), RGT Bilanz (B), RGT Kilimanjaro (A), Spencer i Tytanica (B). Ziarno pochodziło z doświadczenia polowego przeprowadzonego w sezonie 2018/2019 w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do IUNG-PIB w Puławach.

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

Przemiał ziarna na mąki jasne (niskowyciągowe) 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 obliczono wydajność mąki ogółem.

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

- barwę na fotokolorymetrze CR-200 firmy Minolta w systemie CIE w układzie  $L^*a^*b^*$  [Billier i Wierzbicka 2003],
- zawartość popiołu – metodą spopielenia w piecu muflowym (w temp. 900°C).
- wilgotność – metodą suszenia (w temp. 130°C),
- zawartość białka ogółem – metodą Kjeldahla (Nx5,83),
- wydajność glutenu mokrego i indeks glutenu w systemie Glutomatic 2200 [PN-EN 15587: 2008],
- liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena [PN-EN ISO 3093:2007].

Przydatność mąk do produkcji pieczywa określano w sposób bezpośredni – przeprowadzając próbny wypiek laboratoryjny. Ciasto (o wydajności 160%) przygotowano z 500 g mąki o wilgotności 14,0%, 300 cm<sup>3</sup> 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 miększu oraz smak i zapach.

### Wyniki oceny wydajności i cech fizyko-chemicznych mąki

Wydajności (wyciągi) mąki uzyskanej z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy mieściły się w zakresie od 77,0 do 81,3%; średnia 78,9% (tab. 1). Były one porównywalne z wydajnościami mąk niskowyciągowych, uzyskiwanych w przemysłowych młynach pszenicznych. Według wymagań klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy opracowanej w COBORU [Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński 1996] ogólny wyciąg mąki uzyskanej z ziarna pszenicy zaliczanej do grupy elitarnej nie powinien być mniejszy niż 72%. Wymaganie to spełniało ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy.

Zawartość popiołu w badanych mąkach wynosiła od 0,73 do 0,85%; średnia 0,80% (tab. 2). Najniższą popiołowością odznaczały się mąki z ziarna pszenicy odmian: Delawar, Hybery, Plejada i Owacja. Najwięcej składników mineralnych (popiołu) zawierały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy odmian Memory i Ostka Grodowicka (pszenica oścista).

**Tabela 1. Wyniki oceny wydajności i właściwości fizyko-chemicznych mąki**

Odmiana	Wydajność mąki [%]	Popiół [% s.m.]	Parametry barwy		
			L* [-]	a* [-]	b* [-]
Bonanza	77,5	0,82	93,95	-0,58	12,48
Comandor	77,0	0,83	93,82	0,06	10,32
Delawar	80,1	0,73	94,29	-0,13	10,46
Euforia	78,7	0,80	93,83	0,26	9,19
Formacja	79,1	0,83	93,55	-0,13	11,65
Hondia	79,1	0,82	93,99	0,12	9,75
Hybery	78,3	0,73	94,22	0,08	8,47
Medalistka	79,8	0,77	94,28	0,16	9,93
Memory	79,0	0,85	93,36	0,25	10,20
Ostka Grub. Grod.	77,0	0,85	94,27	-0,05	10,18
Owacja	80,1	0,75	94,87	-0,84	12,12
Plejada	81,3	0,74	94,08	0,07	8,79
RGT Bilanz	78,7	0,81	93,88	-0,29	10,47
RGT Kilimanjaro	79,6	0,83	94,27	-0,17	9,70
Spencer	78,8	0,77	94,13	-0,15	10,21
Tytanica	77,8	0,84	92,97	-0,20	11,18
Średnia	78,9	0,80	93,96	-0,10	10,32

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 rozdrobnionych cząstek okrywy owocowo-nasiennej [Cacak-Pietrzak 2008]. Wartości parametru L\* (jasność barwy) mieściły się w zakresie od 92,97 do 94,87; średnia 93,96 (tab. 1).

Najwyższymi wartościami parametru  $L^*$  cechowały się mąki z ziarna pszenicy odmian: Owacja, Delawar, Medalistka, RGT Kilimanjaro i Ostka Gruboziarnista Grodkowicka. Wartości współrzędnej chromatyczności barwy  $a^*$  mieściły się w zakresie od -0,84 do 0,26; średnia -0,10. Większość badanych mąk cechowała się większym udziałem w barwie odcienia zielonego (ujemne wartości  $a^*$ ) niż czerwonego (dodatnie wartości  $a^*$ ). Wartości współczynnika  $b^*$  na podstawie którego można określić udział barwy żółtej (wartości dodatnie  $b^*$ ) lub niebieskiej (wartości ujemne  $b^*$ ) mieściły się w zakresie od 8,47 do 12,48; średnia 10,32. Najwyższymi wartościami tego parametru barwy cechowały się mąki z ziarna pszenicy odmian: Bonanza, Owacja, Formacja i Tytanica.

Zawartość białka ogółem w badanych mąkach mieściła się w zakresie od 9,1 do 13,3%; średnia 10,5% (tab. 2). Największą zawartością tego składnika odznaczała się mąka otrzymana z przemiału ziarna pszenicy ościstej – odmiany Ostka Grub. Grodkowicka. Poniżej 10% białka ogółem zawierały mąki z ziarna pszenicy odmian: Comandor, Hybery i Owacja. W pozostałych mąkach, z wyjątkiem mąki z ziarna pszenicy odmiany Memory, ogólna zawartość białka nie przekraczała poziomu 11%. Stosunkowo niska ogólna zawartość białka w badanych mąkach wynikała z prowadzenia uprawy pszenicy w systemie ekologicznym, w którym zabronione jest stosowanie nawożenia azotem mineralnym. Podobną zawartością białka ogółem (średnia 10,8%) cechowały się mąki z ziarna ozimych odmian pszenicy z uprawy ekologicznej, we wcześniejszych czteroletnich badaniach [Cacak-Pietrzak 2011]. Na jeszcze mniejszą zawartość białka w mąkach z ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej wskazują wyniki badań przeprowadzonych przez Bartnik [1994].

**Tabela 2. Wyniki oceny właściwości fizyko-chemicznych mąki cd.**

Odmiana	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Gluten mokry [%]	Indeks gluten [-]	Liczba opadania [s]
Bonanza	13,0	10,8	18,5	99	284
Comandor	12,8	9,9	23,5	98	334
Delawar	12,7	10,3	27,6	93	352
Euforia	12,9	10,6	26,6	87	336
Formacja	12,8	10,3	23,9	96	345
Hondia	12,8	10,7	24,4	86	347
Hybery	12,9	9,1	16,1	98	255
Medalistka	12,8	10,3	24,0	97	268
Memory	12,6	11,1	24,8	96	322
Ostka Grub. Grod.	12,7	13,3	35,3	55	334
Owacja	13,1	9,3	21,4	95	248
Plejada	13,1	10,5	23,6	93	241
RGT Bilanz	13,2	10,9	22,3	100	301
RGT Kilimanjaro	13,2	10,9	22,2	99	367
Spencer	13,1	10,6	19,7	100	356
Tytanica	13,2	10,0	23,3	90	290
Średnia	12,9	10,5	23,6	93	311



Wydajność glutenu mokrego wymytego z badanych mąk również była niska, wynosiła od 16,1 do 35,3%; średnia 23,6% (tab. 2). Według normy PN-91/A-74022:1992 ilość glutenu w mąkach pszennych niskowyciągowych nie powinna być niższa niż 25%. Wymaganie to spełniały tylko 3 spośród 16 badanych próbek – mąki z ziarna pszenicy odmian Ostka Grub. Grodkowicka (35,3%), Delawar (27,6%) oraz Euforia (26,6%). Z trzech próbek wyizolowano poniżej 20% glutenu mokrego. Były to mąki z ziarna pszenicy odmian Hybery (16,1%), Bonanza (18,5%) oraz Spencer (19,7%). 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 wskazują na gluten bardzo mocny, natomiast wartości poniżej 60 na gluten słabej jakości [Rothkaehl 2009]. Mała wydajność glutenu wyizolowanego z badanych próbek mąki miała zapewne wpływ na wysokie (powyżej 90 jednostek) wartości IG. Wyjątek stanowił gluten wyizolowany z mąki z ziarna odmiany Ostka Grub. Grodkowicka (IG 55), Hondia (IG 86) oraz Euforia (IG 68). Na podstawie wartości IG gluten wymyty z większości próbek mąki, zakwalifikowano jako mocny.

Wartości liczby opadania, wskaźnika aktywności enzymów amylolitycznych, mieściły się w zakresie od 241 do 367 s; średnia 311 s (tab. 2). Większość badanych próbek mąki cechowała się niską aktywnością enzymów amylolitycznych (liczba opadania > 300 s). Dla mąki przeznaczonej do wypieku pieczywa liczba opadania powinna mieścić się w zakresie 220-280 s [Rothkaehl 2009]. Spośród badanych próbek optymalną do wypieku pieczywa aktywnością amylolityczną cechowały się mąki z ziarna odmian pszenicy: Hybery, Medalistka, Owacja i Plejada.

### **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 7,8 do 15,2%; średnia 10,9% (tab. 3). Strata piecowa całkowita (różnica pomiędzy masą kęsa ciasta uformowanego przed wypiekiem a masą chleba po wystygnięciu) wynosiła od 13,5 do 20,4%; średnia 15,4%. Najmniejszym upiekiem i stratą piecową całkowitą cechowało się pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Euforia, Memory i RGT Bilanz. Wydajność pieczywa (ilość pieczywa uzyskana ze 100 części wagowych mąki) mieściła się w zakresie od 127,4 do 138,5%; średnia 133,9%. Największą wydajność pieczywa uzyskano z mąki z ziarna pszenicy odmian: Euforia, RGT Bilanz i Memory.

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 bochenków chleba miała właściwą grubość, barwę od jasno do ciemno brązowej, w większości prób była nieznacznie popękana. Wyrośnięcie bochenków było zróżnicowane. Objętość w przeliczeniu na 100 g pieczywa wynosiła od 234 do 302 cm<sup>3</sup>, średnia 271 cm<sup>3</sup> (tab. 3). Im większa jest objętość pieczywa w przeliczeniu na tę samą masę tym wyżej oceniana jest jego jakość. Według Jakubczyka

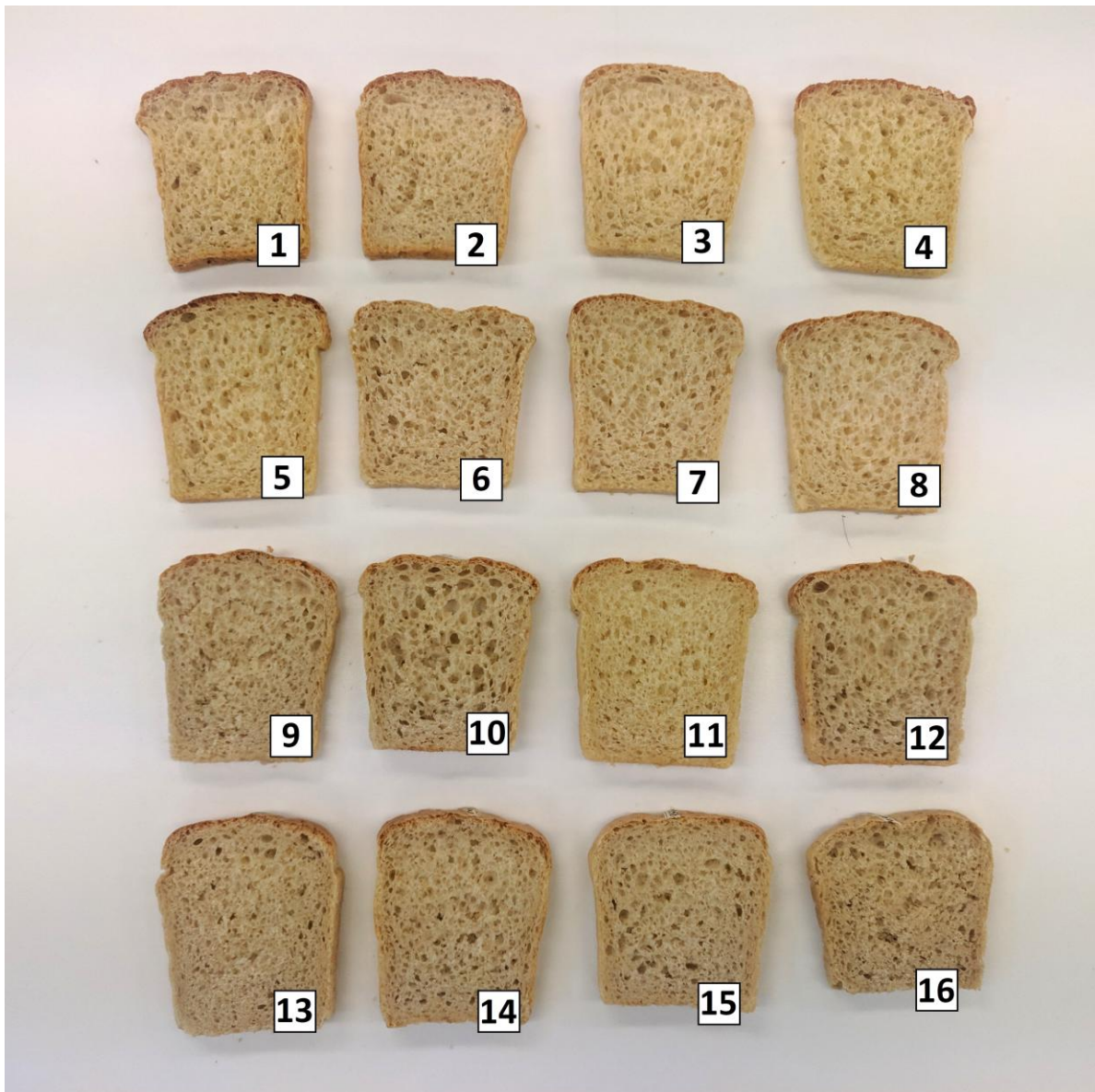
i Habera [1983] objętość chleba pszennego zwykłego ocenia się jako bardzo dobrą, gdy wynosi ona ponad 321 cm<sup>3</sup>/100 g, jako dobrą gdy mieści się w zakresie 320-291 cm<sup>3</sup>/100 g, dostateczną gdy mieści się w zakresie 290-200 cm<sup>3</sup>/100 g, a niedostateczną gdy wynosi poniżej 200 cm<sup>3</sup> w przeliczeniu na 100 g pieczywa. Spośród badanych próbek bardzo dobrą objętością odznaczało się pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmiany Owacja. Dobrą objętością cechowało się pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmiany Delawar, natomiast pieczywo z mąki z ziarna pozostałych odmian pszenicy zaledwie dostateczną. Mięksiz pieczywa cechował się na ogół dobrą elastycznością, ale kruszył się podczas krojenia. Był on zróżnicowany pod względem barwy oraz porowatości (fot. 1). Współczynniki porowatości mięksizu wynosiły od 30 do 90. Najbardziej równomierną porowatością odznaczał się mięksiz pieczywa z mąki z ziarna pszenicy odmiany RGT Bilanz, a najniższej pod względem porowatości zostało ocenione pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmiany Ostka Grub. Grodkowicka (fot. 2). Według Jakubczyka i Habera [1983] porowatość mięksizu pieczywa zależy od jakości mąki użytej do jego produkcji, przede wszystkim ilości i jakości białek glutenowych oraz zdolności do zatrzymywania w cieście gazów powstałych podczas procesu fermentacji, ale nie do końca znalazło to potwierdzenie w uzyskanych wynikach.

**Tabela 3. Wyniki wypieku laboratoryjnego pieczywa**

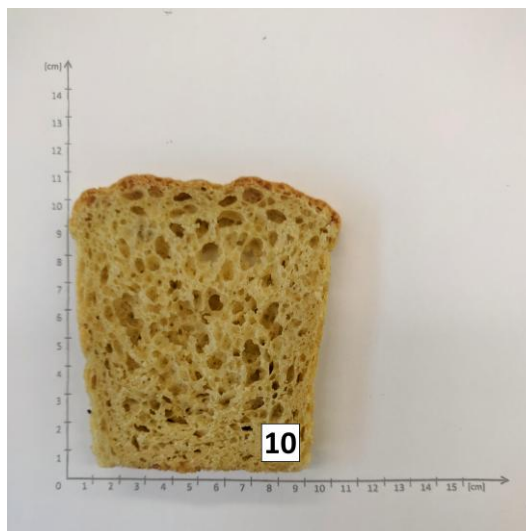
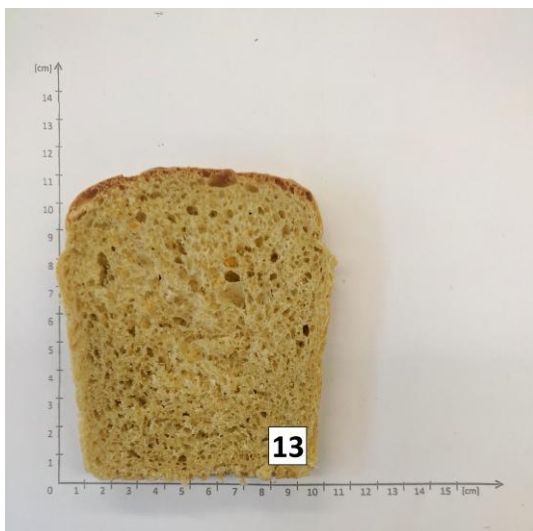
Odmiana	Upiek [%]	Strata piecowa [%]	Wydajność pieczywa [%]	Objętość pieczywa [cm <sup>3</sup> ]	Wsp. porowatości [-]	Ocena punktowa [pkt.]
Bonanza	15,2	20,4	127,4	286	70	27,0
Comandor	13,9	18,3	130,8	252	60	27,0
Delawar	11,9	17,7	131,8	294	70	28,0
Euforia	8,7	13,5	138,5	240	60	27,3
Formacja	9,8	14,6	136,7	250	60	28,4
Hondia	10,9	17,0	132,9	270	60	15,0
Hybery	9,5	16,6	133,5	283	70	27,7
Medalistka	9,3	15,9	134,6	288	70	27,4
Memory	7,8	13,9	137,8	288	80	29,7
Ostka Grub. Grod.	11,3	16,6	133,5	266	30	23,7
Owacja	11,6	16,6	133,5	302	80	28,7
Plejada	10,4	16,1	134,4	281	60	26,0
RGT Bilanz	8,4	13,7	138,1	269	90	30,7
RGT Kilimanjaro	13,3	18,5	130,5	282	70	29,3
Spencer	9,5	14,3	137,2	250	70	25,3
Tytanica	12,3	17,7	131,7	234	60	10,7
Średnia	10,9	15,4	133,9	271	-	25,7

Liczba punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej pieczywa wynosiła średnio od 10,7 do 30,7 (tab. 3). Najwyższej zostało ocenione pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmiany RGT Bilanz. 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 I poziomu jakości zakwalifikowano również pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Delawar, Formacja, Memory, Owacja i RTG Kilimanjaro. Do II poziomu jakości (27-23 pkt.) zakwalifikowano pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Bonanza, Comandor, Euforia, Hybery, Medalistka, Ostka Grodowicka, Plejada i Spencer. Żadna z próbek pieczywa nie została zakwalifikowana do III poziomu jakości (22-18), natomiast do IV poziomu jakości (17-8) zakwalifikowano pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian Hondia i Tytanica. Zastrzeżenia oceniających dotyczyły przede wszystkim właściwości miękkiszu oraz wyglądu skórki.



**Fot. 1. Porównanie wyglądu miękkiszu pieczywa z mąki z ziarna pszenicy odmian:  
nr 1 odmiana Bonanza, nr 2 Comandor, nr 3 Delawar, nr 4 Euforia,  
nr 5 Formacja, nr 6 Hondia, nr 7 Hybery, nr 8 Medalistka,  
nr 9 Memory, nr 10 Ostka Gruboziarnista Grodkowicka, nr 11 Owacja, nr 12 Plejada  
nr 13 RGT Bilanz, nr 14 RGT Kilimanjaro, nr 15 Spencer, nr 16 Tytanica**



**Fot. 2. Porównanie porowatości miększu pieczywa: odmiana RGT Bilanz (współczynnik porowatości 90), odmiana Ostka Gruboziarnista Grodkowicka (współczynnik porowatości 30)**

### **Stwierdzenia i wnioski**

1. Wydajności mąki stosowanej jako surowiec do wypieku pieczywa były wysokie, wynosiły od 77,0 do 81,3%. Popiołowość mąk mieściła się w zakresie od 0,73 do 0,85%. Mąki cechowały się wysoką jasnością barwy (92,97-94,87), z dużym udziałem odcienia żółtego.
2. Zawartość białka ogółem w mąkach wynosiła średnio 10,5%, a ilość glutenu mokrego 23,6%. Największą zawartością substancji białkowych odznaczała się mąka z przemiału ziarna pszenicy ościstej odmiany Ostka Gruboziarnista Grodkowicka. Większość próbek mąki cechowała się mocnym glutenem. Aktywność enzymów amylolitycznych w badanych mąkach była na niskim lub średnim poziomie (wartości liczby opadania od 241 do 367 s).
3. Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym smakiem i zapachem. Objętość pieczywa mieściła się w zakresie od 234 do 302 cm<sup>3</sup>. Miększu chlebów cechował się na ogół dobrą elastycznością, ale kruszył się przy krojeniu. Porowatość miększu była zróżnicowana (współczynniki porowatości od 30 do 90). Na podstawie ogólnej liczby punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej do I poziomu jakości zakwalifikowano o pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: RGT Bilanz, Delawar, Formacja, Memory, Owacja i RTG Kilimanjaro. Do II poziomu jakości zakwalifikowano pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Bonanza, Comandor, Euforia, Hybery, Medalistka, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka, Plejada i Spencer. Pieczywo z mąki z ziarna pozostałych odmian pszenicy (Hondia i Tytanica) zostało zakwalifikowane do IV poziomu jakości.
4. Na podstawie uzyskanych wyników badań dotyczących przydatności ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej jako surowca do produkcji pieczywa stwierdzono, że wymagania przemysłu piekarskiego w największym stopniu spełniały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy odmian: RGT Bilanz, Delawar, Memory, Owacja i RTG Kilimanjaro.

#### Literatura:

1. Ambroziak A.: 1998. Piekarstwo i ciastkarstwo. WNT, Warszawa.
2. Bartnik M.: 1994. Wartość żywieniowa i technologiczna ekologicznych zbóż i przetworów zbożowych. Przgl. Piek. i Cuk. 42 (12), 32.
3. Biller E., Wierzbicka A.: 2003. Wybrane procesy w technologii żywności. Wyd. SGGW, Warszawa.
4. Cacak-Pietrzak G.: 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. Przgl. Zboż.-Młyn. 52(11), 11-13.
5. Cacak-Pietrzak G.: 2011. Studia nad wpływem ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji roślinnej na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. Wyd. SGGW, Warszawa.
6. Haber T., Sobczyk M. : 2014. Międzyprodukty piekarskie. W: Wybrane zagadnienia z technologii żywności pochodzenia roślinnego. Wyd. SGGW, Warszawa.
7. Internet 1: <http://wiescirolnicze.pl/zniwa-2019-zbiory-zboz-wyzsze-niz-w-2018-roku/>
8. Jakubczyk T., Haber T. (red.): 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
9. Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.: 1996. Nowe zasady klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy w polskiej ocenie odmian. Przgl. Zboż.-Młyn. 40 (11), 6-8.
10. PN-91/A-74022: 1992. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
11. PN-A-74108: 1996. Pieczywo. Metody badań.
12. PN-EN 15587: 2008. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych. Pszenica.
13. PN-EN ISO 3093:2007. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania zgodnie z metodą Hagberga-Pertena.
14. Rothkaehl J.: 2009. Rynek pszenicy w Polsce. Jakość pszenicy zwyczajnej i system oceny. Wyd. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA, Warszawa.
15. Wieser H.: 2007. Chemistry of gluten proteins. Food Microbiol. 24, 115-119.

### **Zadanie 6. Charakterystyka odmian pszenicy ozimej w zakresie profilu mikrobiologicznego strefy ryzosferowej oraz zdolności do pobierania składników pokarmowych**

Ocenę aktywności mikroorganizmów w ryzosferze 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 2019)**
- b) **profilu metabolicznego populacji mikroorganizmów z wykorzystaniem EcoPlates Biolog (w dwóch terminach, maj i czerwiec 2019).**

#### **6.1. 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.: Comandor, Hondia oraz Memory i wynosiła ona odpowiednio  $122.25 \times 10^7$ ,  $101.8 \times 10^7$  oraz  $107.46 \times 10^7$  komórek oraz (j.t.k) w 1 gramie gleby. W drugiej grupie po względem liczebności bakterii znalazły się odmiany RTG Kilimanjaro, KWS Spencer, Euforia, Tytanika (od 70.28 do  $77.21 \times 10^7$  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 Memory ( $22.40 \times 10^4$  j.t.k. /gram), KWS Spencer ( $23.17 \times 10^4$  j.t.k. /gram), Formacja ( $23.63 \times 10^4$  j.t.k. /gram) oraz Euforia ( $29.86 \times 10^4$  j.t.k. /gram). Natomiast takie odmiany jak: Hondia, Medalistka, charakteryzowały się znacznie mniejszymi populacjami grzybów – od  $12.32 \times 10^4$  do  $14.08 \times 10^4$  j.t.k /gram gleby odpowiednio dla odmiany.

Największą ogólną liczebność bakterii w II fazie poboru próbek stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmian pszenicy tj.: Tytanika ( $305.28 \times 10^7$  jtk/g s.m. gleby), Medalistka ( $226.40 \times 10^7$  jtk/g s.m. gleby), Comandor ( $186.15 \times 10^7$  jtk/g s.m. gleby). Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności bakterii w glebie ryzosferowej w II fazie poboru próbek glebowych w porównaniu do I fazy (Fig 1). Wyższe ogólne liczebności bakterii obserwowano m.in. w glebie ryzosferowej odmiany Tytanika, Medalistka oraz Comandor.

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

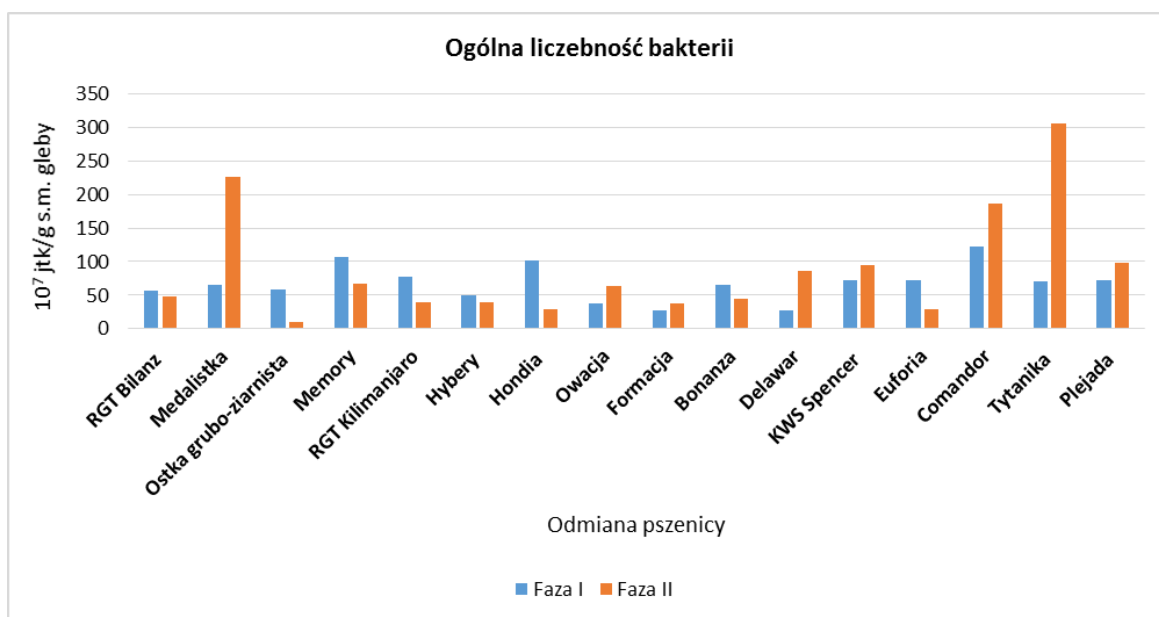
**Tabela 1a. Faza I**

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 ( $10^7$ j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność grzybów ( $10^5$ j.t.k./g s.m. gleby)
RGT Bilanz	211,38	61,74	60,00	56,99	17,23
Medalistka	180,19	64,36	54,81	65,15	14,08
Ostka gruboziarnista	209,28	63,05	56,34	59,39	19,91
Memory	203,48	56,84	49,75	107,46	22,40
RGT Kilimanjaro	224,99	63,57	57,62	77,21	18,16
Hybery	207,11	59,12	48,04	49,89	17,56
Hondia	185,69	59,96	57,69	101,80	12,32
Owacja	193,09	64,81	54,79	37,59	20,02
Formacja	178,78	60,96	50,27	27,51	23,63
Bonanza	192,59	63,10	55,31	64,91	16,93
Delawar	182,45	60,35	47,18	27,75	19,32
KWS Spencer	223,50	63,63	56,17	71,99	23,17
Euforia	193,68	62,96	55,26	72,03	29,86
Comandor	212,25	65,72	70,27	122,25	16,86
Tytanika	212,92	60,97	61,17	70,28	21,68
Plejada	211,38	61,74	60,00	56,99	17,23

**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 ( $10^8 \text{ j.t.k./g s.m. gleby}$ )	Ogólna liczebność grzybów ( $10^5 \text{ j.t.k./g s.m. gleby}$ )
RGT Bilanz	281,55	72,70	67,64	48,28	12,85
Medalistka	229,55	73,61	61,28	226,40	18,40
Ostka gruboziarnista	293,23	74,05	65,20	9,40	17,41
Memory	223,80	78,95	68,14	66,75	16,07
RGT Kilimanjaro	229,67	73,10	60,95	40,01	18,44
Hybery	233,73	81,72	61,94	39,80	14,53
Hondia	236,38	78,23	63,45	30,00	22,33
Owacja	258,05	83,78	73,70	63,79	11,85
Formacja	222,71	88,26	61,61	38,51	17,69
Bonanza	225,67	87,64	80,90	44,34	17,80
Delawar	234,61	79,37	65,46	86,98	17,74
KWS Spencer	271,86	76,42	77,53	95,08	18,17
Euforia	223,65	70,91	64,52	29,51	10,76
Comandor	257,97	74,58	74,80	186,15	29,97
Tytanika	239,85	65,05	66,56	305,28	16,72
Plejada	264,67	67,81	74,65	97,56	17,01

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



Największą liczebność grzybów w fazie II poboru próbek stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmiany pszenicy Comandor ( $29.97 \times 10^4 \text{ jtk/g s.m. gleby}$ ) oraz Hondia ( $22.33 \times 10^4 \text{ jtk/g s.m. gleby}$ ).

gleby). Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności grzybów w glebie ryzosferowej w I fazie poboru próbek glebowych w porównaniu do II fazy (Fig 2).

Szczególnie wysokie aktywności bakterii z rodzaju *Azotobacter* spp. stwierdzono w drugiej fazie poboru próbek w glebie ryzosferowej odmiany pszenic: RGT Bilanz, Ostka gruboziarnista, KWS Spencer (Fig. 3).

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

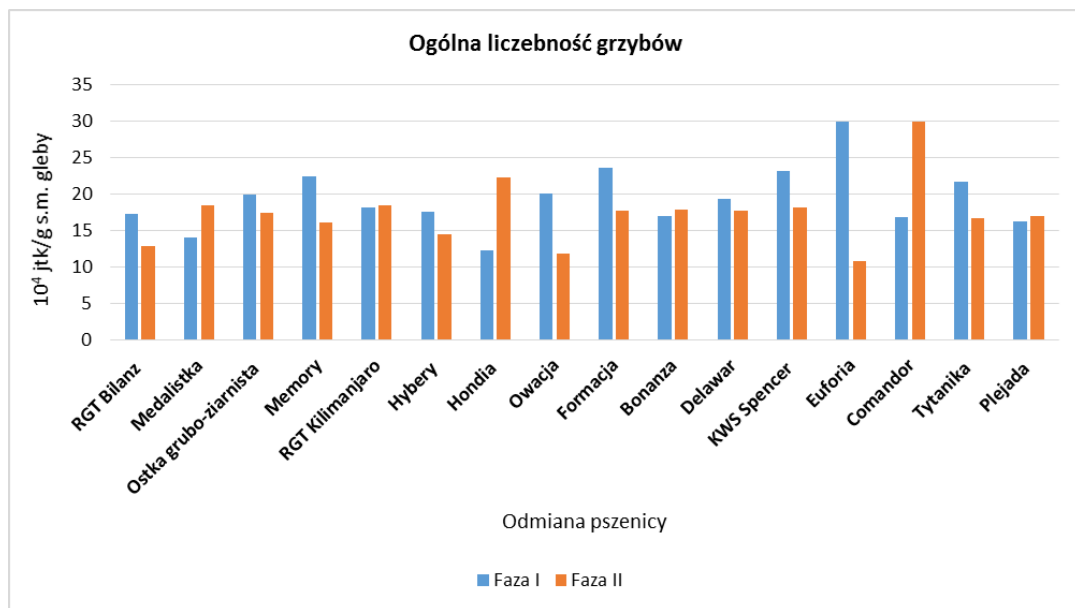
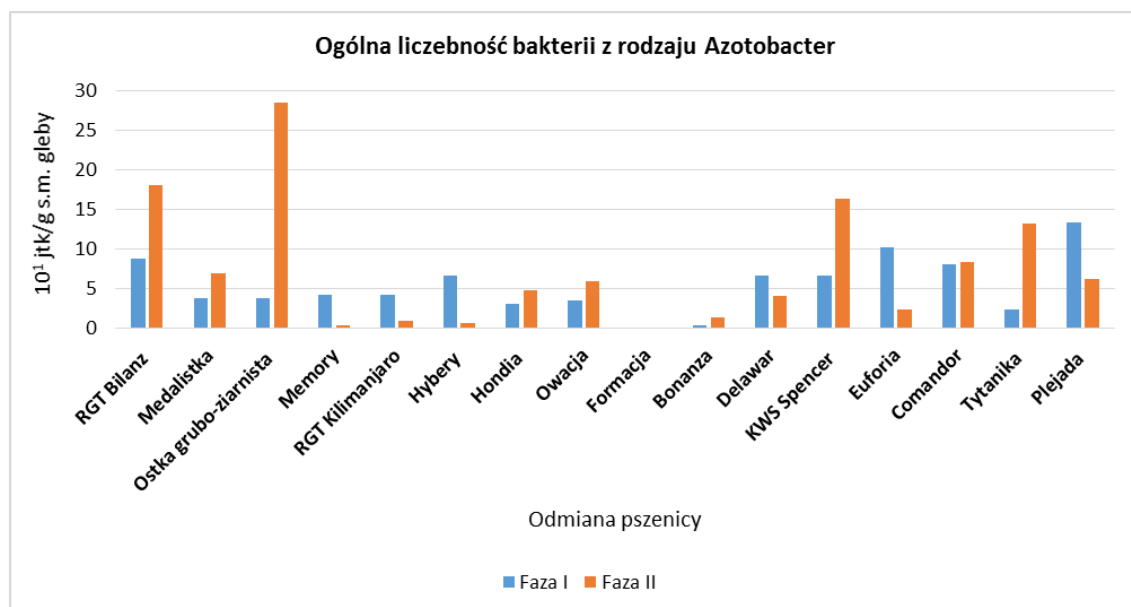


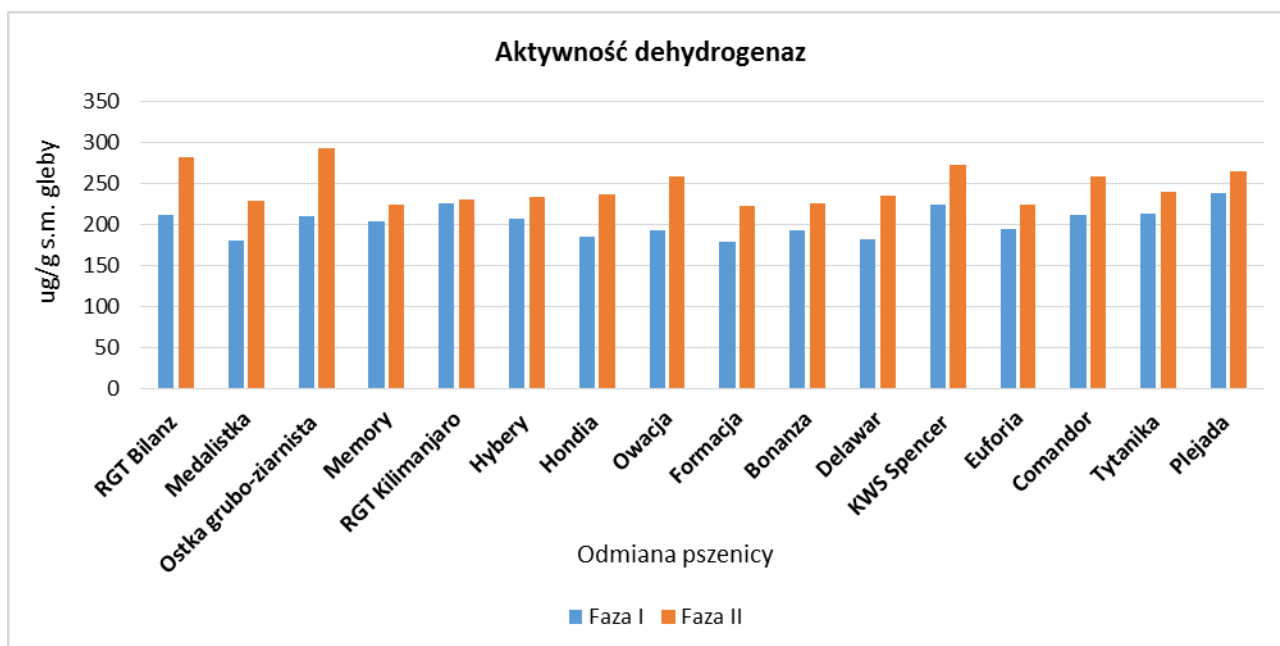
Fig. 3. Ogólna liczebność bakterii z rodzaju *Azotobacter* spp. w glebie ryzosferowej pszenic.



Najwyższą aktywność dehydrogenaz obserwowano w glebie ryzosferowej następujących odmian pszenic: RGT Bilanz, Ostka Gruboziarnista, KWS Spencer, Owacja, Comandor (Fig 4, Tabela 1a, 1b). Wysoka aktywność dehydrogenaz świadczy o dużej aktywności metabolicznej mikroorganizmów zasiedlających strefę korzeniową wymienionych odmian.



Fig. 4. 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:  $r = 0,921$  i  $r = 0,785$  wskazują na ścisłe związki pomiędzy tymi cechami. W przypadku aktywności fosfatazy kwaśnej najwyższą aktywność tego enzymu stwierdzono w glebie ryzosferowej odmiany Formacja, Bonanza, Owacja, Hondia, Hybery, Memory (Fig 5). Z kolei najwyższą aktywność fosfatazy zasadowej stwierdzono w glebie ryzosferowej odmian: Bonanza, KWS Spencer, Owacja, Comandor oraz Plejada (Fig. 6).

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

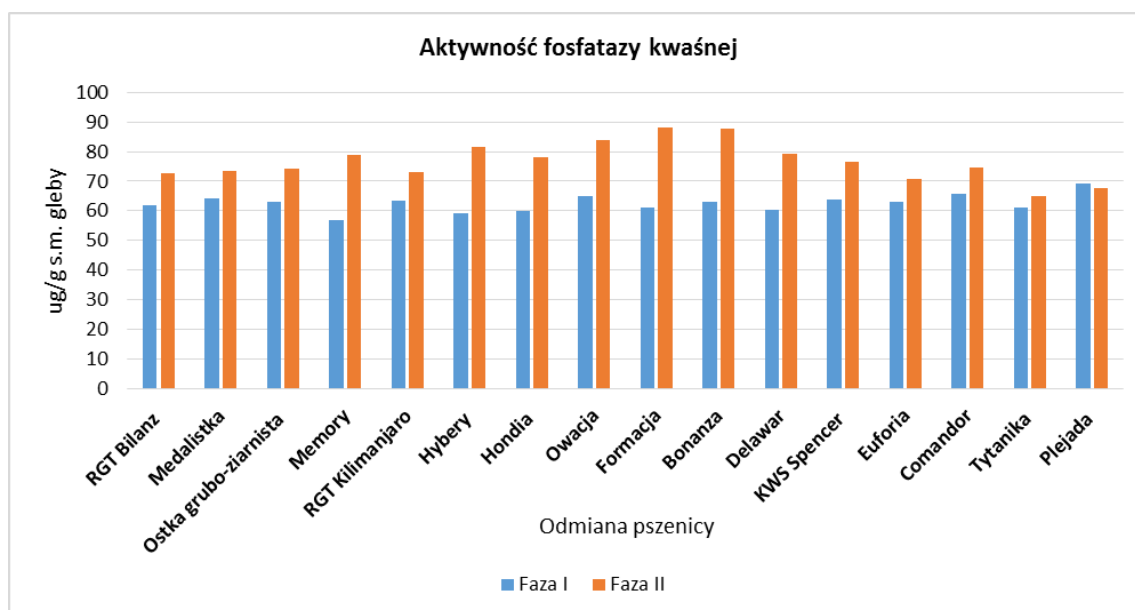
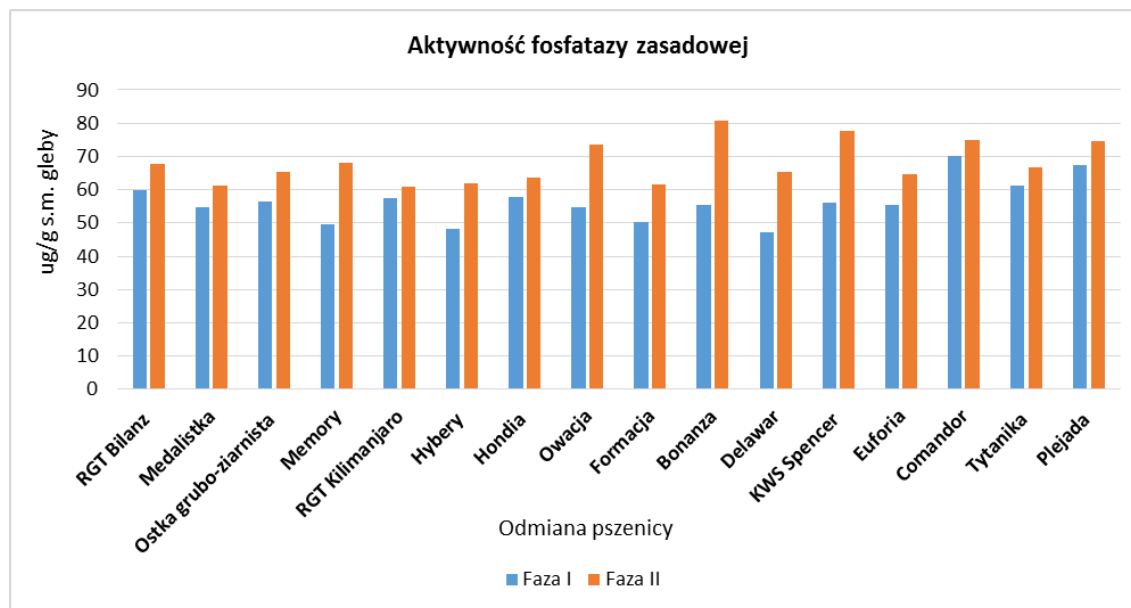


Fig. 6. Aktywność fosfatazy zasadowej w glebie ryzosferowej pszenic.



## 6.2. 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 jest 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.

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 2019) najwyższą aktywnością biologiczną wyrażoną współczynnikiem bioróżnorodności Shannon'a po 96h inkubacji płytek Biolog EcoPlates charakteryzowały się gleby spod uprawy odmian pszenicy: Memory ( $H=3.31$ ), RTG Kilimanjaro ( $H=3.303$ ). W pierwszej fazie poboru próbek w glebie ryzosferowej pszenic mikroorganizmy najaktywniej wykorzystywały węglowodany, kwasy karboksylowe, aminokwasy, zaś najslabiej aminy i amidy (Tabela 2a). W drugiej fazie poboru próbek najwyższym wskaźnikiem bioróżnorodności Shannon'a charakteryzowały się gleby pobrane spod pszenicy odmiany Spencer ( $H=3.34$ ), Owacja ( $H=3.33$ ), Comandor ( $H=3.32$ ), (Tabela 2b).

Tabela 2. Wartości współczynnika Shannona oraz procent wykorzystania przez mikroorganizmy w strefie ryzosferowej pszenic amin, aminokwasów, kwasów węglowodanów, polimerów.

**Tabela 2a. Faza I**

Odmiana	Shannon	Aminy/amidy [%]	Aminokwasy [%]	Kwasy karboksylowe [%]	Węglowodany [%]	Polimery [%]
RGT Bilanz	3,276	4,113	17,573	30,071	34,681	13,562
Medalistka	3,258	4,659	17,663	29,278	33,805	14,595
Ostka grubo-ziarnista	3,284	7,004	18,632	30,679	30,336	13,348
Memory	3,311	5,201	19,021	29,083	34,147	12,548
RGT Kilimanjaro	3,303	5,308	19,048	30,274	31,628	13,742
Hybery	3,294	5,433	18,557	28,963	33,517	13,529
Hondia	3,204	3,507	16,837	25,879	37,215	16,562
Owacja	3,254	4,003	18,353	27,283	36,433	13,928
Formacja	3,238	4,579	17,470	29,212	34,276	14,462
Bonanza	3,286	3,573	19,758	27,444	34,937	14,287
Delawar	3,241	5,652	18,771	27,603	34,829	13,145
KWS Spencer	3,262	4,056	18,319	26,006	37,488	14,130
Euforia	3,203	4,986	22,052	32,001	27,168	13,794
Comandor	3,245	4,881	17,809	26,704	36,476	14,130
Tytanika	3,241	5,534	18,955	30,285	31,068	14,158
Plejada	3,250	4,883	18,714	29,833	32,951	13,619

**Tabela 2b. Faza II**

Odmiana	Shannon	Aminy/amidy [%]	Aminokwasy [%]	Kwasy karboksylowe [%]	Węglowodany [%]	Polimery [%]
RGT Bilanz	3,327	3,065	10,722	13,294	19,572	7,263
Medalistka	3,305	1,764	10,080	12,385	18,131	6,786
Ostka grubo-ziarnista	3,329	3,990	9,869	15,447	19,358	7,203
Memory	3,283	2,610	9,438	13,387	16,813	5,674
RGT Kilimanjaro	3,312	2,923	10,508	15,477	19,639	6,273
Hybery	3,317	2,135	9,874	15,970	17,193	6,280
Hondia	3,306	2,702	8,838	13,628	18,849	6,372
Owacja	3,337	2,102	10,412	14,846	17,787	6,848
Formacja	3,311	2,658	9,058	13,944	17,906	7,174
Bonanza	3,321	2,838	8,831	13,653	18,700	6,182
Delawar	3,294	2,181	8,960	13,145	16,668	6,266
KWS Spencer	3,349	3,794	11,440	15,409	19,826	8,850
Euforia	3,308	2,493	8,913	13,246	18,022	5,925
Comandor	3,322	2,485	9,802	14,574	18,969	7,884
Tytanika	3,260	2,093	9,076	12,755	13,960	7,082
Plejada	3,250	1,527	8,955	12,440	18,650	7,080

Biorąc pod uwagę wszystkie analizowane parametry mikrobiologiczne (liczebność bakterii i grzybów, aktywność mikrobiologiczną, współczynniki bioróżnorodności oraz procent wykorzystania przez mikroorganizmy związków węgla) wykonano analizę skupień metodą Warda z kwadratem odległości euklidesowej (Fig. 7, 8). Na tej podstawie uzyskano grupowanie badanych odmian pszenic. Zarówno w pierwszym jak i w drugim terminie poboru próbek uzyskano taki sam podział:

- grupa I: odmiany Tytanika i Euforia,
- grupa II: podgrupa 1: odmiany Plejada, RTG Kilimanjaro, Bonanza, Memory  
podgrupa 2: Owacja, Hybery, Ostka Gruboziarnista
- grupa III: podgrupa 1: Hondia  
podgrupa 2: KWS Spencer, Formacja, Medalistka, Comandor, Delawar, RTG Bilanz.

Fig. 7. Analiza skupień metodą Warda – faza I poboru próbek.

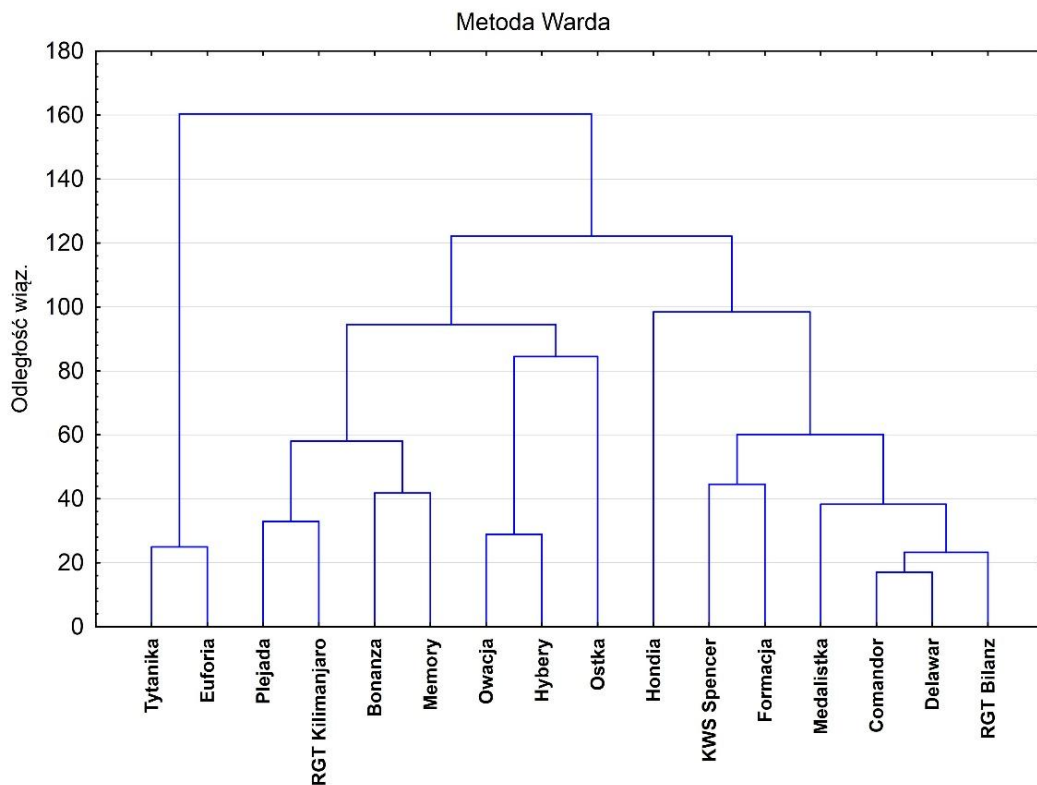
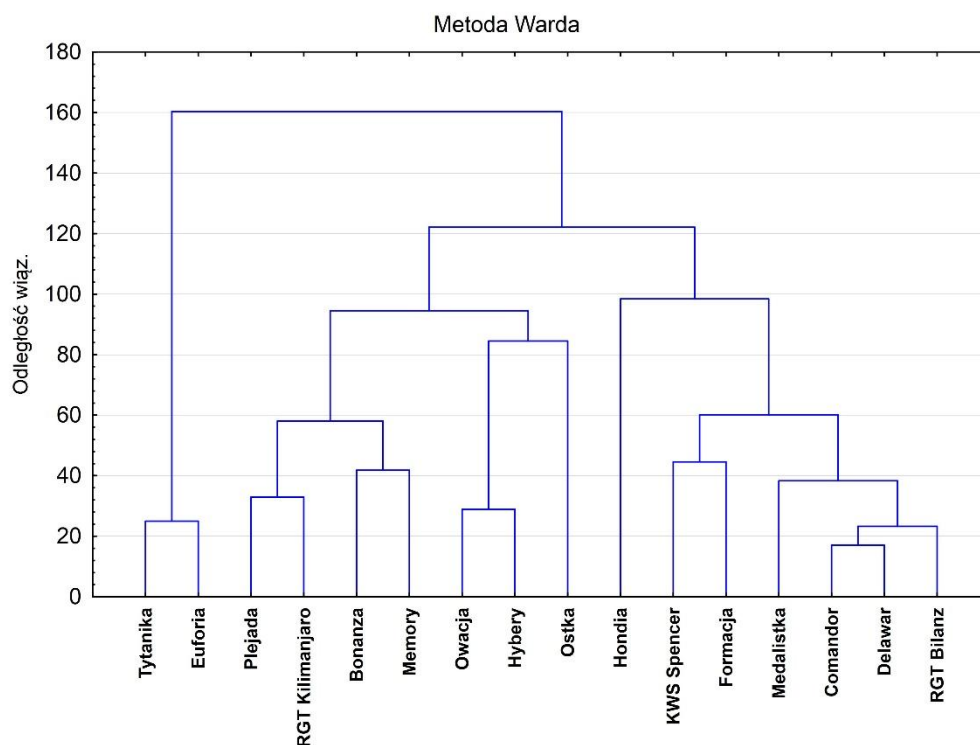


Fig. 8. Analiza skupień metodą Warda – faza II poboru próbek.



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.

### 6.3. Ocena stanu odżywienia pszenicy ozimej w azot, fosfor i potas

#### Metodyka badań

Celem prowadzonych badań była ocena zawartości azotu (N), fosforu (P) i potasu (K) w szesnastu odmianach (Bonanza, Comandor, Delawar, Euforia, Formacja, Hondia, Hybery, KWS Spencer, Medalistka, Memory, Ostka GG, Owacja, Plejada, RGT Bilanz, RTG Kilimanjaro, Tytanika) pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym oraz ocena stanu odżywienia azotem w/w odmian indeksem NNI. 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 2019 r.

Indeks Odżywienia Azotem – NNI (*Nitrogen Nutrient Index*) wykorzystano do oceny stanu odżywienia azotem odmian pszenicy ozimej w fazach: koniec strzelania w źdźbło (BBCH

35-39) oraz koniec dojrzewania (faza dojrzałości pełnej) (BBCH 88-90). Indeks ten jest definiowany następująco:

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

gdzie:

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

N krytyczny - krytyczna zawartość azotu (%).

Wartość krytyczna tego Indeksu z 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 losowo z każdego poletka po 30 roślin w fazach BBCH 35-39 oraz BBCH 88-90.

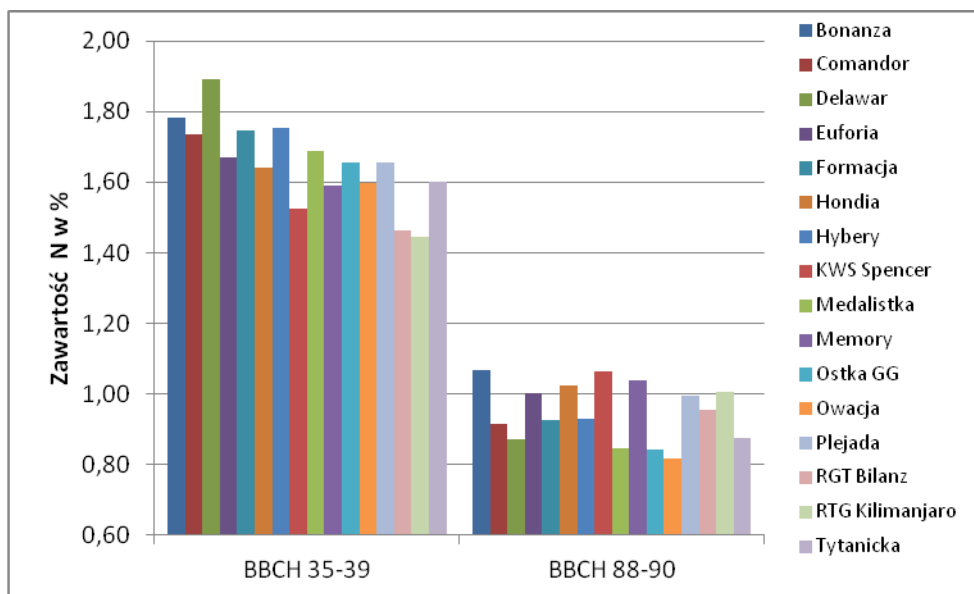
Zgromadzony materiał roślinny pszenicy po wysuszeniu do stanu powietrznie suchego poddano mineralizacji na drodze mokrej stężonym  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i perhydrolem. N i P oznaczono metodą spektrofotometrii przepływowej, natomiast K metodą emisyjnej spektrometrii płomieniowej. Analizy wykonano w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych w Puławach.

Dodatkowo w tych samych fazach rozwojowych oznaczono suchą masę każdej z badanych odmian pszenicy pobierając próby w czterech powtórzeniach z 0,25 metra kwadratowego.

## **Wyniki**

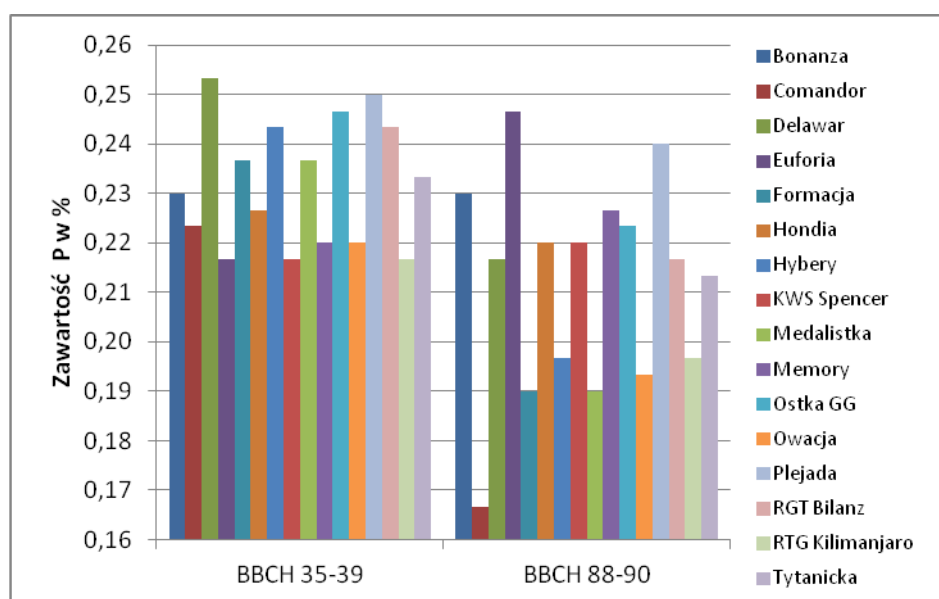
### **Ocena zawartości azotu (N), fosforu (P) i potasu (K)**

W fazie koniec strzelania w źdźbło (BBCH 35-39) odnotowano duże zróżnicowanie zawartości azotu w suchej masie porównywanych odmian pszenicy ozimej. Największą koncentrację tego składnika wynoszącą 1,89% odnotowano dla odmiany Delawar, natomiast najmniejszą 1,45 i 1,46%, odpowiednio dla odmian RTG Kilimanjaro oraz RGT Bilanz. W fazie BBCH 88-90 najwyższą zawartość azotu wynoszącą 1,07% odnotowano dla odmiany Bonanza, natomiast najniższą dla odmiany Owacja 0,82 (rys. 1).



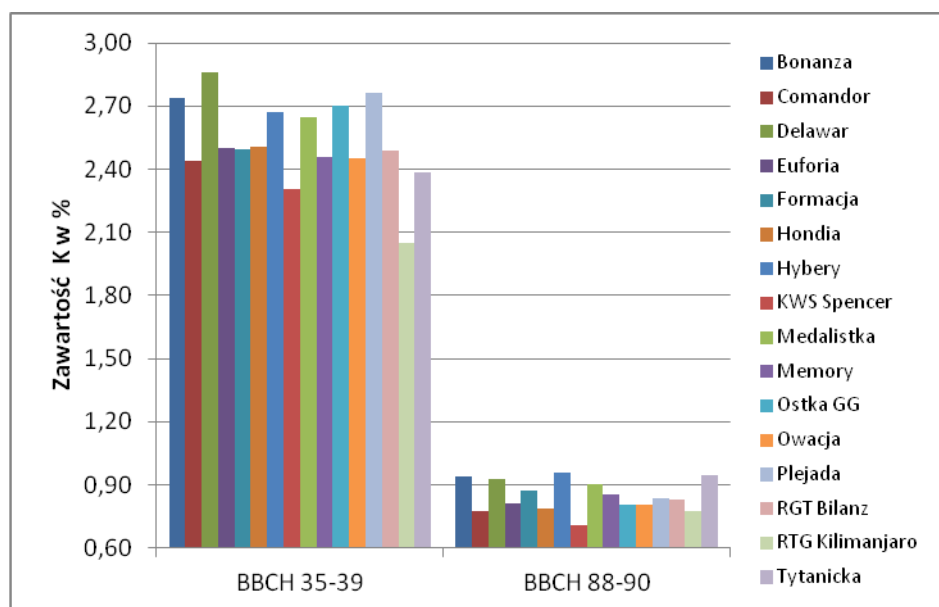
Rys. 1. Zawartość azotu w suchej masie szesnastu odmian pszenicy ozimej w fazach BBCH 35-39 i BBCH 88-90.

Zawartość fosforu w fazie koniec strzelania w źdźbło (BBCH 35-39) w suchej masie porównywanych odmian pszenicy ozimej była zróżnicowana w niewielkim stopniu. Wahalała się od 0,217% dla odmian Euforia, KWS Spencer i RTG Kilimanjaro do 0,253% dla odmiany Delawar. W fazie dojrzałości pełnej (BBCH 88-90) najwyższe zawartości fosforu (0,247%) stwierdzono dla odmiany Euforia. Była to jedna z dwóch odmian dla których wyższe zawartości fosforu stwierdzono w fazie dojrzałości pełnej niż w fazie koniec strzelania w źdźbło. Natomiast najmniejszą koncentrację fosforu w fazie dojrzałości pełnej wynoszącą 0,167% odnotowano dla odmiany Comandor (rys. 2).



Rys. 2. Zawartość fosforu w suchej masie szesnastu odmian pszenicy ozimej w fazach BBCH 35-39 i BBCH 88-90.

Najwyższą koncentrację potasu w fazie koniec strzelania w źdźbło (BBCH 35-39) odnotowano dla odmiany Delawar - 2,86%, zaś najmniejszą wynoszącą 2,08% stwierdzono dla odmiany RTG Kilimanjaro. W kolejnym terminie oznaczeń największą zawartość potasu odnotowano dla odmiany Hybery (0,96%), zaś najmniejszą dla odmiany KWS Spencer (0,71%) (rys. 3).

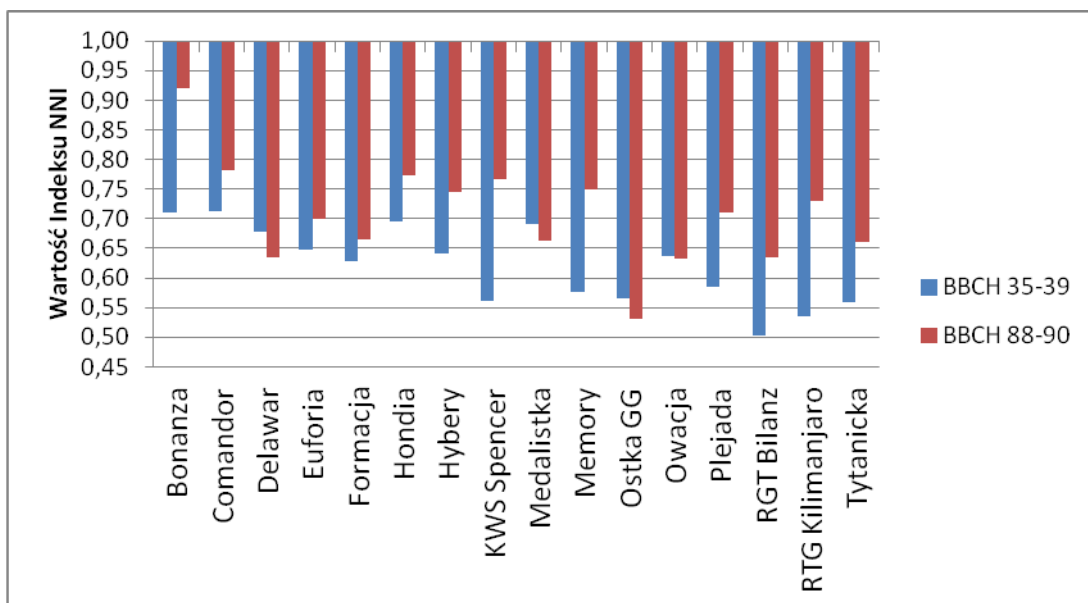


Rys. 3. Zawartość potasu w suchej masie szesnastu odmian pszenicy ozimej w fazach BBCH 35-39 i BBCH 88-90.

#### Ocena testem NNI

Ocena stanu odżywienia azotem testem NNI szesnastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach BBCH 35-39 oraz BBCH 88-90 wykazała dla wszystkich odmian i obu terminów deficytowy stan zaopatrzenia w ten składnik (rys. 4). Najmniej deficytowy stan odżywienia azotem w fazie BBCH 35-39 stwierdzono dla odmian Bonanza i Comandor – 0,71, natomiast największy niedobór tego składnika wykazano dla odmiany RGT Bilanz – 0,5. W fazie BBCH 88-90 zdecydowanie najkorzystniejszym stanem odżywienia charakteryzowała się ponownie odmiana Bonanza – 0,92, a największy niedobór odnotowano dla odmiany Ostka GG – 0,53. Dla większości tj. szesnastu odmian korzystniejszy stan odżywienia azotem notowano w fazie BBCH 88-90 niż w fazie koniec strzelania w źdźbło (BBCH 35-39).





Rys. 4. Wartość Indeksu NNI dla szesnastu odmian pszenicy ozimej

### Wnioski

1. Spośród porównywanych odmian pszenicy ozimej najwyższą zawartością azotu, fosforu i potasu w fazie BBCH 35-39 charakteryzowała się odmiana Delawar.
2. W fazie BBCH 88-90 największą koncentrację azotu odnotowano dla odmiany Bonanza, odmiana ta w przypadku fosforu i potasu również osiągała jedne z najwyższych zawartości.
3. Test NNI w fazach BBCH 35-39 oraz BBCH 88-90 wykazał deficytowy stan zaopatrzenia w azot wszystkich odmian pszenicy ozimej.
4. Odmiana Bonanza wykazywała w obu fazach rozwojowych najkorzystniejszy stan odżywienia azotem oceniony testem NNI.

**Koordinator prowadzonych badań**

**dr Krzysztof Jończyk**