

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Nr : HORre - 029-10-24/14 (98)



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

Sprawozdanie

Zadanie badawcze pt.: *Badania w zakresie doboru odmian w uprawach polowych zalecanych do towarowej uprawy ekologicznej. (Badania w zakresie doboru odmian zbóż ozimych)*

Koordinator prowadzonych badań: dr Krzysztof Jończyk

Zespół badawczy:

*IUNG – PIB Puławy - prof. dr hab. Jan Kuś, dr Jarosław Stalenga, dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk,
prof. dr hab. Stefan Martyniuk, dr Andrzej Księżniak, dr Tadeusz Dworakowski, inż. Jerzy Kuźmicki
UTP Bydgoszcz - prof. dr hab. Czesław Sadowski, dr inż. Leszek Lenc
SGGW Warszawa – dr hab. Grażyna Cacak Pietrzak,
CDR Brwinów o/Radom - mgr Tomasz Stachowicz*

Dyrektor IUNG – PIB

.....

Puławy 2014 r.

Wstęp

Zboża ze względu na wszechstronne wykorzystanie w gospodarstwie oraz łatwość w uprawie należą do grupy roślin będących ważnym elementem produkcji roślinnej gospodarstw ekologicznych. Analiza rynku produktów ekologicznych wskazuje ponadto, że ekologiczne produkty zbożowe zajmują czołowe miejsce w strukturze konsumpcji żywności. Istotnym elementem agrotechniki zbóż, szczególnie w warunkach produkcji ekologicznej jest dobór odpowiedniej odmiany. Dotychczas, głównie z uwagi na mały areal uprawy, nie prowadzi się specjalnej hodowli roślin dla potrzeb rolnictwa ekologicznego. W tej sytuacji do uprawy w gospodarstwach ekologicznym zaleca się wybierać odmiany będące w ogólnej ofercie firm hodowlanych i znajdujące się w Krajowym Rejestrze Odmian. Badania prowadzone przez COBORU oraz rekomendacje firm hodowlanych nie uwzględniają oceny odmian w warunkach produkcji ekologicznej, co utrudnia właściwy wybór i zwiększa ryzyko uprawy.

Wieloletnie badania prowadzone w IUNG-PIB wskazują, że zboża uprawiane w warunkach ekologicznych w porównaniu do intensywnej uprawy konwencjonalnej plonowały niżej o około 30-35%, a w latach z silną presją czynników ograniczających plonowanie (np. dużym nasileniem chorób grzybowych) różnica sięgała 50%. Uzyskane wyniki wskazują ponadto, że odmiany spełniające kryteria doboru do uprawy w gospodarstwach ekologicznych plonują wyżej nawet o 2 t/ha. Mając na uwadze nowe odmiany wpisane do Krajowego Rejestru oraz zainteresowanie producentów ekologicznych ich weryfikacją i wskazaniem najlepiej dostosowanych do produkcji ekologicznej w 2014 r. zainicjowano cykl badań uwzględniający nowy zestaw odmian.

Obecnie w Krajowym Rejestrze znajdują się 83 odmiany pszenicy zwyczajnej w tym 35 należących do grupy A - jakościowych i 30 do grupy B - chlebowych. Uwzględniając wypracowane wstępne kryteria wyboru odmian m.in. odporność na patogeny grzybowe, mrozoodporność, cechy jakościowe, zróżnicowanie morfologiczne, w badaniach uwzględniono 12 odmian pszenicy ozimej, w tym pierwszą zarejestrowaną odmianę pszenicy orkisz – Rokosz. Rok 2014 był jednocześnie ostatnim z 3 letniego cyklu badań, w którym oceniano 10 odmian żyta.

Podstawowym celem badań była ocena przydatności do uprawy w ekologicznym systemie produkcji najnowszych, jakościowych odmian pszenicy ozimej i żyta. Dodatkowym efektem prowadzonych badań było stworzenie sieci demonstracyjnych doświadczeń polowych zlokalizowanych w gospodarstwach ekologicznych.

W roku 2014 zakres badań obejmował **5 zadań szczegółowych** w tym jedno dotyczące nowego zagadnienia związanego z oceną odmian w kontekście zdolności do pobierania składników pokarmowych (**zadanie 5**).

- Zadanie 1.** **Badania nad doborem odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.**
- Zadanie 2.** **Badania nad doborem odmian żyta do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.**
- Zadanie 3.** **Określenie podatności odmian pszenicy ozimej i żyta na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium*.**
- Zadanie 4.** **Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej.**
- Zadanie 5.** **Wstępna ocena zdolności odmian pszenicy ozimej do pobierania azotu i fosforu z zasobów glebowych**

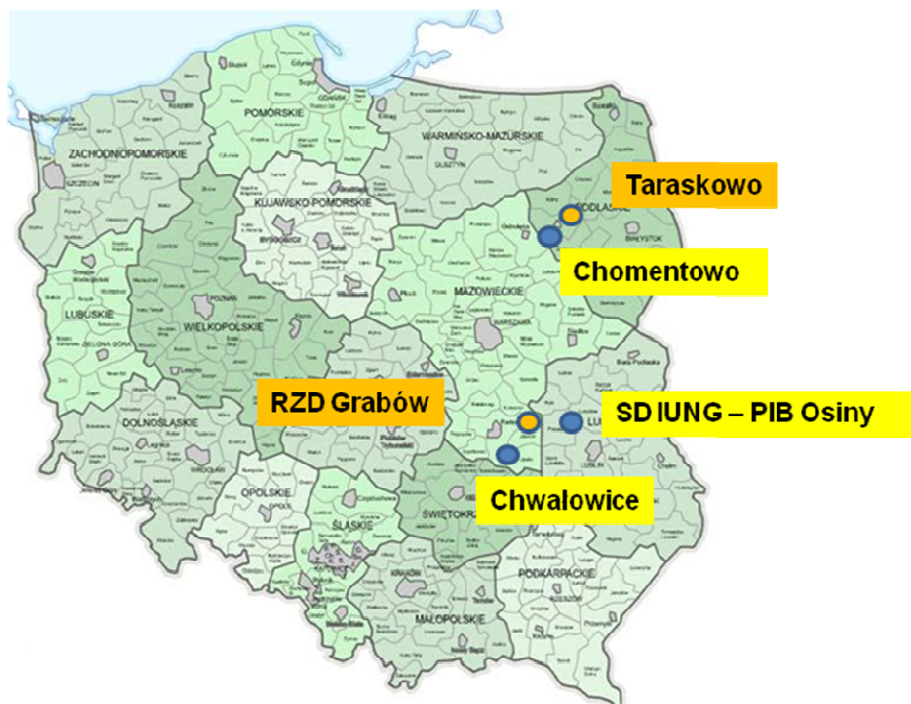
Warunki prowadzenia badań

Badania z pszenicą ozimą przeprowadzono w gospodarstwach ekologicznych w trzech miejscowościach: Osiny woj. lubelskie - Stacja Doświadczalna IUNG – PIB, Chwałowice woj. mazowieckie - gospodarstwo CDR Brwinów o/Radom, Chomentowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne. Doświadczenia z żytem prowadzono w dwóch miejscowościach: Grabów woj. mazowieckie – gospodarstwo ekologiczne IUNG - PIB i Taraskowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne (rys. 1).

Ocenę zachwaszczenia odmian wykonywano w stadium dojrzałości woskowej. Badania obejmowały ocenę liczebności poszczególnych gatunków oraz oznaczenia powietrznie suchej masy chwastów. Analizy wykonywano na powierzchniach próbnych 0,5 m². Ocenę zdolności konkurencyjnej odmian pszenicy w stosunku do chwastów wykonano analizując wyniki stanu zachwaszczenia oraz pomiary biometryczne, wysokość roślin i rozkrzewienie.

Ocenę stanu porażenia zbóż przez patogeny grzybowe wykonywano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej (BBCH 77-83) na trzech górnych liściach. Do analizy fitopatologicznej pobierano po 30 roślin w trzech powtórzeniach z każdej kombinacji. Na liściach określano procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny. Metoda oceny chorób, zapisu wyników obserwacji i skala porażenia liści była zgodna z zaleceniami EPPO Standards - 1999-vol.1:187-195 (Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products : PP 1/26(3), PP 1/28(3)). Wyniki opracowano statystycznie przy

zastosowaniu analizy wariancji. Dane do obliczeń statystycznych przekształcono transformacją Bliss.



Rys.1 Lokalizacja doświadczeń z pszenicą ozimą i żytem „PDO dla ekologii”

Charakterystykę warunków siedliskowych w poszczególnych miejscowościach podano w tabeli 1 i 2.

Tabela 1. Charakterystyka warunków siedliskowych doświadczeń z pszenicą ozimą

Wyszczególnienie	Gospodarstwo/lokalizacja		
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo
Kompleks przydatności rolniczej gleb	żytni bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry
Typ gleby	płowa	brunatna	brunatna wyługowana
Gatunek gleby	piasek gliniasty mocny na glinie	pył gliniasty	utwory pyłowe na glinie lekkiej
Zasobność gleb			
Próchnica	1,4	1,7	1,6
P ₂ O ₅	8,6	23,4	6,4
K ₂ O	10,0	22,3	5,3
Mg	9,1	13,1	13,6
pH w KCl	5,9	6,2	6,6
Przedplon dla: pszenicy ozimej	koniczyna z trawami	pszenica orkisz	koniczyna z trawami
Średnia roczna temperatura [°C]	7,6	6,8	6,6
Opad [mm]	587	650	730

Tabela 2. Charakterystyka warunków siedliskowych doświadczeń z żytem

Wyszczególnienie	Gospodarstwo/lokalizacja	
	Grabów	Taraskowo
Kompleks przydatności rolniczej gleb	żytni bardzo dobry	żytni dobry
Typ gleby	czarnoziem zdegradowany	brunatna
Gatunek gleby	piasek gliniasty mocny na glinie	piasek gliniasty
Zasobność gleb		
Próchnica	2,3	1,5
P ₂ O ₅	6,8	6,9
K ₂ O	7,1	7,3
Mg	5,8	3,1
pH w KCl	5,8	5,4
Przedplon	koniczyna z trawami	mieszanka zbożowa
Średnia roczna temperatura [°C]	7,6	6,5
Opad [mm]	655	660

Warunki meteorologiczne w sezonie 2013/2014 charakteryzowały się dużą zmiennością w poszczególnych miejscowościach. W Chwałowicach i Chomentowie bezpośrednio przed siewem występowały duże opady co niekorzystnie wpłynęło na przedsięwzięte przygotowanie pól, precyzyjne siewy i w konsekwencji niedostatecznie wyrównane wschody roślin. Niekorzystne warunki wilgotnościowe na początku wegetacji pszenicy ozimej w Osinach ograniczały skuteczność zabiegów pielęgnacyjnych z wykorzystaniem brony chwastownika co w powiązaniu z gorszymi wschodami przyczyniło się do silnego zachwaszczenia łąnów pszenicy (tab. 4). W październiku i listopadzie zarówno pszenica ozima jak i żyto rozwijały się w sprzyjających warunkach pogodowych, w okres zimowy weszły w fazie początku krzewienia i przetrwały do wiosny bez uszkodzeń. W miesiącach letnich od maja do sierpnia w Osinach i Chwałowicach odnotowano opady wielokrotnie przekraczające normy z wielolecia np. w maju suma opadów przekroczyła w obu miejscowościach 180 mm, w czerwcu w Osinach 118 mm, w lipcu w Chwałowicach 157 mm, a w sierpniu w Chwałowicach 198 mm. Warunki te sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych występujących na liściach i kłosach. Długotrwałe opady w sierpniu utrudniały zbiory i dodatkowo wpłynęły na pogorszenie parametrów jakościowych ziarna.

Zadanie 1. Badania nad doborem odmian pszenicy ozimej do uprawy w gospodarstwach ekologicznych

Badania nad doborem odmian pszenicy ozimej prowadzono na 12 wytypowanych odmianach. Przy wyborze odmian kierowano się zestawem cech, które na podstawie wyników badań COBORU oraz IUNG – PIB powinny je predestynować do uprawy ekologicznej. Testowane odmiany charakteryzują się bardzo dobrymi cechami jakościowymi (należą do grupy odmian jakościowych A i chlebowych B), wyższą od przeciętnej odpornością na patogeny grzybowe, zróżnicowaną budową morfologiczną źdźbła i kłosów, czyli cech istotnych w kontekście konkurencyjności względem chwastów oraz porażenia np. przez grzyby z rodzaju *Fusarium*.

1.1. Plonowanie pszenicy ozimej

W roku 2014 średnie plony pszenicy ozimej kształtowały się w zakresie od 4,28 t/ha w Osinach (gleby należące do kompleksu żyniego bardzo dobrego) do 7,37 t/ha w Chwałowicach (gleby kompleksu pszennego dobrego) (tab.3). Stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian na uprawę w poszczególnych miejscowościach. W Osinach na skutek przerzedzenia zasiewów uzyskano małą zwartość łanów (297 szt./m²) w efekcie czego wystąpiło duże zachwaszczenie mające istotny wpływ na wielkość uzyskanych plonów (tab. 3, 4). W Osinach na skutek dużej zmienności plonów różnice w plonowaniu ocenianych odmian w większości były nieistotne. Największe plony uzyskała odmiana Smuga 5,27 t/ha, która w porównaniu z innymi odmianami wytworzyła łany o stosunkowo dużej obsadzie kłosów 326 szt./m² i masie 1000 ziaren - 42,9 g. Najniżej plonującymi odmianami w Osinach były: KWS Ozon, Bamberka, Arkadia i pszenica orkisz Rokosz. Odmiany te wytworzyły łany o małej zwartości, poniżej 300 szt./m², natomiast Rokosz przy większej obsadzie kłosów (346 szt./m²) charakteryzował się małą dorodnością ziarna (38,5 g).

W Chomentowie w grupie najwyższej plonujących odmian znalazły się: KWS Ozon, Sailor, Smuga, Banderola i Muszelka. Odmiana Sailor dużą produktywność uzyskała dzięki wysokiej obsadzie kłosów 460 szt./m² i masie 1000 ziaren 39,1 g, u odmian Smuga i Banderola decydującą o plonie cechą była dorodność ziarna, odpowiednio 38,9 g i 38,6 g. W Chomentowie w grupie najniżej plonujących odmian znalazły się: Ostroga, Arkadia i Rokosz, wytworzyły one najmniej dorodne ziarno o masie w granicach 33,4 - 35,3g.

W Chwałowicach, w siedlisku reprezentującym najlepsze warunki glebowe, badane odmiany uzyskały największe plony kształtujące się w zakresie 8,41 - 6,30 t/ha. W grupie najlepiej plonujących odmian znalazły się: Skagen, Julius, Bamberka. Cechą charakterystyczną struktury plonu odmian Skagen i Julius była zdolność wytwarzania zwartego łanu 490-530 szt./m², a u odmiany Bamberka dużej masy 1000 ziaren - 51g. Najmniejsze plony w Chwałowicach odnotowano dla odmian: Ostroga, Muszelka i Jantarka. Z analizowanych elementów struktury plonu wynika, że Jantarka tworzyła łan o najniższej obsadzie kłosów – 383 szt./m². O niższej wydajności Ostrogi i Muszelki mogła zdecydować nie uwzględniona w badaniach cecha - liczba ziarn w kłosie.

Tabela 3. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w różnych siedliskach – rok 2014

Odmiana	Osiny			Chomentowo			Chwałowice		
	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]
Arkadia	3,92	293	39,3	4,04	415	35,3	7,61	422	47,8
Bamberka	3,60	282	42,9	4,86	402	43,2	8,16	426	51,0
Banderola	4,31	270	44,1	5,43	418	38,6	7,16	413	49,4
Janarka	4,54	285	41,8	5,16	472	37,5	6,66	383	47,0
Julius	4,64	282	39,2	4,57	428	34,6	8,18	528	46,0
KWS Ozon	3,27	236	40,8	5,65	402	35,2	7,61	447	53,3
Muszelka	4,43	314	42,0	5,40	469	36,4	6,60	453	46,3
Ostroga	4,62	351	42,4	3,94	444	33,4	6,30	468	49,1
Rokosz	3,78	346	38,5	4,24	418	33,4	6,88	428	37,7
Sailor	4,25	264	42,1	5,63	460	39,1	7,58	396	48,4
Skagen	4,71	320	41,5	4,69	458	39,9	8,41	491	47,8
Smuga	5,27	326	42,9	5,59	414	38,9	7,27	495	48,6
Średnio	4,28	297	41,4	4,93	433	37,1	7,37	446	47,7
<i>NIR_{0,05}</i>	<i>1,26</i>	<i>84</i>	<i>1,9</i>	<i>0,22</i>	<i>72</i>	<i>0,7</i>	<i>0,10</i>	<i>57</i>	<i>2,1</i>

1.2. Zachwaszczenie pszenicy ozimej

Ocena zachwaszczenia odmian zbóż obejmowała oznaczenia liczebności oraz powietrznie suchej masy chwastów w fazie dojrzałości woskowej. Analizy wykonywano na powierzchniach próbnych 0,5 m², 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 m², w 4 powtórzeniach. Analizy biometryczne wykonywano w dwóch fazach: krzewienia (pszenica)/strzelania w źdźbło (żyto) i dojrzałości woskowej.

Wyniki badań

Pszenica ozima. Liczba chwastów w pszenicy ozimej była najmniejsza w Osinach (średnio 110 g/m²), ale w tej miejscowości stwierdzono jednocześnie największą suchą masę chwastów (średnio 265 g/m²), ze względu na liczne występowanie maku polnego (średnio 66 szt./m²) w przerzedzonych łanach (tab. 4). W Chwałowicach masa chwastów była 10-krotnie mniejsza niż w Osinach (średnio 26 g/m²) i nie wpływała istotnie na plon pszenicy. Stosunkowo małą masę chwastów zarejestrowano także w łanie pszenicy ozimej w Chomentowie (52 g/m²).

Tabela 4. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym

Odmiany	Miejscowości					
	Osiny		Chwałowice		Chomentowo	
	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)
Arkadia	119,0	236,46	223,0	31,17	93,5	31,15
Bamberka	109,5	332,30	181,0	34,32	127,5	78,34
Banderola	111,0	311,63	166,5	18,07	187,0	75,91
Jantarka	106,0	233,68	214,0	28,39	107,0	53,30
Julius	101,0	265,87	173,0	17,26	95,5	33,46
KWS Ozon	117,5	336,18	200,5	25,83	106,0	66,42
Muszelka	109,0	239,89	228,5	25,28	201,5	86,71
Ostroga	100,0	273,62	160,5	15,65	112,5	56,76
Rokosz	95,0	186,49	199,5	51,50	107,0	32,98
Sailor	126,5	292,20	148,0	33,16	94,5	47,27
Skagen	114,0	228,09	127,5	10,26	107,5	23,94
Smuga	116,0	243,20	148,5	16,17	103,0	32,14
średnio	110,4	264,97	180,9	25,59	120,2	51,53

Spośród testowanych odmian pszenicy ozimej najmniejszym zachwaszczeniem w Osinach cechowała się odmiana orkisz – Rokosz (tab. 4). Odmiana ta skutecznie konkurowała z chwastami także w Chomentowie, ale podobnej reakcji nie stwierdzono w Chwałowicach. Mały efekt konkurencyjności odmiany Rokosz w Chwałowicach należy wiązać z niewielkim zachwaszczeniem 25,6 g/m². Spośród odmian pszenicy zwyczajnej małym zachwaszczeniem cechowały się Skagen, Smuga i Ostroga w Chwałowicach oraz Skagen, Smuga, Arkadia i Julius w Chomentowie.

Największą suchą masę chwastów stwierdzono w odmianach: Bamberka, KWS Ozon i Banderola w Osinach oraz Rokosz, Bamberka i Arkadia w Chwałowicach. W Chomentowie najbardziej zachwaszczonymi odmianami pod względem liczby i masy chwastów były Muszelka, Bamberka i Banderola.

Na konkurencyjność zbóż w stosunku do chwastów wpływają ich cechy morfologiczne oraz struktura łanu. Odmianami o największym rozkrzewieniu ogólnym w fazie krzewienia

były Rokosz i Arkadia, a najmniej rozkrzewionymi - Bamberka i KWS Ozon. Ostroga cechowała się największą wysokością w fazie krzewienia. W fazie dojrzałości woskowej najwyższą odmianą był orkisz Rokosz (113 cm), a najniższą KWS Ozon (79 cm).

Tabela 5. Rozkrzewienie i wysokość odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach

Odmiany	Faza krzewienia		Faza dojrzałości	
	rozkrzewienie ogólne	wysokość (cm)	rozkrzewienie ogólne	wysokość (cm)
Arkadia	4,12	30,83	1,43	94,84
Bamberka	3,62	30,77	1,39	87,49
Banderola	4,06	28,93	1,51	88,42
Jantarka	3,98	32,28	1,43	87,31
Julius	3,94	31,09	1,45	81,16
KWS Ozon	3,83	31,95	1,51	79,39
Muszelka	3,92	29,68	1,46	89,22
Ostroga	3,94	34,30	1,43	90,83
Rokosz	4,17	28,61	1,38	113,33
Sailor	4,04	31,33	1,46	95,91
Skagen	3,90	31,13	1,43	91,79
Smuga	4,07	31,57	1,48	98,15
średnia	3,97	31,05	1,44	91,49

W fazie krzewienia obsada roślin była największa w odmianach Skagen, Rokosz, Banderola i Sailor. Odmiana Muszelka cechowała się najmniejszą obsadą roślin i suchą masą roślin. W fazie dojrzałości największą obsadą roślin i suchą masą części nadziemnych cechowały się odmiany Rokosz i Skagen (tab. 6).

Tabela 6. Obsada roślin i sucha masa pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach

odmiany	Faza krzewienia		Faza dojrzałości	
	obsada roślin (szt./m ²)	sucha masa pszenicy (g/m ²)	obsada roślin (szt./m ²)	sucha masa pszenicy (g/m ²)
Arkadia	173	157,3	203	948,5
Bamberka	192	160,2	184	895,3
Banderola	205	145,6	180	942,5
Jantarka	190	149,4	182	882,9
Julius	162	119,1	223	955,4
KWS Ozon	185	136,4	176	843,2
Muszelka	143	102,5	205	935,9
Ostroga	189	146,1	195	932,0
Rokosz	206	123,6	224	1114,7
Sailor	202	149,5	199	962,0
Skagen	212	141,8	219	1143,7
Smuga	186	148,2	190	993,0
średnia	187	140,0	198	962,4

W 2014 roku o konkurencyjności odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów w większym stopniu decydowała obsada roślin niż cechy morfologiczne odmian. Odmiany o największym zagęszczeniu roślin na jednostce powierzchni – Rokosz i Skagen cechowały się najmniejszym zachwaszczeniem (tab. 4, 6).

1.3. Występowanie i nasilenie chorób grzybowych pszenicy ozimej

Oceny stanu porażenia roślin pszenicy ozimej oraz żyta ozimego przez patogeny grzybowe dokonywano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej (BBCH 77-83) na trzech górnych liściach. Do analizy fitopatologicznej pobierano po 30 roślin w trzech powtórzeniach z każdej kombinacji. Na liściach określano procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny. Metoda oceny chorób, zapisu wyników obserwacji i skala porażenia liści była zgodna z zaleceniami EPPO Standards - 1999-vol.1:187-195 (Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products : PP 1/26(3), PP 1/28(3)). Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji wraz z testem Tukey'a. Dane do obliczeń statystycznych przekształcono transformacją Blissa.

Wyniki

Na stopień porażenia odmian pszenicy ozimej przez choroby grzybowe w 2014 r. bardzo duży wpływ miał specyficzny przebieg pogody. Wilgotny i chłodny maj sprzyjał zainfekowaniu podstawy źdźbła i liści pszenicy przez patogeny grzybowe. Duże opady w okresie od czerwca do zbiorów również sprzyjały nasilonej infekcji i rozwojowi niektórych chorób grzybowych. Porażenie odmian pszenicy ozimej *Puccinia recondita* w punktach doświadczalnych było niewielkie, poniżej 10%, a brak istotnej interakcji odmian i miejscowości świadczył o podobnej reakcji odmian na infekcje *P. recondita* w każdej z miejscowości (tab.19). Średnie porażenie odmian tym patogenem wynosiło 1,65% w Chwałowicach, 2,33% w Chomentowie i 2,92% w Osinach.

Tabela 19. Porażenie liści(F-F2) pszenicy ozimej przez *Puccinia recondita* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %			
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo	średnio
Arkadia	0,03 a	0,07 a	5,17 c	1,76 ab
Bamberka	2,30 abc	1,97 abc	3,27 abc	2,51 ab
Banderola	4,30 c	2,50 abc	3,00 abc	3,27 ab
Jantarka	2,67 abc	1,10 ab	0,50 a	1,42 a

Julius	2,90 abc	1,87 abc	1,97 abc	2,24 ab
Muszelka	0,20 ab	0,97 a	1,03 ab	0,73 a
Ostroga	1,63 abc	0,43 a	1,00 ab	1,02 a
Ozon	3,23 abc	1,30 ab	1,80 abc	2,11 ab
Rokosz	4,07 bc	0,53 a	0,33 a	1,64 ab
Sailor	2,03 abc	4,10 c	2,30 abc	2,81 ab
Skagen	3,03 abc	3,60 bc	2,83 abc	3,16 ab
Smuga	8,60 d	1,37ab	4,77 bc	4,91 b

Tabela 20. Porażenie liści(F-F2) pszenicy ozimej przez *Septoria spp.* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %			
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo	średnio
Arkadia	37,20 d	70,00 f	25,40 e	44,20 e
Bamberka	5,33 a	28,80 abc	7,37 ab	13,83 ab
Banderola	5,97 a	38,37 bcd	12,30 bc	18,88 abc
Jantarka	22,53 c	55,37 def	21,63 de	33,18 de
Julius	7,93 ab	22,50 ab	5,77 ab	12,07 ab
Muszelka	4,17 a	35,83 bc	9,13 abc	16,38 abc
Ostroga	7,77 ab	25,87 abc	2,77 a	12,13 ab
Ozon	4,37 a	23,70 ab	8,43 abc	12,17 ab
Rokosz	19,27 bc	43,60 cde	4,50 ab	22,46 bcd
Sailor	2,80 a	36,07 bc	10,00 abc	16,29 abc
Skagen	5,27 a	10,60 a	7,20 ab	7,69 a
Smuga	7,73 ab	59,90 ef	15,40 cd	27,68 cd

W przypadku septoriozy liści porażenie odmian było różne w każdym z trzech punktów eksperymentalnych, tzn. stwierdzono istotną interakcję odmian i miejscowości (tab.20). Porażenie odmian *Septoria spp* na podobnym poziomie wystąpiło w Chomentowie i w Osinach (średnio 10,8%), a istotnie wyższe porażenie zaobserwowano w Chwałowicach (37,5%). Odmianami istotnie najsilniej porażonymi tym patogenem w każdej z miejscowości okazały się Arkadia (44,2%) i Jantarka (33,2%). Do istotnie wysoko porażonych odmian w Chwałowicach należy jeszcze zaliczyć: Smugę (59,9%) oraz Rokosz (43,6%). Za odmianę pszenicy ozimej odporną na porażenie przez *Septoria spp.* można uznać Skagen (5,3% - Osiny, 10,6% - Chwałowice i 7,2% - Chomentowo), natomiast porażenie pozostałych odmian zależało od lokalizacji doświadczenia.

Tab. 21. Porażenie liści(F-F2) pszenicy ozimej przez *Puccinia striiformis* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %			
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo	średnio
Arkadia	21,17 c	1,77 c	11,53 ab	11,49 bc
Bamberka	0,23 a	0 a	0,47 a	0,23 a
Banderola	0,23 a	0 a	0,47 a	0,23 a
Jantarka	1,0 a	0,33 b	24,0 b	8,44 ab
Julius	0,27 a	0 a	0,37 a	0,21 a
Muszelka	9,33 b	0 a	1,33 a	3,56 ab
Ostroga	8,93 b	0 a	49,8 c	19,58 cd
Ozon	0,53 a	0 a	0 a	0,18 a
Rokosz	12,33 b	0 a	57,97 c	23,43 d
Sailor	0 a	0 a	0,7 a	0,23 a
Skagen	0 a	0 a	0,3 a	0,1 a
Smuga	0,83 a	0 a	0,83 a	0,56 a

Porażenie liści pszenicy ozimej przez *Puccinia striiformis* (tab. 21) różniło się istotnie między odmianami w obrębie poszczególnych punktów badań, o czym świadczy istotna interakcja miejscowości z odmianami. Można przyjąć, że w Chwałowicach nie zaobserwowano porażenia odmian tym patogenem (na 12 odmian jedynie u dwóch stwierdzono nieznaczne porażenie – 0,33% i 1,77%). W Osinach istotnie wyższe porażenie zaobserwowano na Ostrodze (8,9%), Muszelce (9,3%), Rokoszy (12,3%), zaś najwyższe na Arkadii (21,2%), natomiast w Chomentowie odmianami istotnie najwyżej porażonymi (50% i powyżej) okazały się Ostroga i Rokosz.

Wskaźnik porażenia przez *Dreschlera tritici-repentis* istotnie różnił się między gospodarstwami: od 2,8% w Chwałowicach, 4,4% w Osinach do 8,1% w Chomentowie. Istotna interakcja miejscowości i odmian (tab. 22) wynikała głównie z wyższego porażenia odmian w Chomentowie oraz różnej reakcji odmian na porażenie w każdym z gospodarstw. W Osinach jedynie Smuga okazała się istotnie wyżej porażona od pozostałych odmian. W Chwałowicach można wyróżnić dwie grupy odmian: nisko (Rokosz, Jantarka, Arkadia, Ostroga, Bamberka i Banderola) oraz wyżej porażone (Skagen, Smuga, Sailor, Juliusz, Muszelka oraz Ozon), natomiast w Chomentowie istotnie nisko porażone odmiany to Jantarka, Ostroga, Rokosz, Banderola, Arkadia i Bamberka, średnio – Skagen, Sailor oraz Smuga, a do istotnie wysoko porażonych odmian należy zaliczyć odmiany: Muszelka, Julius i Ozon.

Tabela 22. Porażenie liści(F-F2) pszenicy ozimej przez *Drechslera tritici-repentis* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %			
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo	średnio
Arkadia	4,10 a	1,30 ab	4,10 abc	3,17 a
Bamberka	3,37 a	2,17 abcd	6,63 abcd	4,06 ab
Banderola	2,97 a	2,23 abcd	3,37 abc	2,86 a
Jantarka	2,93 a	1,20 ab	0,63 a	1,59 a
Julius	3,20 a	4,47 de	14,87 e	7,51 bcde
Muszelka	5,43 a	4,50 de	14,60 e	8,18 cde
Ostroga	5,73 a	1,73 abc	0,80 ab	2,76 a
Ozon	2,27 a	5,27 e	24,80 f	10,78 e
Rokosz	4,33 a	0,53 a	1,63 ab	2,17 a
Sailor	4,20 a	3,90 cde	8,27 cd	5,46 abcd
Skagen	3,30 a	3,03 bcde	6,73 bcd	4,36 abc
Smuga	11,13 b	3,27bcde	10,87 de	8,42 de

Zadanie 2. Badania nad doborem odmian żyta do uprawy w gospodarstwach ekologicznych

2.1. Plonowanie żyta

Badania dotyczące oceny przydatności odmian żyta do uprawy w warunkach produkcji ekologicznej realizowano w dwóch lokalizacjach: Grabowie woj. mazowieckie (gleby kompleksu 4) i Taraskowie woj. podlaskie (gleby kompleksu 5) (rys. 1). Doświadczenia założono według takiej samej metodyki w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Wytypowano do badań 10 odmian, które charakteryzują się m.in.: wysokim potencjałem plonowania, bardzo dobrymi parametrami jakościowymi oraz wyższą od średniej odpornością na patogeny grzybowe.

Plony żyta w Grabowie na glebie kompleksu 4 kształtowały się na poziomie 3,95- 4,43 t/ha i były średnio większe niż w Taraskowie na glebie kompleksu 5 o 0,4 t/ha (tab. 23). W Grabowie większość odmian plonowała na podobnym poziomie i nie stwierdzono istotnych różnic. Plony w granicach 4 t/ha uzyskiwano przy średniej obsadzie kłosów 316 szt./m² i masie 1000 ziaren 35g. Największą obsadę kłosów w granicach 330 szt./m² wytwarzały odmiany:

Bosmo, Rostockie, Walet i była ona tylko o około 30 szt./m² większa od najmniejszej stwierdzonej u odmian: Dańkowskie Amber i Dańkowskie Złote.

W Taraskowie uzyskano mniejsze plony ale większe zróżnicowanie wyników. Największe plony uzyskały odmiany: Rostockie, Dańkowskie Diament, Dańkowskie Amber Stanko (tab.23). Spośród wymienionych odmian: Rostockie i Dańkowskie Amber wyróżniały się największą spośród ocenianych odmian dorodnością ziarna – 33,9-34,8 g, a Stanko zwartością łanu 532 szt./m². Najmniejsze plony odnotowano dla odmian: Bojko, Kier i Dańkowskie Złote. W przypadku odmian Kier i Dańkowskie Złote charakteryzowały się one najniższą spośród badanych odmian masą 1000 ziaren – 29,5-29,9 g. W obu lokalizacjach w warunkach dobrego przezimowania odmiana przewódkowa Bojko uzyskała plony na poziomie średniej dla wszystkich testowanych odmian. W Grabowie oceniane elementy struktury plonu odmiany Bojko kształtowały się na poziomie średniej: obsada kłosów 316 szt./m², masa 1000 ziaren 35 g, a Taraskowie przewyższały średnią i wynosiły odpowiednio 529 szt/m² i 32,1 g.

Tabela 23. Plonowanie odmian żyta w różnych siedliskach – rok 2014

Odmiana	Grabów			Taraskowo		
	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [t*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt./m ²]	Masa 1000 ziaren [g]
Bojko	4,10	316	35,0	3,45	529	32,1
Bosmo	3,96	332	35,6	3,72	523	30,2
Dańkowskie Amber	3,98	297	33,9	3,91	436	34,8
Dańkowskie Diament	4,10	319	34,7	3,95	436	31,2
Dańkowskie Złote	4,23	298	34,9	3,56	454	29,5
Daran	4,25	315	35,3	3,73	475	30,6
Kier	3,99	320	35,1	3,46	396	29,9
Rostockie	4,02	330	35,2	3,97	441	33,9
Stanko	4,41	308	34,9	3,89	532	31,1
Walet	4,28	330	34,8	3,69	429	30,8
Średnio	4,13	316	34,9	3,73	465	31,4
<i>NIR_{0,05}</i>	<i>0,58</i>	<i>82</i>	<i>0,7</i>	<i>0,19</i>	<i>60</i>	<i>0,5</i>

2.2. Zachwaszczenie żyta

Poziom zachwaszczenia żyta uprawianego w systemie ekologicznym różnił się w zależności od lokalizacji badań (tab. 24). Dwukrotnie większą liczbę chwastów i o 50% większą suchą masę chwastów zarejestrowano w Taraskowie w porównaniu z Grabowem. W obu miejscowościach najmniej zachwaszczonymi odmianami były Dankowskie Diament i Bosmo. Największa masa chwastów wystąpiła w Taraskowie w odmianach Walet i Dankowskie Złote, a w Grabowie w odmianie Kier.

Tabela 24. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach żyta uprawianych
w systemie ekologicznym w Grabowie

odmiany	Lokalizacje			
	Taraskowo		Grabów	
	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)	liczba chwastów (szt./m ²)	sucha masa chwastów (g/m ²)
Bojko	218,0	52,82	71,0	40,19
Bosmo	234,5	32,56	83,0	26,79
Dankowskie Amber	191,5	36,48	123,0	39,17
Dankowskie Diament	167,5	40,58	94,0	26,96
Dankowskie Złote	238,0	75,39	106,5	42,27
Daran	217,0	57,06	76,0	22,74
Kier	244,0	88,48	104,0	56,70
Rostockie	199,5	48,10	112,0	33,57
Stanko	215,5	30,89	112,0	40,81
Walet	205,0	71,36	129,0	28,46
średnia	213,1	53,37	101,1	35,77

Najwyższymi odmianami były Bojko (odmiana przewódkowa) i Bosmo, a najniższymi Rostockie, Kier i Dankowskie Amber (tab. 25). Bosmo cechowało się największym rozkrzewieniem w fazie krzewienia.

Tabela 25. Rozkrzewienie i wysokość odmian żyta uprawianych
w systemie ekologicznym w Grabowie

Odmiany	Faza strzelania w źdźbło		Faza dojrzałości	
	rozkrewienie ogólne	wysokość (cm)	rozkrewienie ogólne	wysokość (cm)
Bojko	2,38	107,54	1,26	168,20
Bosmo	2,52	98,34	1,21	160,07
Dańkowskie Amber	2,47	88,20	1,27	148,75
Dańkowskie Diament	2,29	92,41	1,37	156,85
Dańkowskie Złote	2,28	93,51	1,34	147,10
Daran	2,37	92,92	1,28	152,85
Kier	2,42	88,79	1,32	147,92
Rostockie	2,34	87,52	1,34	155,99
Stanko	2,34	90,51	1,14	149,10
Walet	2,36	93,83	1,51	153,78
średnia	2,38	93,36	1,30	154,06

Odmiany Dankowskie Amber i Daran cechowały się małą obsadą roślin i suchą masą części nadziemnych (tab. 26). Odmiany o największej konkurencyjności w stosunku do chwastów: Dankowskie Diament i Bosmo wytworzyły największą masę części nadziemnych.

Tabela 26. Obsada roślin i sucha masa żyta uprawianego w systemie ekologicznym w Grabowie

Odmiany	Faza strzelania w źdźbło		Faza dojrzałości	
	obsada roślin (szt./m ²)	sucha masa żyta (g/m ²)	obsada roślin (szt./m ²)	sucha masa żyta (g/m ²)
Bojko	213	723,5	224	1252,1
Bosmo	218	733,4	239	1606,9
Dańkowskie Amber	176	452,3	233	1172,9
Dańkowskie Diament	193	590,4	230	1449,1
Dańkowskie Złote	200	562,3	226	1037,4
Daran	198	595,9	198	795,9
Kier	223	574,8	223	979,6
Rostockie	193	536,6	215	1393,0
Stanko	220	609,7	223	1191,5
Walec	199	574,4	238	1397,7
średnia	203	595,3	219	1227,6

2.3. Występowanie i nasilenie chorób grzybowych w życie

W 2014 rok nie stwierdzono porażenia badanych odmian żyta mączniakiem. Istotnie wyższe porażenie przez *Puccinia recondita* liści żyta ozimego zaobserwowano w Grabowie - 10,1%, w Taraskowie było ono mniejsze i wynosiło tylko 4,0%. Należy podkreślić, że porażenie odmiany Bosmo było podobne w obu punktach doświadczalnych, natomiast procent powierzchni liści zainfekowanych tym patogenem dla każdej z pozostałych odmian był istotnie większy w Grabowie. Znaczące różnicowanie porażenia liści badanych odmian żyta wystąpiło w Grabowie, gdzie istotnie najniższy wskaźnik otrzymano dla odmiany Bosmo (5,6%), a odmianą istotnie wyżej zainfekowaną okazał się Walec (19,7%). W Taraskowie, mimo istotnego różnicowania wskaźników porażenia (0,8% - 7,7%), odmiany okazały się stosunkowo mniej uszkodzane przez *Puccinia recondita* i w efekcie nie stwierdzono istotnych różnic dla interakcji między miejscowościami i odmianami (tab. 35). Średnio, do odmian istotnie niżej porażonych tym patogenem należy zaliczyć: Bojko (4,8%), Dańkowskie Diament (4,9%) oraz Rostockie (5,0%), zaś istotnie najwyżej zainfekowany tym patogenem okazał się Walec (10,6%).

Tabela 35. Porażenie liści(F-F2) żyta ozimego przez *Puccinia recondita* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	Grabów	Taraskowo	średnio
Bojko	8,77 a	0,83 a	4,8 a
Bosmo	5,63 a	5,77 ef	5,7 ab
Dańkowskie Amber	11,63 ab	1,47 ab	6,55 ab
Dańkowskie Diament	6,73 a	3,13 bcd	4,93 a

Dańkowskie Złote	12,06 ab	2,93 bc	7, 5 ab
Daran	9,77 ab	4,37 cde	7,07 ab
Kier	10,9 ab	6,07 ef	8,48 ab
Rostockie	6,93 a	3,0 bc	4,97 a
Stanko	12,03 ab	7,67 f	9,85 ab
Walet	16,2 b	5,0 de	10,6 b

Tabela 36. Porażenie liści(F-F2) żyta ozimego przez *Septoria spp.*

w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	Grabów	Taraskowo	średnio
Bojko	1,53 ab	0,8 d	1,17 b
Bosmo	1,9 b	0 a	0,95 ab
Dańkowskie Amber	0,6 a	0 a	0,3 ab
Dańkowskie Diament	0,73 ab	0 a	0,37 ab
Dańkowskie Złote	1,2 ab	0 a	0,6 ab
Daran	1,1 ab	0,17 b	0,63 ab
Kier	0,3 a	0,33 c	0,37 ab
Rostockie	1,13 ab	0 a	0,57 ab
Stanko	0,57 a	0 a	0,28 a
Walet	0,5 a	0 a	0,25 a

Porażenie liści żyta przez *Septoria spp.* było bardzo małe. Istotnie większe nasilenie septoriozy stwierdzono w Grabowie (1%) niż w Taraskowie (0,1%). W Taraskowie jedynie na trzech odmianach (Bojko, Daran i Kier) zaobserwowano nieznaczny odsetek liści z objawami chorobowymi. Nie stwierdzono istotnej interakcji miejscowości i odmian. Różnice istotne średnio dla odmian z obu punktów doświadczalnych wystąpiły między odmianą Bojko (1,2%) oraz Stanko (0,28%) i Walet (0,25%). W Taraskowie nie stwierdzono istotnych różnic między porażeniem odmian, a powierzchnia liści z objawami chorobowymi wahała się od 0,26% do 0,97%. W Grabowie na liściach odmiany Bosmo (0,3%) porażenie było nieznaczne i istotnie niższe niż porażenie odmiany Rostockie (1,8%). Należy podkreślić, że przeciętnie największym procentem liści z objawami chorobowymi charakteryzuje się żyto odmiany Bojko (tab.36).

Tabela 37. Porażenie liści(F-F2) żyta ozimego przez *Drechslera tritici repentis*

w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	Grabów	Taraskowo	średnio
Bojko	2,33 ab	3,1 abcd	2,77 a
Bosmo	1,43 a	4,07 cd	2,75 a
Dańkowskie Amber	2,4 ab	2,07 a	2,23 a
Dańkowskie Diament	2,33 ab	3,43 abcd	2,88 a
Dańkowskie Złote	1,6 ab	2,93 abc	2,27 a
Daran	3,23 b	2,57 abc	2,9 a
Kier	2,57 ab	4,53 d	3,55 a

Rostockie	2,93 ab	2,43ab	2,68 a
Stanko	2,2 ab	3,67 bcd	2,93 a
Walet	3,07 ab	3,7 bcd	3,38 a

Porażenie liści żyta przez *Dreschlera tritici repentis* w obu miejscowościach było małe. Nie stwierdzono współdziałania czynnika odmianowego z lokalizacją badań (tab.37). Pomimo podobnego poziomu porażenia odmian, średnie porażenie liści żyta ozimego tym patogenem było istotnie wyższe w Taraskowie (3,3%) niż w Grabowie (2,4%).

Tabela 38. Porażenie liści(F-F2) żyta ozimego przez *Rynchosporium secalis* w fazie BBCH 77-83 (mleczno-woskowa)

Odmiana	Powierzchnia liści z objawami chorobowymi w %		
	Grabów	Taraskowo	średnio
Bojko	5,4 b	0,83 ab	3,12 ab
Bosmo	8,5 cd	1,8 cde	5,15 bc
Dańkowskie Amber	9,17 d	1,67 cde	5,42 c
Dańkowskie Diament	6,0 bc	0,67 a	3,33 abc
Dańkowskie Złote	6,17 bc	2,63 d	4,4 abc
Daran	5,6 b	1,97 cde	3,78 abc
Kier	8,93 d	1,57 abc	5,25 bc
Rostockie	2,53 a	2,53 de	2,53 a
Stanko	7,67 bcd	2,03 cde	4,85 bc
Walet	8,6 cd	1,63 bcd	5,12 bc

Rynchosporium secalis w różnym stopniu zainfekowało odmiany żyta ozimego w każdej z dwóch miejscowości (istotna interakcja). Poziom porażenia okazał się istotnie wyższy w Grabowie (6,9%) niż w Taraskowie (1,7%). Istotnie silniejsze porażenie zaobserwowano w Grabowie na odmianach: Bosmo (8,5%), Dańkowskie Amber (9,2%), Kier (8,9%), Stanko (7,7%) i Walet (8,6%) natomiast istotnie najniżej porażone okazało się Rostockie (2,5%). W Taraskowie różnica, chociaż statystycznie istotna, między najmniej porażoną odmianą Dańkowskie Diament (0,7%) oraz najsilniej porażoną Dańkowskie Złote (2,6%) wyniosła niecałe 2% i nie ma praktycznego znaczenia (tab.38).

Zadanie 3. Określenie podatności odmian pszenicy ozimej i żyta na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium*

Prof. dr hab. Czesław Sadowski, dr inż. Leszek Lenc, UTP Bydgoszcz

W 2014 roku określono występowanie fuzariozy kłosów oraz zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. na wybranych odmianach pszenicy ozimej i żyta. W badaniach

fitopatologicznych pszenicy ozimej uwzględniono obok czynnika odmianowego wpływ systemu uprawy (ekologiczny, konwencjonalny, integrowany)

- **Pszenica ozima.** cztery odmiany – ‘Arkadia’, ‘Bamberka’, ‘Jantarka’ i ‘Sailor’ uprawiane w systemie ekologicznym, konwencjonalnym, integrowanym i w monokulturze na polach doświadczalnych w Osinach należących do IUNG PIB Puławy,
- dwanaście odmian – ‘Arkadia’, ‘Bamberka’, ‘Banderola’, ‘Jantarka’, ‘Julius’, ‘Muszelka’, ‘Ostroga’, ‘Ozon’, ‘Sailor’, ‘Skagen’, ‘Smuga’ i ‘Rokosz (orkisz)’ uprawianych w systemie ekologicznym na polach doświadczalnych gospodarstw ekologicznych w Osinach (woj. lubelskie), Chwałowicach (woj. mazowieckie) i Chomentowie (woj. podlaskie).

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 – 5⁰) a następnie obliczano indeks porażenia (IP w %) według wzoru Townsenda i Heubergera,

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

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

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji a otrzymane średnie porównywano testem Tukey’a

Wyniki

3.1. Fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.)

W 2014 roku fuzarioza kłosów wystąpiła w zróżnicowanym nasileniu, w zależności od systemu uprawy, odmiany i lokalizacji doświadczenia.

3.1.1. Pszenica ozima

Ocena odmian uprawianych w gospodarstwach ekologicznych (Osiny, Chwałowice, Chomentowo – tab. 39)

W systemie ekologicznym występowanie fuzariozy kłosów badano na 12 odmianach pszenicy ozimej (11 odmian należących do *Triticum aestivum* i 1 odmiana – *Triticum spelta*).

W miejscowościach, w których prowadzono obserwacje najmniej objawów chorobowych występowało na odmianie ‘Rokosz’ – *Triticum spelta* (Osiny – 1,5%; IP=0,3%, Chwałowice – 0,5%; IP=0,3% i Chomentowo – 1,0%; IP=0,3%)

Duże zróżnicowanie w nasileniu choroby obserwowano na pozostałych 11 odmianach – *Triticum aestivum*. W Osinach procent kłosów z objawami fuzariozy wynosił od 4,5 do 14,5% (średnio 9,13%) a indeks porażenia 1,8 do 7,7% (średnio 3,67%). Według analizy statystycznej do grupy odmian najmniej porażonych należały ‘Skagen’ (4,5%; IP=1,8%) i ‘Sailor’ (6,0%; IP=1,9%). Na tym samym poziomie statystycznym znajdowały się również ‘Smuga’, ‘Muszelka’ i ‘Ostroga’.

W Chwałowicach fuzarioza kłosów wystąpiła w niższym nasileniu. Procent kłosów z objawami choroby wynosił od 2,0 do 12,0% (średnio 5,5%) a indeks porażenia 0,5 do 4,7% (średnio 1,98%) Według analizy statystycznej do grupy odmian najmniej porażonych należały Sailor (2,0%; IP= 0,5%), ‘Smuga’ (2,5%; IP=1,0%) i Muszelka (4,0%; IP=1,0%). Na tym samym poziomie statystycznym znajdowały się również ‘Julius’, ‘Skagen’, ‘Arkadia’ i ‘Ostroga’.

W Chomentowie procent kłosów z objawami choroby wynosił od 2,5 do 19,5% (średnio 9,85%) a indeks porażenia 0,7 do 8,0% (średnio 3,79%). Według analizy statystycznej do grupy odmian najmniej porażonych należały ‘Sailor’ (2,5%; IP=0,7%) i ‘Skagen’ (3,5%; IP=0,9%). Na tym samym poziomie statystycznym znajdowała się również ‘Ostroga’.

Tabela. 39. Występowanie fuzariozy kłosów na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym, 2014

Odmiana	Osiny	Chwałowice	Chomentowo
% porażonych kłosów			
Arkadia	13,5 ab	5,5 abcd	13,5 abc
Bamberka	14,5 a	9,0 ab	19,5 a
Banderola	13,5 a	9,0 ab	17,0 ab
Jantarka	13,0 ab	6,5 abc	11,0 bcd
Julius	9,5 abcd	4,5 bcd	8,5 cd
Muszelka	7,0 cde	4,0 bcd	15,5 ab
Ostroga	8,0 bcde	5,5 abcd	6,5 de
Ozon	11,5 abc	12,0 a	18,5 a
Sailor	6,0 de	2,0 de	2,5 ef
Skagen	4,5 e	5,0 bcd	3,5 e
Smuga	7,0 cde	2,5 cd	11,0 bcd
Rokosz (orkisz)	1,5 f	0,5 e	1,0 f
Średnio	9,13	5,5	9,85

Indeks porażenia [%]			
Arkadia	5,2 b	2,0 bcde	5,7 ab
Bamberka	7,7 a	2,8 b	8,0 a
Banderola	5,7 ab	3,2 ab	7,2 a
Jantarka	6,1 ab	2,4 bc	3,3 bcd
Julius	2,9 cd	1,7 bcde	2,8 cde
Muszelka	2,9 cd	1,0 cde	5,6 ab
Ostroga	2,4 de	2,0 bcde	2,5 cde
Ozon	4,9 bc	4,7 a	8,0 a
Sailor	1,9 de	0,5 de	0,7 de
Skagen	1,8 de	2,2 bcd	0,9 de
Smuga	2,2 de	1,0 cde	4,3 bc
Rokosz (orkisz)	0,3 e	0,3 e	0,3 e
Średnio	3,67	1,98	3,79
NIR $\alpha=0,05$	2,135	1,716	2,642

Wpływ systemu produkcji na porażenie kłosów pszenicy ozimej

W 2014 roku średnie porażenie kłosów przez *Fusarium* spp. czterech badanych odmian uprawianych w trzech systemach i w monokulturze wynosiło 14,1% a indeks porażenia (IP) 5,9% (tab. 40). Obliczenia statystyczne wykazały istotne różnice zarówno w procencie porażonych kłosów jak i w nasileniu objawów chorobowych (IP) w zależności od systemu uprawy. Najwięcej fuzariozy obserwowano na kłosach pszenicy uprawianej w monokulturze (18,4% porażonych kłosów; IP=8,6%) najmniej w systemie integrowanym (10,0%; IP=3,6%).

Zaobserwowano również istotne zróżnicowanie występowania fuzariozy na kłosach w zależności od uprawianej odmiany. Najwięcej objawów chorobowych było na odmianach ‘Arkadia’ i ‘Bamberka’ (odpowiednio 17,1%; IP=7,2% i 17,0%; IP=8,1%). Najmniej fuzariozy wystąpiło na odmianie ‘Sailor’ (8,3%; IP=2,6%). Należy zauważyć, że odmiana ta uprawiana w systemie ekologicznym, integrowanym i w monokulturze miała statystycznie istotnie niższe porażenie kłosów od pozostałych odmian, natomiast w systemie konwencjonalnym procent porażonych kłosów (11,5%) był na tym samym poziomie statystycznym na odmianie ‘Jantarka’ (13,0%).

Tabela 40. Występowanie fuzariozy kłosów na czterech odmianach pszenicy ozimej uprawianej w różnych systemach produkcji, Osiny 2014

Odmiana	% porażonych kłosów					Indeks porażenia [%]				
	E ¹	I ²	K ³	M ⁴	Śr	E	I	K	M	Śr
Arkadia	13,5 a b	11,5 a b	23,0 a a	20,5 a a	17,1 a	5,2 b b	4,0 ab b	9,5 a a	10,1 ab a	7,2 a
Bamberka	15,0 a bc	12,5 a c	17,5 b b	23,0 a a	17,0 a	7,9 a b	5,2 a c	7,7 a b	11,6 a a	8,1 a
Jantarka	13,0 a b	10,0 a b	13,0 c b	20,5 a a	14,1 b	6,1 ab b	3,4 ab c	4,5 b bc	8,7 b a	5,7 b

Sailor	6,0 b b	6,0 b b	11,5 c a	9,5 b a	8,3 c	1,9 c a	1,6 b a	2,9 b a	4,0 c a	2,6 c
Średnio	11,9 c	10,0 d	16,3 b	18,4 a	14,1	5,3 b	3,6 c	6,2 b	8,6 a	5,9
<i>NIR</i> $\alpha=0,05$						$F^5 = 1,213$ $II^6 = 1,213$		$III/I = 2,425$ $I/II = 2,425$		

^{1/} E – system ekologiczny, ^{2/} I – system integrowany, ^{3/} K – system konwencjonalny, ^{4/} M – monokultura, ^{5/} czynnik I – system uprawy, ^{6/} czynnik II – odmiana

3.1.2. Żyto ozime

Zarówno w Grabowie (woj. mazowieckie) jak i w Taraskowie (woj. podlaskie) fuzarioza kłosów żyta wystąpiła sporadycznie. Średni procent porażonych przez *Fusarium* spp. kłosów wynosił: w Grabowie – 0,85% (0,5 – 1,5%), a w Taraskowie 0,30% (0,0 – 0,5%). W związku z tak niewielkimi objawami chorobowymi, które wystąpiły w 2014 r. trudno określić przydatność poszczególnych odmian do uprawy ekologicznej a analiza wariancji nie wykazała statystycznie istotnych różnic (tab. 42).

Tabela 42. Występowanie fuzariozy kłosów na wybranych odmianach żyta ozimego uprawianego w systemie ekologicznym, 2014

Odmiana	% porażonych kłosów		Indeks porażenia [%]	
	Grabów	Taraskowo	Grabów	Taraskowo
Bojko	0,5 a	0,5 a	0,1 a	0,1 a
Bosmo	1,0 a	0,0 a	0,2 a	0,0 a
Dańkowskie Amber	0,5 a	0,5 a	0,1 a	0,1 a
Dańkowskie Diament	1,0 a	0,5 a	0,2 a	0,2 a
Dańkowskie Złote	1,0 a	0,0 a	0,2 a	0,0 a
Daran	0,5 a	0,0 a	0,1 a	0,0 a
Kier	0,5 a	0,5 a	0,1 a	0,1 a
Rostockie	1,5 a	0,5 a	0,3 a	0,1 a
Stanko	1,0 a	0,5 a	0,2 a	0,1 a
Walet	1,0 a	0,0 a	0,2 a	0,0 a
Średnio	0,85	0,30	0,17	0,07
<i>NIR</i> $\alpha=0,05$			<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>

Podsumowanie

Pszenica ozima

1. Na pszenicy ozimej istotnie więcej objawów fuzariozy kłosów stwierdzono w monokulturze aniżeli w uprawie konwencjonalnej, ekologicznej czy integrowanej.
2. Odmiany pszenicy ozimej uprawiane w trzech systemach uprawy i w monokulturze różniły się istotnie między sobą nasileniem fuzariozy kłosów. Średnio istotnie więcej objawów obserwowano na odmianach ‘Arkadia’ i ‘Bamberka’ aniżeli na odmianach ‘Jantarka’ i ‘Sailor’.

3. Na odmianie 'Rokosz' (*Triticum spelta*) objawy fuzariozy kłosów wystąpiły sporadycznie i wynosiły: w Osinach – 1,5%; IP=0,3%, Chwałowicach – 0,5%; IP=0,3% i Chomentowie – 1,0%; IP=0,3%)
4. Z badanych odmian pszenicy ozimej *Triticum aestivum* uprawianych w systemie ekologicznym w 3 lokalizacjach, najmniej fuzariozy obserwowano na kłosach odmian: w Osinach – 'Skagen' i 'Sailor', w Chwałowicach – 'Sailor', 'Smuga' i 'Muszelka' a w Chomentowie – 'Sailor' i 'Skagen'.

Żyto ozime

5. W obu miejscowościach objawy fuzariozy kłosów na badanych odmianach żyta wystąpiły sporadycznie.
6. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w nasileniu fuzariozy kłosów pomiędzy poszczególnymi odmianami badanych gatunków zbóż uprawianych w systemie ekologicznym.

3.2. Zasiedlenie ziarna pszenicy przez grzyby rodzaju *Fusarium*

3.2.1. Pszenica ozima

Ocena odmian uprawianych w gospodarstwach ekologicznych (Osiny, Chwałowice, Chomentowo)

Ziarniaki 11 odmian pszenicy ozimej *Triticum aestivum* oraz 1 odmiany *Triticum spelta* uprawianych w systemie ekologicznym w trzech lokalizacjach różnych rejonów Polski były średnio zainfekowane przez *Fusarium* spp. w: Osinach k/Puław – 12,6% (3,0 – 24,0%), Chwałowicach k/Radomia – 33,8% (13,0% do 48,0%) i Chomentowie k/Łomży – 11,3% (8,0 – 18,0%) – tab. 10. Analiza frekwencji wykazała istotnie wyższe porażenie ziarna pochodzącego z Chwałowic od ziarna pochodzącego z Osin i Chomentowa (tab. 43).

Tabela 43. Zasiadlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach, 2014r

Odmiany	Miejscowość		
	Osiny	Chwałowice	Chomentowo
Arkadia	10,0 cd	22,0 e	8,0 c
Bamberka	24,0 a	42,0 ab	18,0 a
Banderola	17,0 b	31,0 cd	11,0 bc
Jantarka	8,0 d	37,0 bc	16,0 ab
Julius	15,0 b	25,0 de	10,0 c
Muszelka	13,0 bc	42,0 ab	9,0 c
Ostroga	17,0 b	43,0 ab	15,0 ab
Ozon	15,0 b	48,0 a	12,0 bc

Sailor	10,0 cd	19,0 e	8,0 c
Skagen	9,0 cd	45,0 ab	11,0 bc
Smuga	10,0 cd	13,0 f	9,0 c
Rokosz (orkisz)	3,0 e	39,0 abc	8,0 c
Średnio	12,6 b	33,8 a	11,3 b

Porównując odmiany można zauważyć, że niektóre z nich podobnie reagowały na porażenie przez *Fusarium* spp. we wszystkich lokalizacjach np. na ziarnie odmiany ‘Bamberka’ uprawianej zarówno w Osinach, Chwałowicach jak i Chomentowie stwierdzono wysoki procent zasiedlenia ziarna przez te pataogeny (18,0 – 42,0%), natomiast na odmianach ‘Sailor’ i ‘Smuga’ procent zasiedlonych ziarniaków przez *Fusarium* spp. należał do grupy o „niskim” porażeniu w poszczególnych miejscowościach. Z kolei porażenie ziarna odmiany ‘Skagen’, ‘Jantarka’ czy ‘Rokosz’ było mocno zróżnicowane w zależności od miejscowości w której prowadzono doświadczenie (tab.43).

Gatunki grzybów rodzaju *Fusarium* wyizolowane z odmian uprawianych w Osinach, Chwałowicach i Chomentowie przedstawiono w tab. 44, 45 i 46.

Z ziarniaków pochodzących z uprawy pszenicy ozimej w Osinach najczęściej izolowano *F. graminearum* (*Gibberella zeae* – 8,4%) następnie *F. poae* (2,4%) i *F. avenaceum* (*G. avenacea* – 1,3%). Ponadto izolowano *F. tricinctum* (*G. tricincta*) i *F. culmorum*. Ziarniaki badanych odmian charakteryzowały się zróżnicowanym zasiedleniem przez te grzyby. Procent zasiedlonych ziarniaków wahał się od 3,0% (‘Rokosz’) do 24,0% (‘Bamberka’) – tab. 43 i 44.

Tabela 44. Gatunki *Fusarium* spp. wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym [% zasiedlonych ziarniaków], Osiny 2014

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poe</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	RAZEM
Arkadia			8,0	1,0	1,0	10,0
Bamberka	1,0		20,0	3,0		24,0
Banderola	1,0		13,0	3,0		17,0
Jantarka			5,0	3,0		8,0
Julius	1,0		6,0	7,0	1,0	15,0
Muszelka	6,0		4,0	2,0	1,0	13,0
Ostroga	2,0	1,0	12,0	2,0		17,0
Ozon	1,0		12,0		2,0	15,0
Sailor	1,0		5,0	4,0		10,0
Skagen	2,0		4,0	3,0		9,0

Smuga			9,0	1,0		10,0
Rokosz (orkisz)			3,0			3,0
Średnio	1,3	0,1	8,4	2,4	0,4	12,6

Z ziarniaków pochodzących z uprawy pszenicy ozimej w Chwałowicach również najczęściej izolowano *F. graminearum* (*G. zae* – 14,2%), *F. poae* (10,7%) i *F. avenaceum* (*G. avenacea* – 6,9%) Ponadto wyodrębniono *F. tricinctum* (*G. tricincta*), *F. culmorum* i *F. sporotrichioides*. Analiza mikologiczna wykazała duże zróżnicowanie w zasiedleniu ziarna różnych odmian pszenicy przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Najsilniej porażone były ziarniaki na odmianie ‘Ozon’ (48,0%). Do tej samej grupy należało ziarno zebrane z odmiany ‘Ostroga’ (43,0%), ‘Bamberka’ i ‘Muszelka’ (42,0%) i ‘Rokosz’ (39,0%). Najmniej *Fusarium* spp. wyizolowano z ziarna pszenicy ‘Smuga’(13,0%). – tab. 43 i 45.

Tabela 45. Gatunki *Fusarium* spp. wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym [% zasiedlonych ziarniaków], Chwałowice 2014

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poe</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	RAZEM
Arkadia	8,0		12,0	2,0			22,0
Bamberka	5,0		27,0	10,0			42,0
Banderola	1,0	2,0	12,0	14,0	2,0		31,0
Jantarka	13,0		12,0	11,0		1,0	37,0
Julius	4,0		5,0	15,0	1,0		25,0
Muszelka	16,0		17,0	5,0	1,0	3,0	42,0
Ostroga	13,0	1,0	16,0	10,0	1,0	2,0	43,0
Ozon	3,0		39,0	6,0			48,0
Sailor	1,0		4,0	12,0		2,0	19,0
Skagen	6,0		15,0	24,0			45,0
Smuga	6,0		2,0	5,0			13,0
Rokosz (orkisz)	7,0	5,0	9,0	14,0		4,0	39,0
Średnio	6,9	0,7	14,2	10,7	0,4	1,0	33,8

Tabela 46. Gatunki *Fusarium* spp. wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym [% zasiedlonych ziarniaków], Chomentowo 2014

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poeae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tricinctum</i>	RAZEM
Arkadia	2,0	1,0	2,0	3,0			8,0
Bamberka	1,0		9,0	7,0		1,0	18,0
Banderola	6,0		2,0	3,0			11,0
Jantarka	7,0	1,0	4,0	3,0	1,0		16,0
Julius	4,0			6,0			10,0
Muszelka	2,0	1,0	4,0	1,0	1,0		9,0
Ostroga	7,0		1,0	7,0			15,0
Ozon	2,0	1,0	7,0	1,0	1,0		12,0
Sailor	2,0		4,0	1,0	1,0		8,0
Skagen	3,0	2,0	3,0	3,0			11,0
Smuga	1,0		5,0	3,0			9,0
Rokosz (orkisz)	3,0		2,0	2,0	1,0		8,0
Średnio	3,3	0,5	3,6	3,3	0,4	0,1	11,3

Z ziarniaków pochodzących z uprawy pszenicy ozimej w Chomentowie najczęściej izolowano *F. graminearum* (*G. zeae* – 3,6%), *F. poae* i *F. avenaceum* (*G. avenacea* – 3,3%). Ponadto wyodrębniono *F. culmorum*, *F. sporotrichioides* i *F. tricinctum* (*G. tricincta*). Analiza mikologiczna wykazała pewne zróżnicowanie w zasiedleniu ziarna różnych odmian pszenicy przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Najsilniej porażone były ziarniaki na odmianie ‘Bamberka’ (18,0%). Do tej samej grupy należało ziarno zebrane z odmiany ‘Jantarka’ (16,0%) i ‘Ostroga’ (15,0%). Najmniej *Fusarium* spp. wyizolowano z ziarna pszenicy ‘Arkadia’, ‘Sailor’ i ‘Rokosz’ (8,0%), ‘Muszelka’ i ‘Smuga’ (9,0%) oraz ‘Julius’ (10,0%) – tab. 43 i 46.

Wpływ systemu produkcji na zasiedlenie ziarna pszenicy przez Fusarium spp

W 2014 roku ziarniaki czterech odmian pszenicy ozimej uprawianej systemach: ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym i w monokulturze były średnio w 31,6% zainfekowane przez *Fusarium* spp. (tab. 47). Analiza frekwencji wykazała, że z ziarna pochodzącego z uprawy ekologicznej (13,0%) izolowano istotnie mniej grzybów rodzaju *Fusarium* aniżeli z uprawy integrowanej (27,5%), konwencjonalnej (45,0%) i w monokulturze

(41,0%). Procent porażonych ziarniaków pochodzących z produkcji konwencjonalnej i z monokultury była na tym samym poziomie statystycznym.

Analizując zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. zebranego z poszczególnych odmian stwierdzono, że średnio we wszystkich systemach najmniejszym porażeniem charakteryzowało się ziarno odmiany ‘Sailor’ (18,5%) a najwyższym odmiany ‘Bamberka’ (46,5%). Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. dwóch pozostałych odmian: ‘Arkadia’ – 28,3% i ‘Jantarka’ – 33,3% było na tym samym poziomie statystycznym. Interakcje pomiędzy systemem a uprawianą w nim odmianą przedstawiono w tabeli 47.

Tabela 47. Grzyby rodzaju *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w różnych systemach produkcji, Osiny 2014 [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	System uprawy				Średnio dla odmiany
	Ekologiczny	Integrowany	Konwencjonalny	Monokultura	
Arkadia	10,0 b d	24,0 b c	45,0 b a	34,0 b b	28,3 b
Bamberka	24,0 a c	45,0 a b	65,0 a a	52,0 a b	46,5 a
Jantarka	8,0 b c	27,0 b b	48,0 b a	50,0 a a	33,3 b
Sailor	10,0 b b	14,0 c b	22,0 c a	28,0 b a	18,5 c
Średnio dla systemu	13,0 c	27,5 b	45,0 a	41,0 a	31,6

Tabela 48. Gatunki *Fusarium* spp. wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej, Osiny 2014 [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium langsethiae</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tritituncum</i>	RAZEM [%]
System ekologiczny							
Arkadia		8,0		1,0		1,0	10,0
Bamberka	1,0	20,0		3,0			24,0
Jantarka		5,0		3,0			8,0
Sailor	1,0	5,0		4,0			10,0
Średnio - ekologiczny	0,5	9,5	0,0	2,8	0,0	0,3	13,0
System integrowany							
Arkadia	5,0	8,0		10,0	1,0		24,0
Bamberka	5,0	33,0		7,0			45,0
Jantarka	9,0	13,0		4,0		1,0	27,0

Sailor	2,0	1,0		11,0			14,0
Średnio - integrowany	5,3	13,8	0,0	8,0	0,3	0,3	27,5
System konwencjonalny							
Arkadia	6,0	32,0		7,0			45,0
Bamberka	5,0	49,0		11,0			65,0
Jantarka	2,0	40,0		5,0	1,0		48,0
Sailor		16,0		6,0			22,0
Średnio - konwencjonalny	3,3	34,3	0,0	7,3	0,3	0,0	45,0
Monokultura							
Arkadia	3,0	20,0	1,0	9,0	1,0		34,0
Bamberka		40,0		12,0			52,0
Jantarka	6,0	25,0		13,0	1,0	5,0	50,0
Sailor		22,0		6,0			28,0
Średnio - monokultura	2,3	26,8	0,3	10,0	0,5	1,3	41,0

Ocena mikologiczna wykazała, że w 2014 roku zasiedlenie ziarna przez grzyby rodzaju *Fusarium* wynosiło w zależności od systemu uprawy i odmiany od 8,0% ('Jantarka' w systemie ekologicznym) do 65,0% ('Bamberka' w systemie konwencjonalnym) – tab. 48. Gatunki *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków czterech odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemach: ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym oraz w monokulturze zestawiono w tabeli 9. Najczęściej izolowano *F. graminearum* (*Gibberella zeae*) następnie *F. poae* i *F. avenaceum* (*G. avenacea*). Z innych gatunków tego rodzaju izolowano *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum* (*G. tricincta*) i sporadycznie *F. langsethiae*.

Zadanie 4. Ocena wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy ozimej

dr hab. Grażyna Cacak-Pietrzak

Zakład Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności, SGGW Warszawa

Wprowadzenie

Jakość ziarna pszenicy określana jest poprzez wartość przemiałową, czyli zespół cech gwarantujących uzyskanie z przemiału ziarna jak największej ilości jasnej mąki oraz wartość wypiekową mąki, czyli zespół cech od których zależy jakość uzyskanego pieczywa.

Wartość technologiczna pszenicy w dużym stopniu uwarunkowana jest genetycznie, czyli zależy od cech odmianowych. Według obowiązującej w Polsce klasyfikacji odmiany pszenicy zaliczane są do jednej z pięciu grup jakościowych [Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński 1996]:

- E – pszenica elitarna;
- A – pszenica jakościowa,

- B – pszenica chlebową,
- K – pszenica na ciastka,
- C – pszenica ogólnoużytkowa.

Odmiany pszenicy zaliczane do grupy E są bardzo odporne na porastanie, charakteryzują się najlepszą wartością przemiałową ziarna i wypiekową mąki, dlatego uzyskana z nich mąka stosowana jest jako dodatek do mąki o niskich parametrach technologicznych. Odmiany pszenicy z grupy A cechują się również dużą odpornością na porastanie, dobrą wartością przemiałową ziarna oraz bardzo dobrą wartością wypiekową mąki. Odmiany z grupy B cechują się ziarnem o dobrej wartości przemiałowej, a uzyskana z nich mąka może być stosowana jako surowiec do wypieku wyrobów piekarsko-ciastkarskich. Do grupy K zalicza się odmiany z których mąka jest dobrym surowcem do produkcji wyrobów ciastkarskich. Do grupy C należą odmiany nie zakwalifikowane do żadnej z grup technologicznych. Są to odmiany ogólnoużytkowe, w tym odmiany paszowe. Na liście odmian roślin rolniczych [COBORU 2014] znajdują się obecnie 83 odmiany pszenicy ozimej. Wśród nich jest jedna należąca do grupy jakościowej E, 43 odmian z grupy A, 30 odmian z grupy B, jedna odmiana ozima z grupy K i 8 odmian z grupy C.

Odmiana zakwalifikowana do określonej grupy jakościowej musi spełniać odpowiednie kryteria wartości technologicznej. Zaliczenie odmiany do danej grupy jakościowej nie gwarantuje jednak, że w każdych warunkach uprawy otrzyma się ziarno o wymaganej w danej grupie wartości technologicznej, ponieważ na wartość technologiczną wpływają również warunki środowiska rolniczego, takie jak przebieg pogody w okresie wzrostu i rozwoju roślin, warunki glebowe oraz stosowane zabiegi agrotechniczne (przede wszystkim nawożenie mineralne i zabiegi ochrony roślin) [Cacak-Pietrzak 2008]. W warunkach uprawy ekologicznej ze względu na ograniczone możliwości ochrony roślin, nawożenia syntetycznymi nawozami mineralnymi uzyskanie wysokiej jakości ziarna jest trudne [Bartnik 1994]. W Polsce, podobnie jak w innych krajach UE, nie określono odrębnych wymagań jakościowych dla ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej, powinno ono zatem odpowiadać ogólnym wymaganiom jakościowym dla ziarna pszenicy.

Cel pracy, metodyka badań

Celem pracy była ocena wartości technologicznej ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej pochodzącej z uprawy w ekologicznym systemie produkcji.

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno 11 ozimych odmian pszenicy zwyczajnej: Arkadia (E/A), Bamberka (A), Banderola (B), Jantarka (B), Julius (A), KWS Ozon (B), Muszelka (B),

Ostroga (A), Sailor (A), Skagen (E/A), Smuga (A) i ozimej odmiany orkisz – Rokosz. Ziarno otrzymano z doświadczenia polowego przeprowadzonego w sezonie 2013/2014 w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do IUNG-PIB w Puławach.

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

W ramach oceny fizyczno-chemicznej ziarna wykonano następujące oznaczenia:

- gęstość w stanie usypowym (ciężar hektolitrowy),
- masa 1000 ziaren,
- celność i wyrównanie,
- szklistość,
- twardość – przy użyciu przystawki Brabendera do farinografu przy szczelinie mielącej 100/5,
- zawartość zanieczyszczeń,
- wilgotność – metodą suszenia,
- zawartość białka ogółem – metodą Kjeldahla (Nx5,70),
- zawartość popiołu całkowitego (w temp. 900°C).

Przemiał laboratoryjny ziarna przeprowadzono w dwupasażowym młynie laboratoryjnym firmy Quadrumat Senior. Przed przemiałem ziarno poddano procesowi czyszczenia na granoteście firmy Brabender oraz kondycjonowaniu do wilgotności 14,5%. Na podstawie uzyskanych produktów sporządzono bilans procesu przemiału, tzn. obliczono wydajność mąki śrutowej i wymiałowej, wydajność mąki ogółem oraz wydajność otrąb śrutowych i wymiałowych.

W ramach oceny cech chemicznych mąki wykonano następujące oznaczenia:

- wilgotność – metodą suszenia,
- zawartość białka ogółem – metodą Kjeldahla (Nx5,83),
- ilość glutenu mokrego i indeks glutenowy w systemie Glutomatic 2200 [PN-93/A-74042/02],
- liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena [PN-ISO 3093: 1996].

Wypiek laboratoryjny pieczywa przeprowadzono przygotowując ciasto metodą bezpośrednią w mieszarce SP-800A (czas mieszania 5 minut). Ciasto (o wydajności 160%) przygotowano z 500 g mąki o wilgotności 14,0%, 300 cm³ wody, 15 g drożdży piekarskich i 7,5 g soli kuchennej. 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).

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

Wyniki badań

Według wymagań jakościowych zawartych w normie PN-R-74103 gęstość w stanie usypowym ziarna pszenicy nie powinna być mniejsza niż 72,0 kg/hl. Wymaganie to spełniały wszystkie próbki ziarna pszenicy ozimej (tab. 1B).

Masa 1000 ziaren oraz celność wskazują na wielkość i dorodność ziarna. Wysoka masa 1000 ziaren jest charakterystyczna dla ziarna dorodnego, z dobrze wykształconym bielmem [Jakubczyk i Haber 1983]. Pszenice ozime cechowały się masą 1000 ziaren w granicach 42,6 i 33,7 g (tab. 1A). Celność wszystkich badanych próbek ziarna pokrywała się z jego wyrównaniem, co świadczy o dużej dorodności ziarna. Wartości tych wskaźników mieściły się w zakresie od 73 do 95%. Najbardziej dorodnym ziarnem cechowały się odmiany: Bamberka, Banderola i KWS Ozon. Według Kiryluka i Gąsiorowskiego [1999] wyrównanie ziarna pszenicy przeznaczanego do przemiału na mąki gatunkowe powinno wynosić co najmniej 85%. Wymaganie to spełniały wszystkie badane próbki ziarna pszenicy ozimej.

Szklistość i twardość ziarna pszenicy zależą od cech odmianowych, warunków pogodowych oraz sposobu nawożenia. Ziarno szkliste zawiera więcej substancji białkowych niż mączyste, dlatego jest lepszym surowcem do produkcji mąk na cele wypiekowe. Szklistość i twardość ziarna wskazują na strukturę bielma, dlatego są to wskaźniki ważne w procesie przemiału ziarna pszenicy [Greffeuille i wsp. 2006, Dziński i wsp. 2011]. W młynarstwie klasyfikuje się jako szkliste ziarno o szklistości powyżej 60%, gdy ilość ziaren szklistych jest poniżej 40% to ziarno określane jest jako mączyste [Kiryluk i Gąsiorowski 1999]. W obrębie ozimych odmian

pszenicy większość próbek ziarna miała mączystą strukturę bielma, średnioszklistą strukturą cechowało się ziarno odmiany Julius i orkisz (odmiana Rokosz) (tab. 49). Wśród badanych odmian pszenicy ozimej najbardziej twardym bielmem cechowało się ziarno odmian: KWS Ozon, Julius, Bamberka i Skagen, Najbardziej miękkie było ziarno odmiany Smuga.

Według wymagań jakościowych zawartych w normie PN-R-74103 ogólna zawartość zanieczyszczeń w masie pszenicy nie może przekraczać 15,0%. Wymaganie to spełniały wszystkie badane próbki ziarna (tab. 50). W próbkach ziarna odmian Julius i Ostroga nie stwierdzono obecności zanieczyszczeń. W pozostałych badanych próbkach ziarna zawartość zanieczyszczeń była śladowa, mieściła się ona w zakresie od 0,1 do 0,5%. Wśród zanieczyszczeń stwierdzono obecność ziaren połamanych i niewykształconych oraz nasion chwastów.

Zawartość wody w badanych próbkach ziarna pszenicy ozimej wynosiła od 13,4 do 14,5% (tab. 2B). Według wymagań jakościowych zawartych w normie PN-R-74103 wilgotność ziarna pszenicy nie powinna być wyższa niż 15,0%. Wymaganiu temu odpowiadały wszystkie badane próbki ziarna.

Zawartość białka ogółem w ziarnie badanych odmian pszenicy ozimej kształtowała się w zakresie od 7,8 do 9,0% (tab. 50). Według kryteriów stosowanych w międzynarodowym handlu pszenicą w ziarnie pszenicy przeznaczonym do produkcji mąki na cele piekarskie zawartość białka ogółem nie może być niższa niż 11,5% [Rothaehl 2009]. Wymagań tych nie spełniała żadna z badanych próbek ziarna pszenicy. Według Bartnik [1994] ziarno pszenicy z uprawy ekologicznej na ogół zawiera mało białka ogółem (nawet poniżej 9%), co wynika z niestosowania w tym systemie azotowych nawozów mineralnych. Znalazło to częściowe potwierdzenie w wynikach omawianej pracy. Zawartość białka ogółem w ziarnie badanych odmian pszenicy była wyjątkowo mała. Wyniki te wiązać należy z przebiegiem pogody w okresie dojrzewania i zbioru ziarna (częste opady deszczu, małe nasłonecznienie) oraz dodatkowo bardzo dużym zachwaszczeniem, które wystąpiło w obiekcie doświadczalnym w Osinach. Czynniki te nie sprzyjały odkładaniu się substancji białkowych w ziarnie pszenicy.

Zawartość substancji mineralnych (popiołu) to ważny parametr charakteryzujący przydatność ziarna do przemiału na mąki gatunkowe. Według Sitkowskiego [1998] maksymalna zawartość popiołu w ziarnie przeznaczanym na cele przemiałowe nie powinna przekraczać 1,80-1,85%. Wymaganie to spełniało większość badanych próbek pszenicy ozimej (za wyjątkiem odmiany Ostroga) (tab. 50).

Tabela 49. Wyniki oceny cech fizycznych ziarna ozimych odmian pszenicy

Odmiana	Gęstość w stanie usypowym [kg/ hl]	Masa 1000 ziaren [g]	Celność / wyrównanie [%]	Szklistość [%]	Twardość [j.B]
Arkadia	73,9	40,4	94	31	650
Bamberka	76,0	44,1	95	30	710
Banderola	76,3	45,8	95	19	695
Jantarka	72,5	44,0	93	17	610
Julius	74,1	40,7	90	58	760
KWS Ozon	74,4	43,7	95	35	790
Muszelka	77,4	43,4	93	25	650
Ostroga	75,7	42,5	92	14	620
Rokosz	77,7	36,9	73	53	640
Sailor	75,8	42,3	94	37	675
Skagen	74,6	43,1	94	17	700
Smuga	74,2	44,6	94	2	550
Średnia	75,2	42,6	92	28	670

Tabela 50. Wyniki oceny zawartości zanieczyszczeń oraz składu chemicznego ziarna ozimych odmian pszenicy

Odmiana	Zanieczyszczenia [%]	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Popiół [% s.m.]
Arkadia	0,3	14,4	7,8	1,75
Bamberka	0,1	14,3	8,5	1,68
Banderola	0,1	14,0	8,3	1,66
Jantarka	0,1	14,5	8,4	1,79
Julius	0,0	14,1	7,9	1,74
KWS Ozon	0,1	14,0	8,6	1,74
Muszelka	0,1	14,2	8,8	1,81
Ostroga	0,0	13,9	9,0	1,90
Rokosz	0,5	13,4	9,0	1,75
Sailor	0,1	14,3	8,0	1,66
Skagen	0,1	13,9	8,6	1,70
Smuga	0,1	14,1	8,6	1,64

Ziarno badanych odmian pszenicy charakteryzowało się dobrymi właściwościami przemiałowymi. Wyciągi mąki otrzymanej z przemiału ziarna ozimych odmian pszenicy uzyskano wyciągi mąki wynoszące od 73,7 do 77,1% (tab. 51). Najwyższe wyciągi mąki uzyskano z przemiału ziarna odmian: Banderola, Ostroga, Sailor oraz orkisz (odmiana Rokosz). Według wymagań klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy opracowanej w COBORU [Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński 1996] wyciąg mąki uzyskany z ziarna pszenicy zaliczanej do grupy elitarnej nie powinien być mniejszy niż 72%. Wymaganie to spełniało ziarno wszystkich odmian pszenicy ozimej. Niezależnie od odmiany ilość mąki uzyskanej z pasaży wymiałowych była kilkakrotnie większa od ilości mąki z pasaży śrutowych. Biorąc pod uwagę proporcje w ilości mąki z poszczególnych pasaży stwierdzono, że wyjątkowo dobrymi właściwościami kaszkującymi cechowało się ziarno odmian: Arkadia, Bamberka, KWS Ozon, Skagen oraz orkisz.

Zawartość białka ogółem w mąkach, podobnie jak w ziarnie z którego je otrzymano, była niewielka. W mąkach z ziarna ozimych odmian pszenicy zawartość białka ogółem wynosiła od 6,3 do 7,4% (tab. 52). Średnia zawartość białka ogółem w mąkach z ziarna ozimych odmian pszenicy wynosiła 6,9%.

Ilość glutenu mokrego wymytego z mąki otrzymanej z ziarna ozimych odmian pszenicy wynosiła średnio 20,0% (tab. 52). Według normy PN-91/A-74022:1992 zawartość glutenu w mące pszennej nie powinna być niższa niż 25%. Wymaganie to spełniała tylko mąka z ziarna orkisz ozimego (odmiana Rokosz).

Wartości IG glutenu wyizolowanego z mąki z ziarna ozimych odmian pszenicy wynosiły od 66 do 99 jednostek (tab. 4B). Optymalną jakością do wypieku chleba cechuje się gluten, którego wartości IG mieszczą się w zakresie od 60 do 90, natomiast wartości powyżej 90 jednostek wskazują na gluten bardzo mocny [Rothkaehl 2009]. Gluten wymyty z mąki ozimych odmian pszenicy: Arkadia, Bamberka, Jantarka, Julius, Sailor i Smuga cechował się odpowiednią do celów wypiekowych jakością (IG 66-85). IG pozostałych ozimych odmian pszenicy przekraczał 90 jednostek (gluten bardzo mocny).

Większość badanych próbek mąki cechowała się niską aktywnością enzymów amylolitycznych, w obrębie badanych odmian pszenic ozimych liczba opadania wynosiła od 230 do 346 s (tab. 52). Optymalna aktywność enzymów amylolitycznych w mące przeznaczonej do wypieku pieczywa powinna być na średnim poziomie (liczba opadania w zakresie 220-280 s) [Rothkaehl 2009].

Tabela 51. Wyniki przemiału laboratoryjnego ziarna ozimych odmian pszenicy

Odmiana	Wyd. mąki śrutowej [%]	Wyd. mąki wymiałowej [%]	Wyd. mąki ogółem [%]	Wyd. otrąb śrutowych [%]	Wyd. otrąb wymiało- wych [%]
Arkadia	8,9	64,5	73,7	15,2	11,1
Bamberka	10,1	63,9	74,0	14,6	11,3
Banderola	15,5	61,6	77,1	12,8	10,1
Jantarka	13,5	62,2	75,7	13,4	10,9
Julius	13,8	61,4	75,2	14,0	10,8
KWS Ozon	10,6	64,1	74,7	13,4	11,9
Muszelka	14,6	60,5	75,1	13,8	11,1
Ostroga	14,3	61,8	76,1	13,2	10,7
Rokosz	12,3	64,0	76,3	13,2	10,5
Sailor	13,4	62,8	76,2	12,9	10,9
Skagen	9,5	65,3	74,8	13,9	11,3
Smuga	14,5	61,2	75,7	14,1	10,2
Średnia	12,6	62,8	75,4	13,7	10,9

Tabela 52 . Wyniki oceny cech fizyko chemicznych mąki uzyskanej z ziarna ozimych odmian pszenicy

Odmiana	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Gluten mokry [%]	Indeks glutenowy	Liczba opadania [s]
Arkadia	13,3	6,3	21,3	66	346
Bamberka	13,4	6,8	19,4	84	335
Banderola	11,8	7,0	17,6	98	339
Jantarka	13,1	6,7	18,1	85	316
Julius	13,2	6,8	21,7	84	343
KWS Ozon	13,1	6,7	16,0	99	334
Muszelka	13,2	6,9	15,7	99	306
Ostroga	13,0	6,9	21,0	99	311
Rokosz	12,8	7,4	26,6	95	345
Sailor	13,1	6,7	20,4	84	230
Skagen	12,9	7,1	20,2	94	346
Smuga	12,9	7,0	22,1	69	280
Średnia	13,0	6,9	20,0	88	320

Upiek pieczywa (różnica między masą kęsa ciasta uformowanego przed wypiekiem a masą chleba po wyjęciu z pieca) mieścił się w zakresie od 8,2 do 8,7%, a strata piecowa (różnica między masą kęsa ciasta uformowanego przed wypiekiem a masą chleba po wystygnięciu) wynosiła od 11,5 do 12,9%.

Wydajność pieczywa to wskaźnik określający ilość pieczywa uzyskaną ze 100 części wagowych mąki [Jakubczyk i Haber 1983]. Wydajność pieczywa z mąki z ziarna ozimych

odmian pszenicy kształtowała się od 139,1 do 144,4% (tab. 53). Za wyjątkiem odmiany Jantarka wydajność pieczywa z mąki z ziarna ozimych odmian pszenicy przekraczała 140%.

Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się prawidłowym smakiem i aromatycznym zapachem, typowym dla pieczywa psennego, dlatego za te cechy zostało ocenione wysoko. Bochenki cechowały się prawidłowym wyglądem zewnętrznym i kształtem nadanym przez formę. Niżej ze względu na nieznaczne odchylenia kształtu zostały ocenione chleby z mąki z ziarna odmian: Bamberka i Banderola. Skórka otrzymanych chlebów miała właściwą grubość, barwę od jasno do ciemno brązowej. Objętość bochenków pieczywa z mąki z ziarna analizowanych odmian wynosiła od 308 do 408 cm³ (tab. 53). Mięksiz wszystkich badanych chlebów cechował się równomiernym zabarwieniem, był elastyczny, ale jego porowatość nie zawsze była równomierna. Wartości współczynnika porowatości miękiszu pieczywa wynosiły od 40 do 65. Najlepszą porowatością miękiszu odznaczało się pieczywo z mąki odmian: Arkadia, Banderola, KWS Ozon i Skagen.

Ilość punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej pieczywa z mąki z ziarna ozimych odmian pszenicy wynosiła od 25,0 do 31,4 pkt. (tab. 53). Większość próbek zakwalifikowano do I poziomu jakości. Nieco niżej oceniono pieczywo z mąki z ziarna odmian: Bamberka, Banderola, Jantarka i Julius (II poziom jakości).

Tabela 53. Wyniki wypieku laboratoryjnego pieczywa z mąki z ziarna ozimych odmian pszenicy

Odmiana	Upiek [%]	Strata piecowa [%]	Wydajność pieczywa [%]	Objętość pieczywa [cm ³]	Wsp. poro- watości [-]	Ocena punktowa pkt.
Arkadia	9,5	12,4	140,1	387	60	30,4
Bamberka	7,4	10,5	143,1	318	50	25,0
Banderola	6,8	10,0	144,0	308	60	25,0
Jantarka	9,4	13,1	139,1	374	45	27,8
Julius	9,1	12,4	140,1	345	40	27,0
KWS Ozon	7,1	10,2	144,4	322	60	28,8
Muszelka	7,4	10,7	142,9	387	40	30,0
Ostroga	8,9	12,3	140,4	402	50	29,2
Rokosz	8,7	12,2	140,5	364	45	28,4
Sailor	9,0	12,0	140,8	381	50	29,0
Skagen	7,3	10,8	142,8	408	65	31,4
Smuga	7,7	11,1	142,2	405	45	29,0
Średnia	8,2	11,5	141,7	367	50	28,4

Stwierdzenia i wnioski

1. Ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy spełniało wymagania zawarte w normie PN-R-74103 odnośnie maksymalnej zawartości zanieczyszczeń oraz wilgotności.

Większość badanych próbek pszenicy spełniała wymagania normy dotyczące gęstości w stanie usypowym.

2. Ziarno badanych odmian pszenicy było dorodne, o stosunkowo dużej masie 1000 ziaren i celności pokrywającej się z wyrównaniem. Cechowało się ono mączystą strukturą bielma i małą ogólną zawartością białka (od 7,8 do 9,0%). Wyjątkowo mała zawartość substancji białkowych w ziarnie pszenicy mogła wynikać z niesprzyjających warunków pogodowych panujących w czasie dojrzewania i zbioru ziarna oraz nadmiernego zachwaszczenia.
3. Wyciągi mąki uzyskanej z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy były stosunkowo wysokie, wynosiły od 73,1 do 77,1%. Największe wyciągi mąki uzyskano z przemiału ziarna odmian: Banderola, Ostroga, Sailor i orkisz (odmiana Rokosz) oraz odmiany jarej Katoda.
4. Zawartość substancji białkowych w mąkach, podobnie jak w ziarnie z którego je otrzymano, była bardzo mała. Zawartość białka ogółem wynosiła od 6,3 do 7,0%, a ilość glutenu mokrego od 15,7 do 26,6%. Wymagania normy PN-91/A-74022:1992 odnośnie ilości glutenu spełniała jedynie mąka z ziarna pszenicy orkisz - Rokosz. Gluten wymyty z badanych próbek mąki cechował się wysoką jakością. Aktywność enzymów amylolitycznych w większości badanych próbek mąki była na niskim poziomie.
5. Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym smakiem i zapachem, kształtem i barwą skórki. Na podstawie wyników punktowej oceny organoleptycznej do I poziomu jakości zakwalifikowano pieczywo z mąki z ziarna większości badanych odmian pszenicy, za wyjątkiem odmian: Bamberka, Banderola, Jantarka i Julius (II poziomu jakości).

Zadanie 5. Wstępna ocena zdolności odmian pszenicy ozimej do pobierania azotu i fosforu z zasobów glebowych

5.1. Ocena stanu odżywienia azotem, fosforem i potasem

Cel badań

Celem prowadzonych badań była ocena stanu odżywienia azotem (N), fosforem (P) i potasem (K) dwunastu odmian (Arkadia, Sailor, Jantarka, Bamberka, Banderola, Julius, Ozon, Muszelka, Ostroga, Rokosz, Skagen i Smuga) pszenicy ozimej uprawianych w systemie

ekologicznym zlokalizowanym na doświadczeniu polowym założonym w 1994 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie), którego celem jest porównywanie różnych systemów produkcji roślinnej. Dodatkowo 4 odmiany: Sailor, Jantarka, Arkadia i Bamberka porównano z takim samymi odmianami uprawianymi w systemie konwencjonalnym. Badania prowadzono w 2014 r.

Metodyka badań

Do oceny stanu odżywienia NPK wykorzystano dwie metody: metodę przedziału krytycznego oraz Indeks NNI.

Metodę przedziału krytycznego zastosowano do oceny stanu odżywienia NPK odmian pszenicy ozimej w fazie strzelania w źdźbło (GS 32-35). Układ odniesienia stanowiły przedziały krytyczne opracowane przez Bergmanna, wynoszące dla N: 2,3-3,8%, dla P: 0,25-0,5% oraz dla K: 3,3-4,5 %.

Indeks Odżywienia Azotem – NNI (*Nitrogen Nutrient Index*) wykorzystano do oceny stanu odżywienia azotem odmian pszenicy ozimej w fazach: strzelanie w źdźbło (GS 32-35) oraz kłoszenie (GS 50-59). Indeks ten jest definiowany następująco:

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

gdzie:

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

N krytyczny - krytyczna zawartość azotu (%).

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

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

gdzie,

Y - krytyczna zawartość azotu ogólnego (%),

W - plon suchej masy w t/ha.

W celu oznaczenia w suchej masie badanych odmian pszenicy ozimej całkowitej zawartości N, P i K pobierano próby w czterech powtórzeniach w fazach: strzelanie w źdźbło (GS 32-35) oraz kłoszenie (GS 50-59). Dodatkowo w systemie ekologicznym w fazie strzelania w źdźbło (GS 32-35) pobrano materiał biologiczny chwastów, w którym oznaczono zawartość suchej masy oraz NPK.

Zgromadzony materiał roślinny pszenicy i chwastów po wysuszeniu do stanu powietrznie suchego poddano mineralizacji na drodze mokrej stężonym H_2SO_4 i perhydrolem. N i P oznaczono metodą spektrofotometrii przepływowej, natomiast K metodą emisyjnej

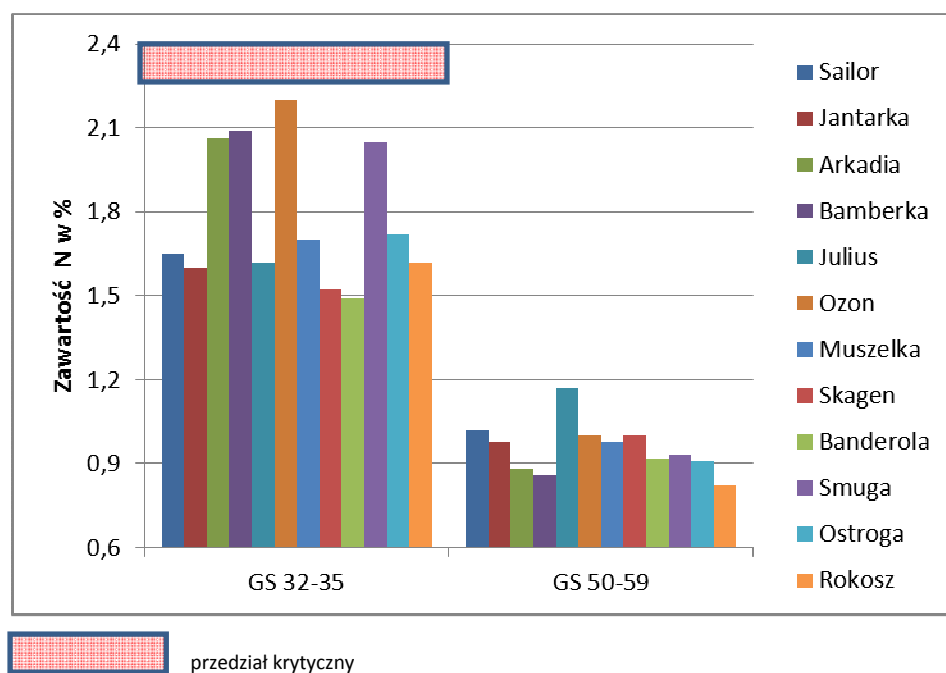
spektrometrii płomieniowej. Analizy wykonano w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych w Puławach.

Dodatkowo, w fazie strzelanie w źdźbło (GS 32-35) oceniono wielkość pobrania azotu, fosforu i potasu przez cztery odmiany pszenicy ozimej uprawiane w systemie ekologicznym w odniesieniu do ilości tych składników pobranych przez chwasty.

Wyniki

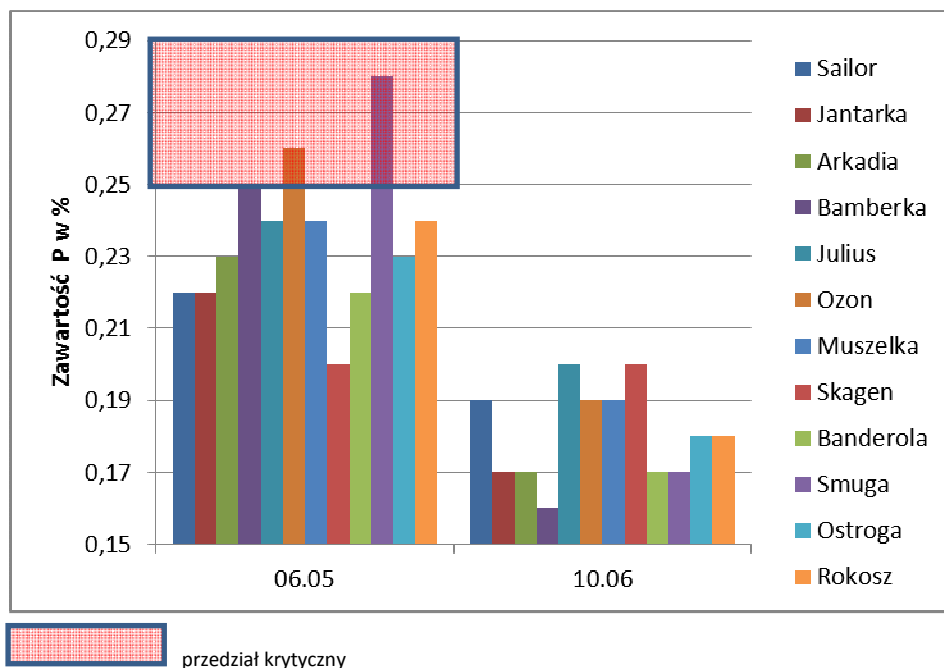
Ocena metodą przedziału krytycznego

Ocena stanu odżywienia azotem metodą przedziału krytycznego w fazie strzelanie w źdźbło (GS 32-35) pszenicy ozimej wykazała, że żadna z porównywanych odmian nie osiągnęła zawartości wskazującej na optymalne zaopatrzenie w ten składnik (rys. 2). Najwyższą koncentrację azotu w tej fazie wynoszącą ponad 2% odnotowano dla trzech słabo plonujących odmian: Ozon, Bamberka i Arkadia oraz dla najwyższej plonującej odmiany Smuga. Natomiast w fazie GS 50-59 zdecydowanie najwyższą zawartością azotu wynoszącą 1,17% charakteryzowała się wysoko plonująca odmiana Julius.



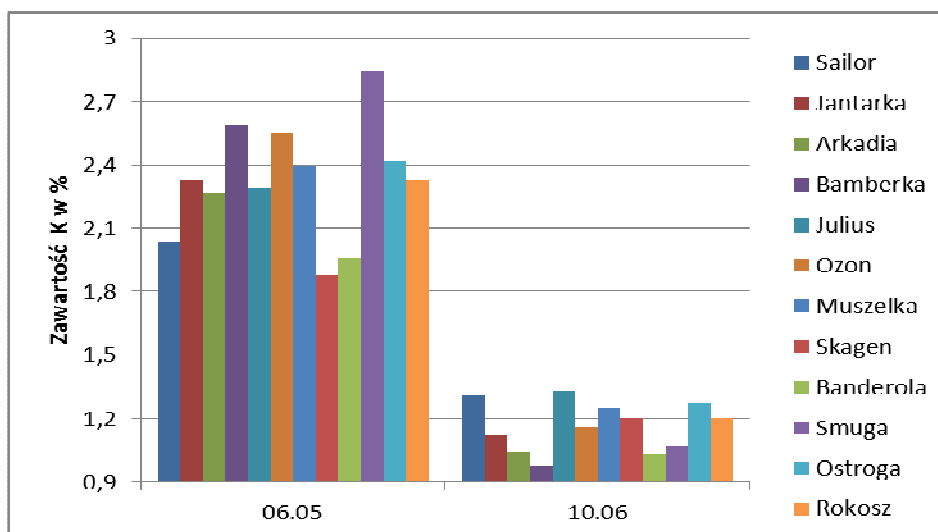
Rys. 2. Zawartość azotu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazie GS 32-35 i GS 50-59.

Ocena stanu odżywienia fosforem porównywanych odmian pszenicy ozimej w fazie strzelanie w źdźbło (GS 32-35) wykazała, że jedynie trzy odmiany charakteryzowały się optymalną zawartością tego składnika (rys. 3). Najwyższą koncentrację fosforu stwierdzono dla najwyższej plonującej odmiany Smuga. Nieco niższe, ale również optymalne, zawartości stwierdzono dla słabiej plonujących odmian Ozon i Bamberka. W fazie kłoszenia (GS 50-59) najwyższe zawartości fosforu odnotowano dla wysoko plonujących odmian Julius i Skagen.



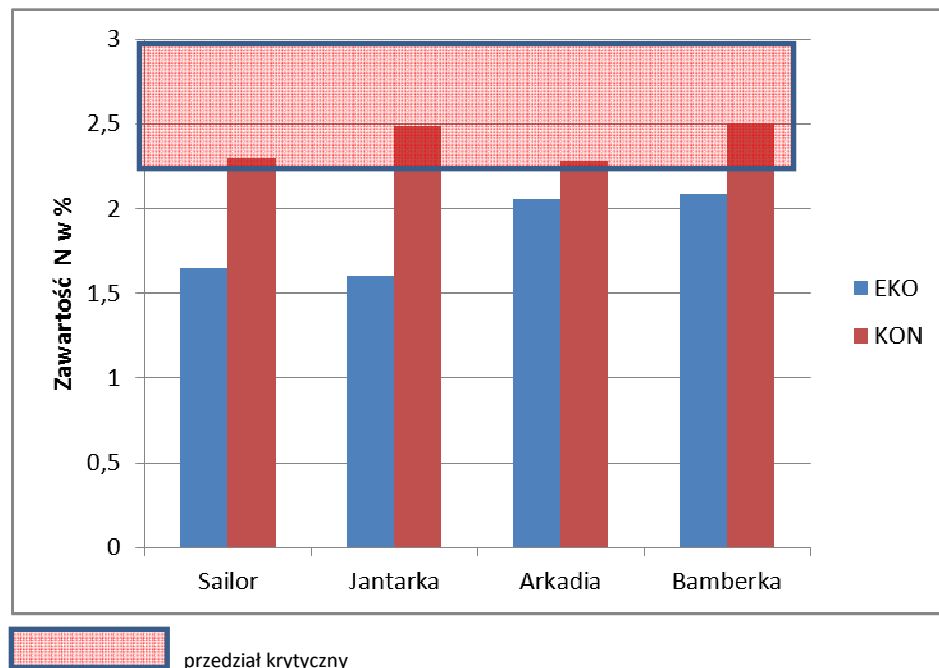
Rys. 3. Zawartość fosforu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazie GS 32-35 i GS 50-59.

Ocena stanu odżywienia potasem w fazie strzelanie w źdźbło (GS 32-35) pszenicy ozimej wykazała, że żadna z porównywanych odmian nie osiągnęła zawartości wskazującej na optymalny stan odżywienia tym składnikiem (rys. 4). Najwyższą koncentrację potasu w tej fazie wynoszącą 2,84% odnotowano dla najwyżej plonującej odmiany Smuga. Wysokiej zawartości potasu dla tej odmiany nie potwierdził jednak kolejny termin oznaczenia tego składnika. W fazie tej najwyższą zawartością potasu charakteryzowały się również dość wysoko plonujące odmiany Sailor i Julius.

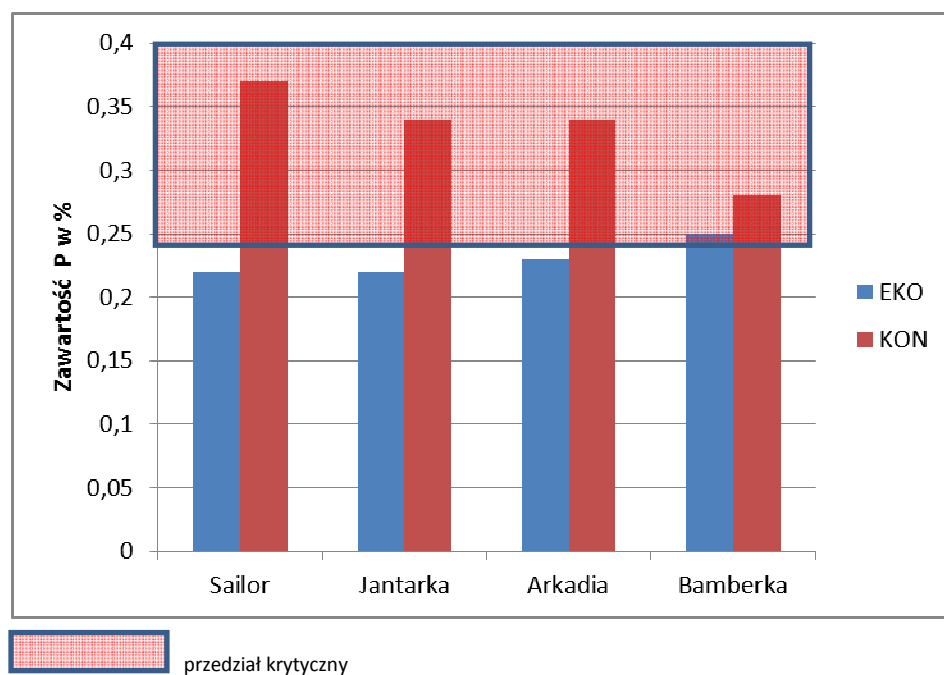


Rys. 4. Zawartość potasu w suchej masie dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazie GS 32-35 i GS 50-59.

Porównanie stanu odżywienia azotem, fosforem i potasem w fazie strzelania w źdźbło (GS 32-35) czterech odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym wykazało prawie dla wszystkich wariantów optymalny stan odżywienia w systemie konwencjonalnym (rys. 5-7). Jedynie koncentracja potasu dla odmiany Bamberka uprawianej w tym systemie nie mieściła się w zakresie przedziału krytycznego (rys. 7).

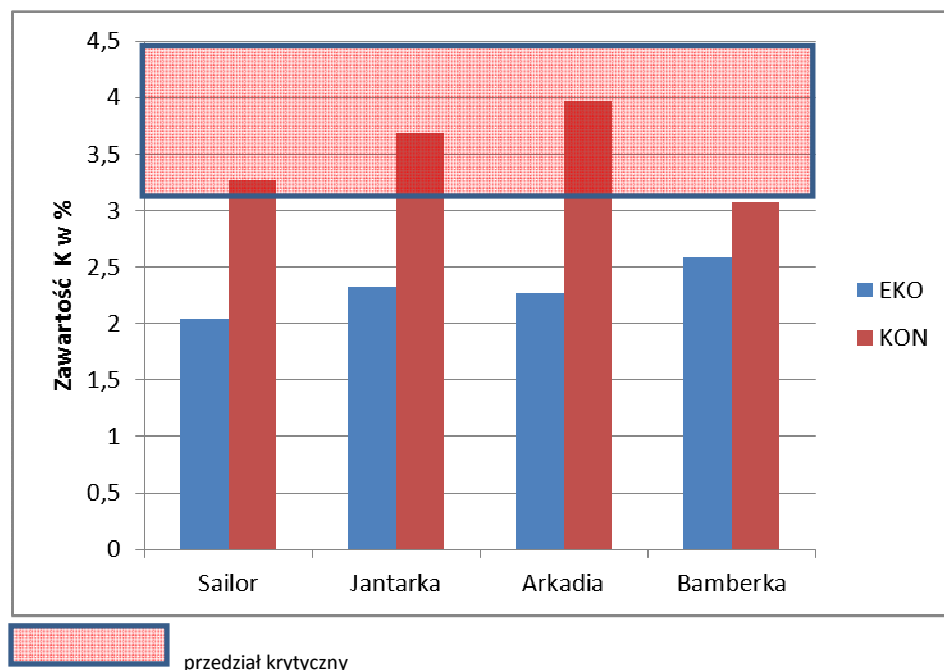


Rys. 5. Zawartość azotu w suchej masie czterech odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w fazie GS 32-35.



Rys. 6. Zawartość fosforu w suchej masie czterech odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w fazie GS 32-35

Natomiast w systemie ekologicznym, za wyjątkiem zawartości fosforu w odmianie Bamberka, koncentracje trzech makroelementów nie mieściły się w zakresach przedziałów optymalnych wyznaczonych dla tych składników (rys. 5-7).



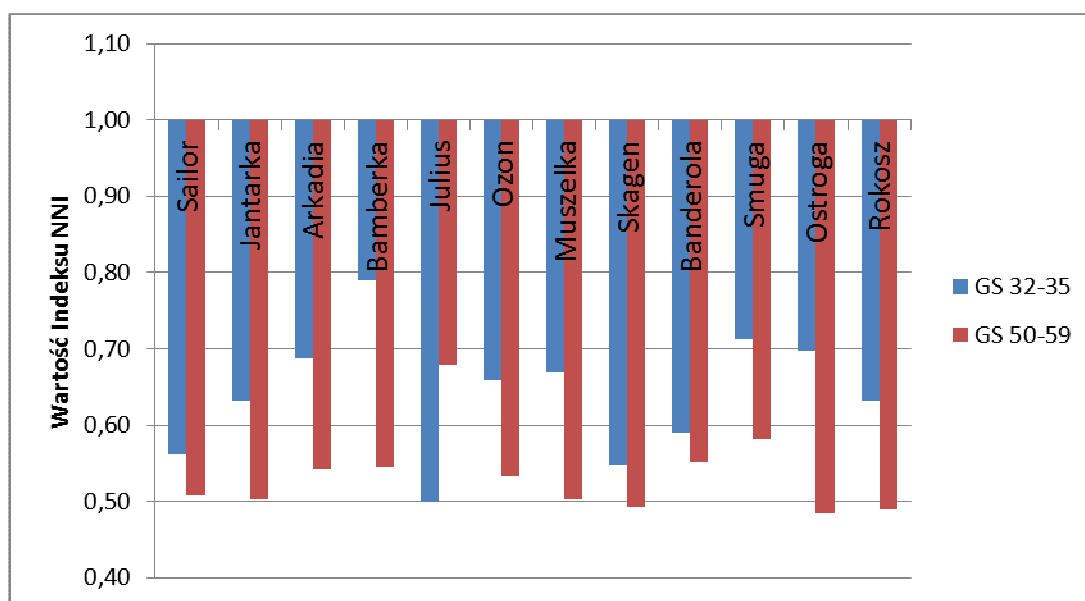
Rys. 7. Zawartość potasu w suchej masie czterech odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w fazie GS 32-35

Ocena testem NNI

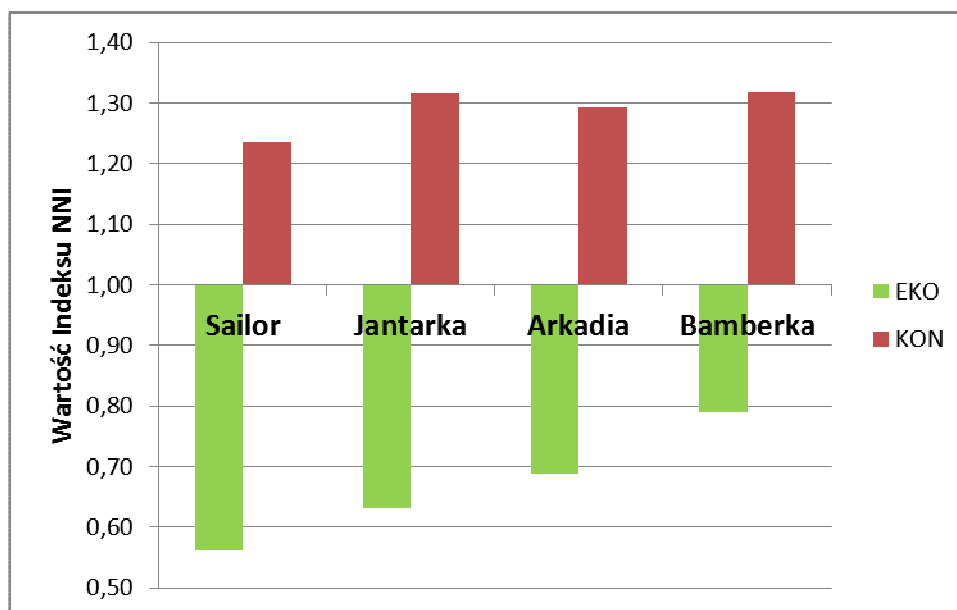
Ocena stanu odżywienia azotem testem NNI dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 32-35 oraz GS 50-59 wykazała dla wszystkich odmian i obu terminów deficytowy stan zaopatrzenia w ten składnik (rys. 8). Za wyjątkiem odmiany Julius większy deficyt notowano w fazie kłoszenia niż w fazie strzelania w źdźbło. Najmniej deficytowy stan odżywienia azotem w fazie GS 32-35 stwierdzono dla odmiany Bamberka, natomiast najbardziej deficytowy dla odmiany Julius. W fazie GS 50-59 najkorzystniejszym stanem odżywienia charakteryzowała się odmiana Julius, a największy niedobór odnotowano dla odmian Skagen, Ostroga i Rokosz.

Porównanie stanu odżywienia azotem testem NNI w fazie strzelania w źdźbło (GS 32-35) czterech odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym wykazało dla wszystkich wariantów optymalny, zbliżony do optymalnego lub nawet luksusowy stan odżywienia tym składnikiem w systemie konwencjonalnym (rys. 9-10). Wartości optymalne w tym systemie notowano głównie w fazie kłoszenia, natomiast stan luksusowy w fazie strzelania

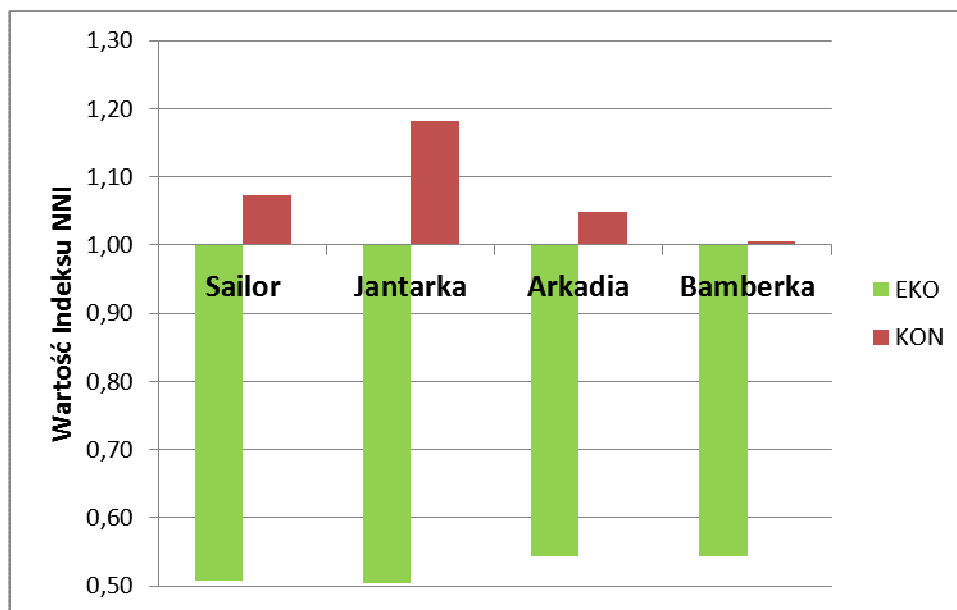
w żdźbło. Natomiast dla wszystkich wariantów w systemie ekologicznym notowano wyraźnie deficytowy stan odżywienia azotem.



Rys. 8. Wartość Indeksu NNI dla dwunastu odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 32-35 oraz w GS 50-59.



Rys. 9. Wartość Indeksu NNI dla czterech odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w fazie GS 32-35.



Rys. 10. Wartość Indeksu NNI dla czterech odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w fazie GS 50-59

Ocena wielkości pobrania azotu, fosforu i potasu przez pszenicę ozimą i chwasty

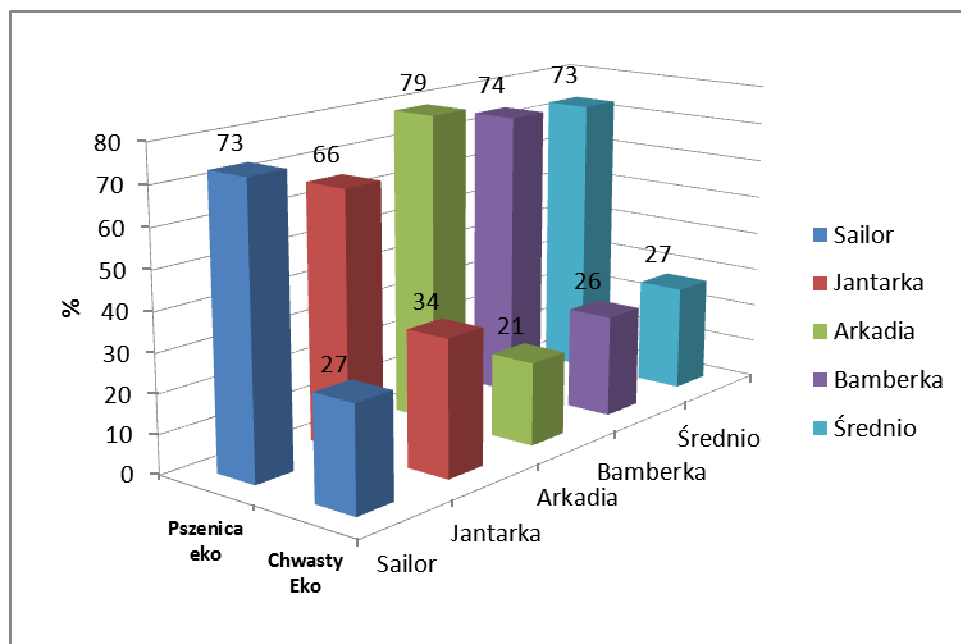
Dokonana w fazie strzelanie w źdźbło (GS 32-35) ocena wielkości pobrania azotu, fosforu i potasu przez cztery odmiany pszenicy ozimej uprawiane w systemie ekologicznym, w stosunku do ilości tych składników pobranych przez chwasty, wykazała duże zróżnicowanie w zależności od porównywanej odmiany i makroskładnika (rys. 11-12).

W przypadku azotu, średnio dla czterech odmian, chwasty miały 27 % udział w pobraniu tego składnika. Odmiana Jantarka charakteryzowała się najslabszą konkurencyjnością o zasoby azotu glebowego w stosunku do chwastów, ponieważ miały one aż 33% udział w jego pobraniu. Natomiast chwasty w przypadku odmiany Arkadia pobrały azotu najmniej, bo tylko 21%, w stosunku do całej puli tego składnika pobranego przez tą odmianę i chwasty jej towarzyszące (rys. 11).

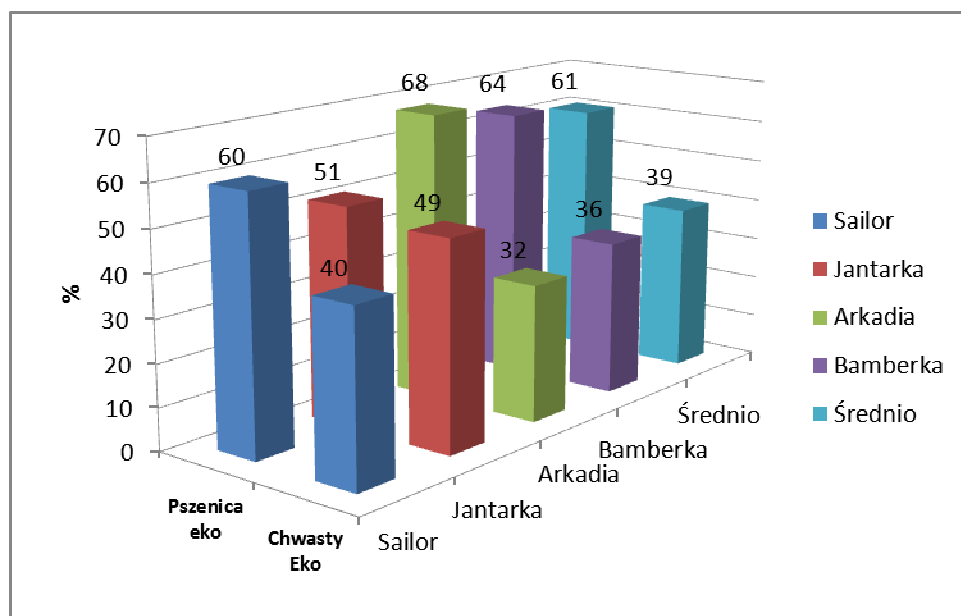
W przypadku fosforu, średnio dla czterech odmian pszenicy ozimej, chwasty miały znacznie większy niż dla azotu udział w pobraniu tego składnika wynoszący 39%. Podobnie jak w przypadku azotu odmiana Jantarka charakteryzowała się najslabszą konkurencyjnością o zasoby fosforu glebowego w stosunku do chwastów. W tym przypadku miały one aż 49% udział w jego pobraniu. Również podobnie jak dla azotu, chwasty miały najmniejszy udział w pobraniu fosforu, wynoszący 32%, dla odmiany Arkadia (rys. 12).

Spośród trzech uwzględnianych makroelementów chwasty miały największy udział w pobraniu potasu. Wynosił on średnio dla czterech odmian pszenicy ozimej aż 43%. Podobnie jak dla azotu i fosforu odmianą najmniej konkurencyjną o zasoby potasu glebowego w

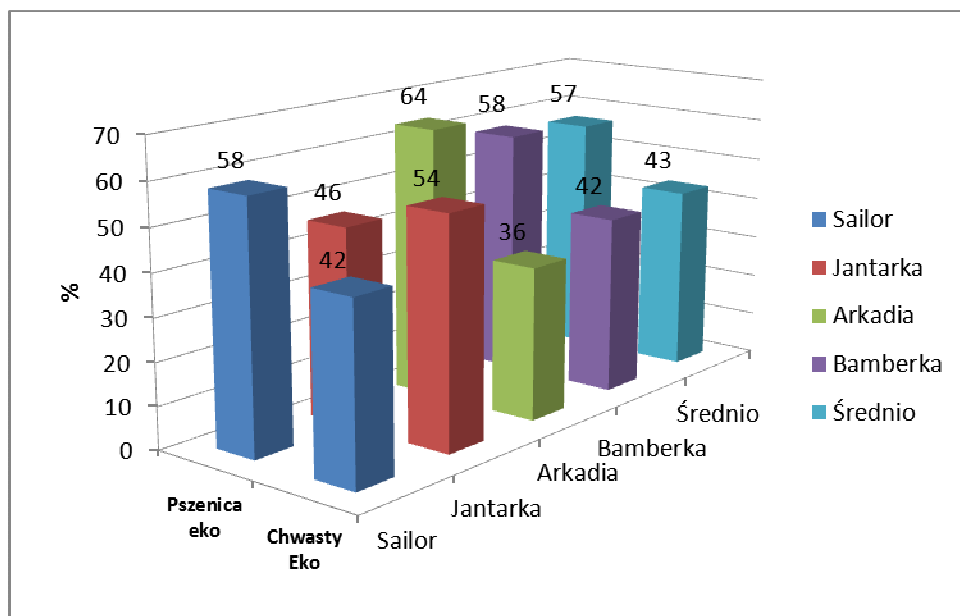
stosunku do chwastów była odmiana Jantarka. W jej przypadku chwasty miały większy procentowy udział w pobraniu potasu. Wyniósł on aż 54%. Odmianą najbardziej konkurencyjną o zasoby potasu glebowego była znów odmiana Arkadia. W jej przypadku chwasty miały 36% udział w całkowitym pobraniu potasu (rys. 13).



Rys. 11. Procentowy udział pobrania azotu przez cztery odmiany pszenicy ozimej i chwasty w systemie ekologicznym



Rys. 12. Procentowy udział pobrania fosforu przez cztery odmiany pszenicy ozimej i chwasty w systemie ekologicznym



Rys. 13. Procentowy udział pobrania potasu przez cztery odmiany pszenicy ozimej i chwasty w systemie ekologicznym

Wnioski

1. Ocena stanu odżywienia azotem i potasem metodą przedziału krytycznego w fazie GS 32-35 wykazała deficytowy stan zaopatrzenia w ten składnik dla wszystkich dwunastu porównywanych odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym.
2. Stan odżywienia fosforem odmian pszenicy ozimej w systemie ekologicznym oceniony metodą przedziału krytycznego w fazie GS 32-35 był optymalny dla odmian: Smuga, Ozon i Bamberka. W przypadku pozostałych dziewięciu odmian stwierdzono deficytowy stan zaopatrzenia w fosfor.
3. Ocena stanu odżywienia azotem testem NNI pszenicy ozimej w systemie ekologicznym w fazach GS 32-35 oraz GS 50-59 wykazała deficytowy stan zaopatrzenia w ten składnik dla wszystkich dwunastu porównywanych odmian.
4. Odmianą najbardziej konkurencyjną w stosunku do chwastów o zasoby azotu, fosforu i potasu glebowego była Arkadia, natomiast najmniej konkurencyjną odmiana Jantarka.

5.2. Ocena liczebności mikroorganizmów i aktywności enzymów biorących udział w przemianach fosforu w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym

Ilości pobieranego przez korzenie roślin fosforu zależą przede wszystkim od zasobności gleb w przyswajalne, czyli rozpuszczalne formy fosforanowe tego pierwiastka. W skomplikowanych przemianach związków fosforowych zachodzących w glebach bardzo ważnymi są dwa procesy: uruchamianie (rozpuszczanie) nierozpuszczalnych form P nieorganicznego oraz mineralizacja organicznych związków tego pierwiastka. W obydwu wymienionych procesach mikroorganizmy glebowe odgrywają bardzo istotną rolę. Na przykład, kwasy mineralne i organiczne wytwarzane przez bakterie i grzyby glebowe mogą istotnie przyczyniać się do rozpuszczania nieprzyswajalnych związków P, np. trójrzędowych fosforanów wapnia, natomiast enzymy drobnoustrojowe takie jak fitazy czy fosfatazy mają duże znaczenie w mineralizacji organicznych form P glebowego. Omawiane procesy są szczególnie ważne w przypadku uprawy roślin wg zasad rolnictwa ekologicznego, w którym wzbogacanie gleb w składniki odżywcze dla roślin odbywa się głównie poprzez stosowanie nawozów naturalnych i kompostów, bogatych w organiczne formy pierwiastków plonotwórczych.

Badania przeprowadzone w ramach niniejszego zadania miały na celu stwierdzenie czy:

- system uprawy (ekologiczny versus konwencjonalny) ma wpływ na występowanie w ryzosferze pszenicy ozimej drobnoustrojów rozpuszczających fosforany oraz na aktywność enzymów (fosfataz) biorących udział w przemianach fosforu organicznego,**
- odmiany pszenicy ozimej uprawiane w systemie ekologicznym różnią się pod względem liczebności mikroorganizmów fosforolitycznych i aktywności fosfataz w glebie ryzosferowej.**

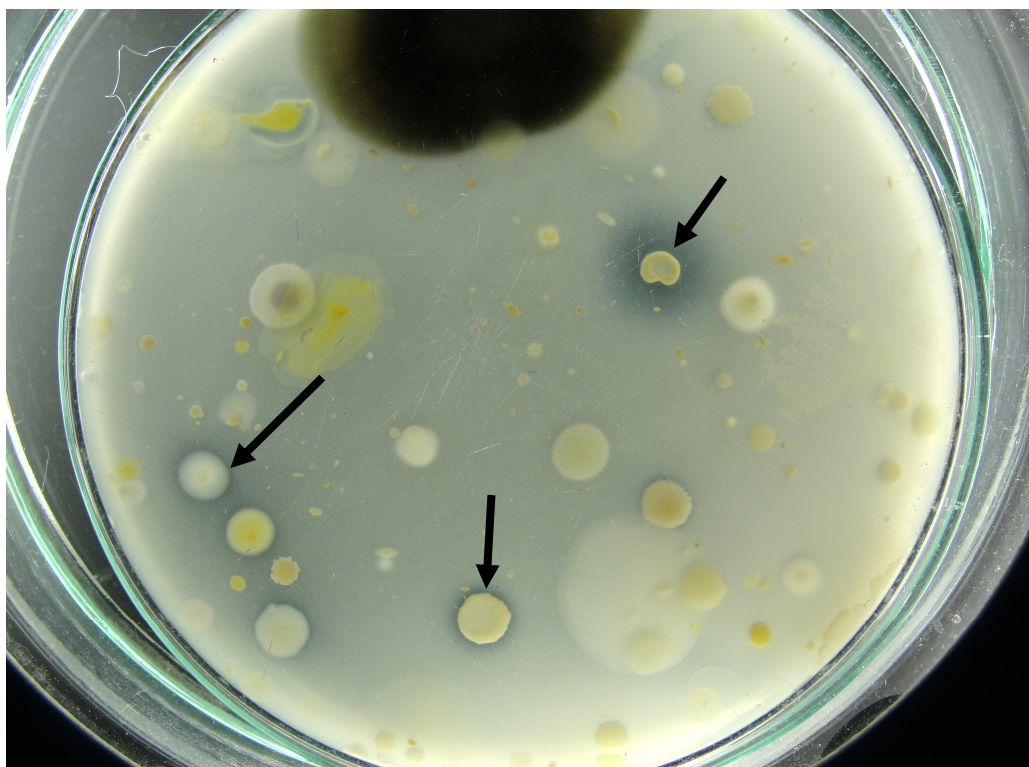
Wyniki tych badań mogą stanowić ważny element w kompleksowej ocenie przydatności różnych odmian pszenicy ozimej do uprawy w warunkach rolnictwa ekologicznego.

Metodyka

W maju oraz w lipcu 2014 roku pobrano próbki korzeni pszenicy wraz z przylegającą do nich glebą ryzosferową. Próbki do badań pochodziły z doświadczenia polowego zlokalizowanego w Osinach (rys. 1, tab. 1). Badaniami objęto 12 odmian (tab. 54 i 55)

pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym oraz dla porównania 4 odmiany uprawiane w systemie konwencjonalnym (intensywnym). W laboratorium otrząśniętą z korzeni glebę analizowano pod względem:

- liczebności drobnoustrojów rozpuszczających trójfosforan wapnia (Fot. 1) w pożywce agarowej zawierającej zawiesinę $(\text{Ca})_3(\text{PO}_4)_2$,
- aktywność dwóch enzymów: fosfatazy kwaśnej i fosfatazy zasadowej, z wykorzystaniem fosforanu p-nitrofenolu jako substratu tych enzymów,
- wilgotności gleby i jej odczynu (pH w wodzie).



Fot. 1. Mikroorganizmy rozpuszczające (strzałki) fosforan trójwapniowy.

Wyniki i dyskusja

Gleby pobrane z ryzosfery badanych odmian pszenicy charakteryzowały się podobnym odczynem (pH w wodzie), który wahał się w zakresie 6,0-6,4, jedynie gleba pod pszenicą odm. Bamberka w systemie konwencjonalnym miała odczyn bardziej kwaśny (pH = 5,4), prawdopodobnie z powodu przestrzennego zróżnicowania tej cechy środowiska glebowego. Gleby pobrane w maju były bardziej wilgotne niż gleby analizowane w lipcu i zawierały, odpowiednio, 9-11% i 7-9% wody. Generalnie, odczyn i wilgotność gleby nie były czynnikami ograniczającymi rozwój mikroorganizmów.

Cztery odmiany, tj. Arkadia, Bamberska, Jantarka i Sailor spośród 12 odmian pszenicy objętych badaniami, uprawiane były zarówno w systemie ekologicznym jak i w konwencjonalnym. Wyniki przedstawione w tabelach 54 i 55 wyraźnie wskazują, że warunkach ekologicznych gleba w ryzosferze tych odmian charakteryzowała się istotnie większą liczebnością mikroorganizmów i aktywnością fosfataz, niż gleba pochodząca z konwencjonalnej uprawy tych samych odmian. Różnice te stwierdzono zarówno na początku wiosennej wegetacji (analiza majowa), jak i pod koniec wegetacji (analiza lipcowa) badanych odmian pszenicy.

Uzyskane wyniki wskazują więc, że w glebie strefy korzeniowej pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym, zachodzi zjawisko stymulacji zarówno rozwoju bakterii i grzybów uzdolnionych do rozpuszczania nieprzyswajalnych form fosforanów, jak i aktywności enzymów z grupy fosfataz biorących udział w przemianach organicznych form fosforu. Procesy te przyczyniają się niewątpliwie do efektywniejszego pobierania przez rośliny pszenicy, a także prawdopodobnie innych roślin uprawnych, przyswajalnych form fosforu z gleby – co jest szczególnie ważne w przypadku rolnictwa ekologicznego, w którym nie stosuje się syntetycznych nawozów fosforowych.

Tabela 54. Liczebność (wartości w tabeli $\times 10^7$ g⁻¹s.m.gleby) drobnoustrojów rozpuszczających fosforan trójwapniowy w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Odmiana	Analiza - 05.2014		Analiza - 07.2014	
	Uprawa ekologiczna	Uprawa konwencjonalna	Uprawa ekologiczna	Uprawa konwencjonalna
Julius	12,3 a**		1,0 c	
KWS Ozon	11,0 a		1,0 c	
Muszelka	6,3 c		0,7 c	
Skagen	11,0 a		2,0 b	
Banderola	8,7 b		3,0 b	
Smuga	9,0 b		4,3 b	
Ostroga	9,3 b		1,0 c	
Rokosz	10,0 b		1,0 c	
Sailor*	11,3 a	8,8 a	1,7 b	1,2 b
Jantarka*	7,7 c	9,0 a	3,0 b	2,0 a
Arkadia*	10,3 b	8,2 ab	9,7 a	2,2 a
Bamberska*	14,0 a	7,7 b	2,7 b	2,0 a
Średnia*	10,8 a	8,4 b	5,9 a	2,3 b

* Średnia dla 4 odmian **Wartości w kolumnach z taką samą literą nie różnią się istotnie (alfa = 0,05)

Stwierdzono również istotne różnice pomiędzy odmianami pszenicy ozimej, zarówno jeżeli chodzi o liczebność drobnoustrojów fosforolitycznych jak i aktywność fosfataz w glebie ryzosferowej tych odmian (tabele 54 i 55). W maju największe liczebności ww. bakterii znajdowano w glebie ryzosferowej takich odmian jak: Bamberka, Julius, Sailor, Skagen i Ozon, a najmniejsze w ryzosferze odmian Muszelka i Jantarka. W lipcu również w glebie ryzosferowej odm. Arkadia stwierdzono dużą liczebność bakterii rozpuszczających fosforany, a najmniejszą ponownie w ryzosferze odm. Muszelka (tabela 54).

Aktywność fosfataz w glebie ryzosferowej porównywanych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym była mniej zróżnicowana niż liczebność drobnoustrojów. Najwyższą aktywnością fosfatazy kwaśnej i alkalicznej w próbkach gleb pobranych w maju i w lipcu charakteryzowały się na ogół odmiany Ostroga i Rokosz, a najniższą odmiany Smuga i Julius, ale tylko w terminie wiosennym (tabela 55). W późniejszej fazie wegetacji (lipiec) aktywność omawianych enzymów w glebie ryzosferowej odmian Smuga i Julius była wysoka, podobnie jak w przypadku pozostałych odmian pszenicy.

Tabela 55. Aktywność enzymów fosfatazy kwaśnej i zasadowej (μg p-nitrofenolu $\text{g}^{-1}\text{s.m.gleby}$) biorących udział w przemianach fosforu w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym

Odmiana	Analiza – 05.2014				Analiza – 07.2014			
	Fosfataza kwaśna		Fosfataza alkaliczna		Fosfataza kwaśna		Fosfataza alkaliczna	
	Uprawa ekologiczna	Uprawa konwencjonalna	Uprawa ekologiczna	Uprawa konwencjonalna	Uprawa ekologiczna	Uprawa konwencjonalna	Uprawa ekologiczna	Uprawa konwencjonalna
Julius	54,5 b**		32,0 b		91,2 a		46,0 b	
KWS Ozon	60,0 a		39,4 a		93,5 a		40,9 c	
Muszelka	59,5 a		38,5 a		89,1 ab		40,7 c	
Skagen	61,8 a		35,3 b		88,2 b		43,4 b	
Banderola	59,3 a		39,3 a		88,8 b		57,7 a	
Smuga	53,4 b		35,5 b		93,2 a		63,0 a	
Ostroga	62,8 a		41,2 a		89,8 ab		58,1 a	
Rokosz	57,2 ab		42,4 a		94,6 a		62,4 a	
Sailor*	61,8 a	45,1 b	34,3 b	20,6 a	89,6 ab	47,0 d	40,4 c	8,0 d
Jantarka*	63,5 a	44,8 b	31,8 b	19,0 a	91,5 a	83,5 a	41,1 c	13,2 c
Arkadia*	57,6 ab	42,2 b	34,3 b	21,1 a	93,9 a	54,9 c	41,5 c	18,0 b
Bamberka*	61,0 a	48,7 a	33,2 b	16,2 b	92,3 a	75,5 b	40,5 c	25,7 a
Średnia*	61,0 a	45,2 b	33,4 a	19,2 b	91,8 a	65,2 b	40,9 a	16,3 b

* Średnia dla 4 odmian **Wartości w kolumnach z taką samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Podsumowanie

1. Przeprowadzone badania wykazały, że w porównaniu do uprawy konwencjonalnej, gleba strefy korzeniowej porównywanych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym charakteryzuje się większą liczebnością bakterii i grzybów uzdolnionych do rozpuszczania nieprzyswajalnych form fosforanów, jak i wyższą aktywnością enzymów z grupy fosfataz, biorących udział w przemianach organicznych form fosforu. Stymulacja tych procesów przyczynia się niewątpliwie do efektywniejszego pobierania przez rośliny pszenicy przyswajalnych form fosforu z gleby – co jest szczególnie ważne w przypadku rolnictwa ekologicznego, w którym nie stosuje się syntetycznych nawozów fosforowych.
2. Stwierdzono również istotne różnice pomiędzy odmianami pszenicy ozimej uprawianymi w systemie ekologicznym, zwłaszcza pod względem liczebności drobnoustrojów fosforolitycznych w glebie ryzosferowej tych odmian. Na wiosnę (maj) największe liczebności ww. bakterii znajdowano w glebie ryzosferowej takich odmian jak: Bamberka, Julius, Sailor, Skagen i Ozon, a najmniejsze w ryzosferze odmian Muszelka i Jantarka. W lipcu również w glebie ryzosferowej odm. Arkadia stwierdzono dużą liczebność bakterii rozpuszczających fosforany, a najmniejszą ponownie w ryzosferze odm. Muszelka. Najwyższą aktywnością fosfatazy kwaśnej i alkalicznej w próbkach gleb pobranych w maju i w lipcu charakteryzowały się na ogół odmiany Ostroga i Rokosz, a najniższą odmiany Smuga i Julius, ale tylko w terminie wiosennym.

5.3. Zasiedlenie przez grzyby endomikoryzowe korzeni odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Oznaczenia stopnia zasiedlenia korzeni pszenicy przez grzyby endomikoryzowe przeprowadzono badaniem mikroskopowym próbek korzeni poszczególnych odmian pszenicy ozimej w dwóch terminach: termin I (faza początek strzelania w źdźbło), termin II (faza kłoszenia) sezonu wegetacyjnego (2014r). Z dostarczonych próbek korzeni pszenicy, po ich oczyszczeniu przy wykorzystaniu wody bieżącej, przygotowywano preparaty mikroskopowe korzeni barwione zmodyfikowaną metodą Philipsa i Haymana (1970) w której fragmenty korzeni odbarwione na gorąco roztworem zasady potasowej (10% KOH) traktuje się błękitem trypanowym (0,05%) co powoduje wybarwienie na niebiesko struktur grzybów

endomikoryzowych: strzępek, arbuskul i wezikul w tkance korzeniowej rośliny. Obecność lub brak tych struktur grzybowych w 50 polach widzenia stereomikroskopu obejmujących fragmenty korzeni, co pozwala oszacować procentowe zasiedlenie korzeni przez grzyby endomikoryzowe wg wzoru: liczba fragmentów skolonizowanych / 50 fragmentów korzeni x 100.

Tabela 56. Zasiedlenia korzeni pszenicy ozimej przez grzyby endomikoryzowe

ODMIANA	Zasiedlenia korzeni pszenicy ozimej [%]	
	I termin	II termin
System ekologiczny		
Arkadia	51	64
Bamberka	50	61
Banderola	55	63
Jantarka	43	55
Julius	43	52
KWS Ozon	51	66
Muszelka	55	68
Ostroga	42	50
Rokosz	43	brak danych
Sailor	40	61
Skagen	50	63
Smuga	44	53
System konwencjonalny		
Arkadia	53	61
Jantarka	44	55
Sailor	39	44

Zasiedlenie korzeni poszczególnych odmian pszenicy ozimej próbek pobranych w I terminie było zróżnicowane w zakresie od 40% (odm. Sailor) do 55% (odm. Banderola i Muszelka) w uprawie ekologicznej i podobnie w uprawie konwencjonalnej – od 39% (odm. Sailor) do 53% (odm. Arkadia). Podobne zróżnicowanie stopnia zasiedlenia grzybami endomikoryzowymi stwierdzono w próbkach pobranych w drugim (II) terminie – od 50% (odm. Ostroga) do 64% (odm. Arkadia) (tab. 56). Zakładając, że warunki glebowe i uprawowe były zbliżone dla wszystkich odmian pszenicy w doświadczeniu polowym, można przypuszczać że różnice w poziomie zasiedlenia powyżej 10% mogą być efektem właściwości odmianowej roślin – większej mikotroficzności (zdolności nawiązywania symbiozy) jako pochodnej właściwości fizjologicznych lub budowy systemu korzeniowego danej odmiany. Wzrost stopnia zasiedlenia korzeni przez grzyby endomikoryzowe obserwowany w czasie wegetacji (por. oznaczenia z I i II terminu) stwierdzono u wszystkich odmian i różnica wynosiła zwykle ponad 10%, przy czym w odmianie Sailor w uprawie ekologicznej była najwyższa i wyniosła ponad 20%, zarazem u tej odmiany pszenicy w uprawie konwencjonalnej nastąpił jedynie 5% wzrost poziomu zasiedlenia korzeni. Nie jest wykluczone, że

zaobserwowane różnice mogą być związane z warunkami uprawy (np. poziomem nawożenia) oddziałującymi na aktywność grzybów mikoryzowych w zasiedlaniu korzeni danej odmiany pszenicy.

Podsumowanie

Badania wykonane w 2014 r. obejmujące 12 odmian pszenicy ozimej wskazują na różnice w plonowaniu testowanych odmian w zależności od lokalizacji doświadczeń. Uzyskane wyniki pozwoliły jednocześnie zaobserwować istotne różnice w reakcji odmian na czynniki ograniczające produktywność: zachwaszczenie i porażenie przez patogeny grzybowe. W bieżącym roku jedynie odmiana Smuga niezależnie od uwarunkowań siedliskowych znajdowała się w grupie odmian o największych plonach. Dodatkowo na ziarnie odmiany Smuga identyfikowano mniej grzybów z rodzaju *Fusarium* spp.

Istotnym z punktu widzenia przydatności odmian do uprawy w gospodarstwach ekologicznych jest ich zdolność do pobierania składników pokarmowych, w tym możliwość konkurencji o składniki pokarmowe z florą segetalną. Uzyskane wyniki dotyczące stanu odżywienia pszenicy ozimej wskazują z jednej strony na różnice między odmianami w stanie odżywienia z drugiej na deficyt - głównie w zakresie odżywienia azotem. Obserwacja ta udokumentowana zamieszczonymi w sprawozdaniu wynikami oraz wcześniejsze obserwacje autorów wskazują na konieczność poszukiwania metod poprawy stanu odżywienia zbóż w uprawie ekologicznej. Zagadnienie to należy do podstawowych w kontekście poprawy produktywności i jakości zbóż.

W roku 2014 po raz pierwszy podjęto próbę oceny zdolności odmian pszenicy ozimej do współdziałania z mikroorganizmami poprzez mechanizm mikoryzy i stymulowania rozwoju mikroorganizmów zasiedlających ryzosferę. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że oceniane odmiany wykazują w tym zakresie istotne zróżnicowanie. Stwierdzono ponadto istotne różnice pomiędzy systemami produkcji w zasiedleniu ryzosfery korzeni pszenicy ozimej zespołami mikroorganizmów biorących udział w przemianach organicznych form fosforu. Uzyskane wyniki analiz mikrobiologicznych mogą stanowić istotny element oceny odmian i ich przydatności w produkcji ekologicznej.

Wypracowanie bardziej szczegółowych zaleceń i wytycznych dla praktyki, w tym opracowanie listy odmian rekomendowanych do uprawy w gospodarstwach ekologicznych, wymaga kontynuacji badań.