

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
nr JPR.re.027.3.2020 (pozycja 1) z dnia 8 kwietnia 2020 r.



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

Sprawozdanie z zadania badawczego pt.

**Ocena przydatności nowych odmian zbóż do uprawy
w rolnictwie ekologicznym.**

(Badania nad doborem odmian zbóż ozimych: pszenicy, żyta, pszenżyta).

Koordinator badań: dr hab. Krzysztof Jończyk

Zespół badawczy:

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

Główny Księgowy IUNG - PIB

Dyrektor IUNG – PIB

.....

.....

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA
I GLEBOZNAWSTWA-PAŃSTWOWY
INSTYTUT BADAWCZY
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
NIP 7160004281
Regon 000079295

Puławy 2020

Wstęp

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, od wielu lat prowadzi badania i realizuje projekty dotyczące opracowania zasad organizacji produkcji roślinnej oraz doskonalenia agrotechniki w rolnictwie ekologicznym. W ostatnich latach zespół IUNG – PIB koncentruje się na badaniach związanych z oceną najnowszych odmian zbóż jarych i ozimych do produkcji ekologicznej oraz kompleksowej ocenie jakościowej ziarna i jego przydatności w przemyśle piekarniczym i makaronowym. Realizacji tego celu służy wdrożony we współpracy z COBORU program oceny odmian pod nazwą - **Ekologiczne Doświadczalnictwo Odmianowe (EDO)**.

Rzecz systemu EDO stwarza podstawę do współpracy z wieloma interdyscyplinarnymi zespołami w innych ośrodkach naukowych i uczelniach. Zadanie badawcze zrealizowane w roku 2020 stanowią kontynuacją prac związanych z oceną przydatności odmian zbóż dla rolnictwa ekologicznego i doskonaleniem systemu EDO. Należy podkreślić, że system Ekologicznego Doświadczalnictwa Ekologicznego (EDO) jest jedynym instytucjonalnym systemem oceny odmian dla potrzeb rolnictwa ekologicznego. Istotnym elementem funkcjonowania systemu i sieci doświadczeń EDO jest możliwość prowadzenia szczegółowych badań i współpracy ukierunkowanych na rozwiązywanie problemów rolnictwa ekologicznego m.in. z zakresu kształtowania jakości surowców ekologicznych, wypracowania innowacyjnych metod ochrony roślin. Obiekty doświadczalne spełniają jednocześnie funkcję demonstracyjną oraz stanowią bazę do wymiany informacji między firmami hodowlanymi, gospodarstwami nasiennymi i producentami.

Istotą Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego jest m.in:

- **baza badawcza** w postaci stałych pól eksperymentalnych prowadzonych zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego, lokalizacja punktów doświadczalnych z uwzględnieniem optymalnych warunków do uprawy najważniejszych gatunków roślin uprawnych (organizacja bazy badawczej umożliwia testowanie odmian z różnych grup roślin (zboża jare, zboża ozime, okopowe, bobowate);
- **opracowanie spójnej metodyki** badań obejmującej m.in. zakładanie doświadczeń, prowadzenie obserwacji, ocenę występowania i nasilenia czynników ograniczających plonowanie, dokumentację wyników.

Istotną przesłanką za prowadzeniem badań nad doborem odmian do uprawy w gospodarstwach ekologicznych jest **ograniczona dostępność do materiału nasiennego w jakości ekologicznej**. Funkcjonujące na rynku polskim firmy nasienne to głównie producenci zagraniczni oferujący nasiona warzyw. Powszechną praktyką jest stosowania odstępstw od wymogu stosowania ekologicznego materiału siewnego i wysiew nasion niekwalifikowanych. Ocenia się, że jedynie 15 % rolników stosuje wysokiej jakości materiał kwalifikowany. Taka praktyka powoduje mniejszą wydajność i zwiększa ryzyko upraw. Upowszechnienie informacji o korzyściach z uprawy odmian sprawdzonych w systemie EDO z jednej strony jest działaniem w kierunku poprawy wydajności w gospodarstwach ekologicznych produkujących zboża z drugiej może przyczynić się do rozwoju rynku ekologicznej produkcji nasiennej.

Warunki i zakres prowadzonych badań

W roku 2020 (drugim roku cyklu badań) podobnie jak w 2019 r. doświadczenia z każdym gatunkiem zlokalizowane były **w sześciu miejscowościach**:

- Pszenica ozima - Osiny woj. lubelskie gospodarstwo IUNG – PIB– RZD Kępa, Grabów woj. mazowieckie – gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB, Chomentowo woj. podlaskie – indywidualne gospodarstwo ekologiczne, Skołoszów woj. podkarpackie - SDOO COBORU, Węgrzce – woj. małopolskie SDOO COBORU, Tarnów woj. dolnośląskie – SDOO COBORU;
- Pszenżyto ozime – Osiny woj. lubelskie gospodarstwo IUNG – PIB– RZD Kępa, Grabów woj. mazowieckie – gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB, Szepietowo woj. podlaskie – PODR, Skołoszów woj. podkarpackie – SDOO COBORU, Węgrzce – woj. małopolskie SDOO COBORU, Tarnów woj. dolnośląskie – SDOO COBORU;
- Żyto — Osiny woj. lubelskie gospodarstwo IUNG – PIB RZD Kępa, Grabów woj. mazowieckie – gospodarstwo ekologiczne IUNG – PIB, Szepietowo woj. podlaskie – PODR, Krzyżewo – woj. podlaskie SDOO COBORU, Łučníerz – woj. łódzkie SDOO COBORU, Śrem Wójtostwo – woj. wielkopolskie SDOO COBORU.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów doświadczalnych ze zbożami ozimymi w ramach sieci Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego (EDO) w 2019 r.

(kolor zielony – punkty nadzorowane przez IUNG-PIB, kolor pomarańczowy – punkty nadzorowane przez COBORU)

Zadania badawcze realizowane w 2020 r.

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

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

Przebieg warunków meteorologicznych w sezonie wegetacji zbóż ozimych 2019/2020 charakteryzował się łagodnym przebiegiem w okresie jesienno-zimowym, w okresie tym nie odnotowano uszkodzeń mrozowych i przerzedzenia zasiewów. Od ruszenia wegetacji wiosną do końca maja temperatura powietrza na większym obszarze Polski była niższa od notowanej w wieloleciu o 1 do 2,5 °C., a w wybranych rejonach (woj. mazowieckie, podlaskie, lubelskie) nawet o ponad 2,5°C. Opady w większej części punktów doświadczalnych nie odbiegały od normy. W pierwszej i drugiej dekadzie czerwca sytuacja termiczna uległa poprawie co przyspieszyło wegetację roślin, wyższe temperatury notowano w szerokim pasie Polski środkowej. W pierwszej dekadzie od 14 do 16°C, a w drugiej od 19,5 do ponad 20,5°C. W rejonach gdzie zlokalizowano doświadczenia nie odnotowano niedoborów opadów. Na obszarze województw podkarpackiego, małopolskiego i części lubelskiego pod koniec wegetacji wystąpiły opady burzowe powodując wyleganie zbóż i utrudnienia w ich zbiorze.

Tab. 1. Charakterystyka warunków siedliskowych doświadczeń ze zbożami ozimymi

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

Tab. 2. Średnie miesięczne temperatury i sumy opadów w 2019/2020 r.

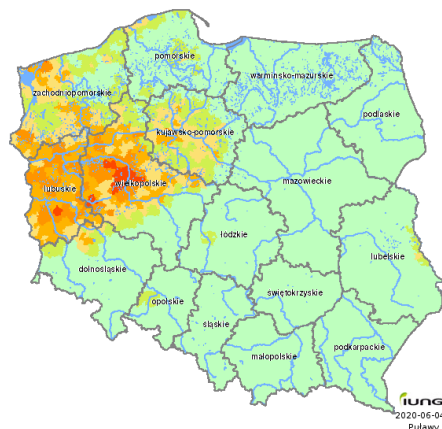
Miesięczne sumy opadów

Miejscowość	Miesiąc											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Osiny	59,1	41,0	30,0	54,8	36,8	61,2	25,3	11,9	112,7	189,5	49,8	70,1
Grabów	56,1	33,0	32,4	61,4	29,8	55,7	20,0	15,6	76,5	157,8	38,3	69,0
Chomentowo	29,5	49,5	18,4	34,5	29,2	24,1	22,1	3,3	85,0	18,8	24,4	102,2
Tarnów	44,2	30,9	30,4	20,7	12,1	47,5	18,5	12,8	68,2	164,2	39,1	132,4
Węgrzce	81,4	41,8	38,9	19,5	14,7	42,6	14,4	7,2	135,0	109,2	77,6	79,0
Skołoszów	33,7	37,9	51,5	57,4	14,2	54,3	27,3	17,5	122,6	125,0	85,7	89,2
Krzyżewo	48,6	26,3	19,1	35,5	24,5	35,6	22,7	4,0	54,7	127,4	75,1	87,7

Śrem Wójtostwo	67,8	12,8	50,8	15,0	25,0	66,0	20,4	4,0	51,4	63,4	62,0	74,4
Lućmierz	102,6	32,1	13,5	25,7	31,8	67,8	21,9	5,4	93,0	166,9	72,5	103,5

Średnia miesięczna temperatura powietrza

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



okresy: od 1.IV do 31.V



od 21.V do 20.VII



od 1.VI do 31.VII

Udział gleb zagrożonych suszą

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

Rys. 1. Zasięg suszy w roku 2020 – zboża ozime

Źródło: System Monitoringu Suszy Rolniczej, IUNG – PIB Puławy

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

Podstawowym celem zadania badawczego było porównanie plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej w różnych warunkach siedliskowych oraz ocena występowania i nasilenia czynników ograniczających plon: chorób grzybowych i zachwaszczenia. Do badań wybrano odmiany uwzględniając przyjęte wstępne kryteria m.in.: typ odmiany (E - elitarne, A - jakościowe, B - chlebowe), odporność na choroby grzybowe głównie liści i kłosów, mrozoodporność, wysokość, zróżnicowanie morfologiczne, rok wpisania do krajowego rejestru. W sezonie wegetacji 2019/20 poddano ocenie zestaw 16 odmian pszenicy ozimej.

1.1. Plonowanie pszenicy ozimej

W roku 2020 (drugim roku cyklu badań) oceniano ten sam zestaw 15 odmian populacyjnych i jednej mieszańcowej – Hybery. Badania prowadzono w różnych rejonach kraju z uwzględnieniem zróżnicowanych warunków glebowych (gleb kompleksu żytniego bardzo dobrego i kompleksów pszennych bardzo dobrego, dobrego i wadliwego). Doświadczenia zakładano na wydzielonym polu, prowadzonym zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego i umożliwiającym wysiew pszenicy po dobrym przedplonie (tab. 1).

Analiza serii sześciu doświadczeń wykazała istotną interakcję warunków siedliskowych i odmian (tab.2). Uzyskane wyniki wskazują, że rekomendacja dotycząca wyboru odmian powinna uwzględniać ich rejonizację.

Tabela 2. Analiza wariancji serii doświadczeń z pszenicą ozimą

Punkt	L. powt.	NIR	NIR %	Wsp. zgodności	Średnia
Tarnów	4	5.19	6.24	0.92	83.08
Węgrzce	4	2.9	6.26	0.83	46.26
Skołoszów	4	4.87	8.3	0.86	58.65
Grabów, IUNG Puławy	4	7.41	17.3	0.83	42.87
Osiny RZD, IUNG-PIB	4	9.85	18.61	0.76	52.9
Chomentowo	4	2.1	3.95	0.62	53.06

Źródło zmienności	St. swobody	Suma kw.	Średnie kw.	Stat F-obl	IST	F0.05	F0.01
Błąd odtworzony	258	1114	4.32				
Całkowita	95	22599.7	237.89				
Interakcja	75	2656.6	35.42	8.2	**	1.34	1.51
Miejscowości	5	16416.7	3283.34				
Odmiany	15	3526.4	235.1	6.64	**	1.8	2.29

W roku 2020, niezależnie od odmiany plony w poszczególnych miejscowościach kształtowały się w granicach 42,9 – 83,1 dt*ha⁻¹. Największe plony uzyskano w doświadczeniach założonych na glebach pszennych, w Tarnowie (woj. dolnośląskie, gleby kompleksu 2) – 83,1 dt*ha⁻¹ i Skołoszowie (woj. podkarpackie, gleby kompleksu 1) – 58,7 dt*ha⁻¹. W Węgrzcach (woj. małopolskie) pomimo dobrych warunków siedliskowych (gleby kompleksu 3) pszenica plonowała na poziomie – 45,7 dt*ha⁻¹. Niższą wydajność pszenicy w tej miejscowości wiązać należy z założeniem doświadczenia po pszenicy jarej i większym nasileniem chorób grzybowych głównie septoriozy. W warunkach gleb słabszych należących do kompleksu żytniego bardzo dobrego pszenica plonowała niżej, w Grabowie (woj. mazowieckie) – 42,9 dt*ha⁻¹, Chomentowie (woj. podlaskie) – 53,1 dt*ha⁻¹, Osinach (woj. lubelskie) – 52,9 dt*ha⁻¹ (tab. 3). W doświadczeniach założonych na glebach należących do kompleksów pszennych mniejsza liczba odmian niż na glebach kompleksu 4 uzyskiwała plony powyżej wzorca (wartości średniej z wszystkich odmian). W grupie tej znalazły się, tak jak w 2019 r.: **Hondia, Formacja, Euforia, RTG Kilimanjaro i Hybery**. Na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego w grupie odmian plonujących wyżej od wzorca znalazły się **Formacja i Hybery** oraz dodatkowo: **Owacja, Plejada, Artist i Delawar**. W zależności od lokalizacji doświadczenia odmiany populacyjne plonowały wyżej od wzorca o 1-16%, a odmiana hybrydowa Hybery o 2 – 21%. Odmiana Formacja uzyskiwała plony powyżej średniej we wszystkich doświadczeniach i kształtowały się one na glebach pszennych od 5,04 dt*ha⁻¹ w Węgrzcach (woj. małopolskie) do 84,6 dt*ha⁻¹ w Tarnowie (woj. dolnośląskie).

Spośród ocenianych odmian Plejada plonowała powyżej wzorca jedynie na glebach kompleksu 4 uzyskując w tych warunkach wydajność w zakresie 45,5 – 67,3 dt*ha⁻¹. Uzyskane wyniki wskazują, że odmiana ta może uzyskiwać wysokie i stabilnie plony w gorszych warunkach glebowych. Cechą charakterystyczną dla tej odmiany była zdolność wytworzenia na słabszych glebach ziarna o mtz w zakresie 44,6-47,3 g.

Odmianą lepiej plonującą jedynie na glebach pszennych była Euforia uzyskując w tych warunkach wydajność w granicach 52,7 -85,4 dt*ha⁻¹ (tab. 3.).

Spośród ocenianych odmian najmniejsze plony we wszystkich miejscowościach uzyskała Ostka Gruboziarnista Grodkowicka. Wydajność tej odmiany była mniejsza od wzorca i w zależności od lokalizacji doświadczenia kształtowała się w zakresie 23,9 – 47,3 dt*ha⁻¹ (40-90% wzorca). Odmiana ta charakteryzuje się jednak bardzo dobrymi parametrami jakościowymi i wykazuje dobrą konkurencyjność w stosunku do chwastów. Cechy te mogą predestynować tę odmianę, pomimo małej wydajności, do uprawy w warunkach gospodarstw ekologicznych.

Tabela 3. Plonowanie odmian pszenicy ozimej – rok 2020

Odmiana	Osiny			Chomentowo			Grabów			Tarnów			Węgrzce			Skotyszów		
	Plon [dt*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [dt*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [dt*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [dt*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [dt*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]	Plon [dt*ha ⁻¹]	Obsada kłosów [szt.*m ⁻²]	Masa 1000 ziaren [g]
<i>Hondia</i>	46,6	401	43,8	49,2	419	43,8	36,6	322	42,9	85,4	728	51,9	47,3	brak	51,3	59,0	678	40,1
<i>Formacja</i>	55,6	439	37,9	53,6	461	42,6	45,9	375	40,5	84,6	770	43,0	50,4	-	40,7	62,9	607	33,2
<i>Euforia</i>	50,2	467	41,3	48,0	434	42,1	42,7	344	40,6	85,4	738	47,1	52,7	-	48,7	69,3	719	40,2
<i>RGT Kilimanjaro</i>	51,6	484	42,0	54,1	511	48,2	46,1	402	42,2	88,6	735	51,1	53,6	-	46,7	66,8	810	39,4
<i>Comandor</i>	48,7	493	35,4	53,4	441	49,4	40,9	365	41,1	91,6	818	46,1	44,3	-	47,8	65,8	969	33,8
<i>Owacja</i>	58,2	445	39,6	56,2	485	40,6	47,8	369	42,1	81,4	788	40,6	48,3	-	47,5	65,0	754	37,2
<i>Plejada</i>	67,3	421	44,6	55,5	427	46,6	45,5	391	47,3	80,8	705	51,2	43,2	-	45,7	57,2	508	40,5
<i>Artist</i>	59,5	446	43,2	54,5	396	49,5	43,1	317	40,6	76,6	720	51,9	50,0	-	48,4	64,1	691	39,2
<i>Tytanika</i>	47,1	504	32,9	49,3	522	33,1	43,6	369	40,6	79,4	805	47,5	42,3	-	45,4	60,0	642	29,8
<i>Medalistka</i>	54,8	419	41,1	59,2	378	46,8	41,8	314	42,5	92,1	765	54,5	46,6	-	48,9	48,9	473	37,7
<i>Bonanza</i>	51,1	450	34,9	52,0	432	48,6	40,8	332	40,3	84,8	778	49,3	43,3	-	49,4	60,3	893	32,4
<i>KWS Spencer</i>	52,4	442	41,2	54,4	424	40,8	39,7	334	41,7	87,9	708	57,5	43,4	-	50,4	60,4	920	39,4
<i>Delawar</i>	55,4	453	37,0	54,2	465	40,5	44,9	306	40,8	89,1	755	49,8	41,8	-	41,7	60,9	714	34,4
<i>Ostka Grub. Grod.</i>	36,4	388	42,2	47,3	380	44,5	31,7	337	41,3	35,9	810	47,9	30,9	-	48,6	23,9	685	39,5
<i>Hybery</i>	59,3	447	39,0	56,2	437	36,0	49,0	361	40,9	100,3	708	48,1	54,7	-	47,4	59,4	573	34,9
<i>RGT Bilanz</i>	52,2	399	42,1	51,8	425	43,7	46,0	335	41,8	85,6	693	47,4	47,4	-	45,1	54,5	633	39,3
Średnio	52,9	444	39,9	53,1	440	43,6	42,9	348	41,7	83,1	751	49,3	46,3	-	47,3	58,7	713	37,0
<i>NIR_{0,05}</i>	<i>9,85</i>			<i>2,10</i>			<i>7,41</i>			<i>5,19</i>			<i>2,90</i>			<i>4,87</i>		

1.2. Ocena konkurencyjności w stosunku do chwastów różnych odmian pszenicy ozimej w ekologicznym systemie gospodarowania

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

Metodyka badań

Ocena zachwaszczenia odmian pszenicy obejmowała oznaczenia liczebności oraz powietrznie suchej masy chwastów w 2 fazach: krzewienia i dojrzałości woskowej. Analizy wykonywano na powierzchniach próbnych $0,5 \text{ m}^2$, wyznaczonych przy pomocy ramki, w 3 powtórzeniach dla każdej odmiany.

Analizy biometryczne wysokości i rozkrzewienia wykonywano na 30 roślinach, w 3 powtórzeniach dla każdej odmiany. Obsada roślin i sucha masa części nadziemnych pszenicy były określone z powierzchni 1 m^2 , w 3 powtórzeniach. Analizy biometryczne wykonywano w 2 fazach: krzewienia oraz dojrzałości woskowej.

Wyniki badań

Ocena zachwaszczenia pszenicy ozimej przeprowadzona w gospodarstwie ekologicznym IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie) wykazała umiarkowany poziom zachwaszczenia łąnów badanych odmian. Wiosną, w fazie krzewienia pszenicy, liczba chwastów wynosiła średnio 93 szt./m^2 , natomiast powietrznie sucha masa chwastów była niewielka – 27 g/m^2 (tab. 4). W ciągu sezonu wegetacyjnego zaobserwowano zmniejszenie liczby chwastów w łanie, co było efektem zabiegów bronowania oraz konkurencyjności pszenicy. Wzrosła natomiast o 57% masa chwastów, ale do poziomu średnio 47 g/m^2 przed zbiorem, który nie wpływał istotnie na plonowanie pszenicy. Dominującymi gatunkami chwastów były: gwiazdnica pospolita (9 szt./m^2), żóltlica (8 szt./m^2), fiołek polny (7 szt./m^2) i skrzyp polny (3 szt./m^2).

Stwierdzono duże różnice w konkurencyjności odmian pszenicy w stosunku do chwastów. Odmianami o największej konkurencyjności w stosunku do chwastów były: Ostka Gruboziarnista i KWS Spencer, a w dalszej kolejności Comandor i Euforia. W tych odmianach sucha masa chwastów w łanie w fazie dojrzałości woskowej była w zakresie $19\text{-}39 \text{ g/m}^2$ (tab. 4). Odmianami o najmniejszych zdolnościach konkurencyjnych w stosunku do chwastów były: Plejada (podobnie jak w 2019 r.), Medalistka, RGT Kilimanjaro i Tytanika, w których sucha masa chwastów przed zbiorem przekraczała 60 g/m^2 .

Tab. 4. Liczebność i sucha masa chwastów w odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w 2020 r.

Lp.	Odmiany	Liczba chwastów (szt./m ²)		Sucha masa chwastów (g/m ²)	
		faza krzewienia	faza dojrzałości	faza krzewienia	faza dojrzałości

1	PLEJADA	108,7	91,3	23,9	76,8
2	TYTANIKA	103,3	65,3	19,7	62,0
3	OSTKA GRUBOZIARNISTA	84,7	49,3	31,4	37,2
4	HONDIA	88,7	92,7	17,6	45,3
5	OWACJA	107,3	86,7	29,3	40,0
6	MEDALISTKA	81,3	77,3	69,7	61,0
7	EUFORIA	86,7	66,0	27,1	38,1
8	ARTIST	90,7	47,3	28,6	53,7
9	DELAWAR	92,0	83,3	22,5	37,6
10	RGT BILANZ	118,7	72,7	34,7	42,3
11	BONANZA	84,7	60,7	25,1	43,5
12	KWS SPENCER	76,0	46,7	15,5	19,2
13	HYBERY	88,0	56,0	28,4	41,0
14	RGT KILIMANJARO	101,3	60,0	28,6	61,3
15	FORMACJA	88,7	74,7	17,1	49,7
16	COMANDOR	82,7	79,3	17,1	39,4
średnio		92,7	69,3	27,3	46,8

Na konkurencyjność zbóż w stosunku do chwastów wpływa struktura łanu oraz cechy morfologiczne odmian. Ważną cechą decydującą o zdolnościach konkurencyjnych łanu jest obsada roślin na jednostce powierzchni. W 2020 r. dużą obsadą roślin cechowały się odmiany Delawar i Formacja, a także Ostka Gruboziarnista, KWS Spencer i Comandor (tab. 5), które wyróżniały się jednocześnie dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów (tab. 4). Ponadto Delawar, Formacja i Comandor cechowały się także dużą masą części nadziemnych łanu. Ten parametr wyróżniał też odmianę Bonanza.

Najmniejszą obsadę roślin w fazie krzewienia pszenicy stwierdzono w odmianach Medalistka i Hybery, a Plejada cechowała się małą masą części nadziemnych pszenicy przez cały sezon wegetacyjny (tab. 5). Te cechy związane z budową łanu mogły być przyczyną małej konkurencyjności odmian Medalistka i Plejada w stosunku do chwastów (tab. 4).

Tab. 5. Obsada roślin i sucha masa pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2020 r.

Lp.	Odmiany	Obsada roślin (szt./m ²)		Sucha masa pszenicy (g/m ²)	
		faza krzewienia	faza dojrzałości	faza krzewienia	faza dojrzałości
1	Plejada	434,7	405,3	414,3	1081,3
2	Tytanika	477,3	405,3	569,1	1273,3
3	Ostka	488,0	485,3	512,8	1396,5
4	Hondia	498,7	450,7	533,7	1001,3
5	Owacja	490,7	410,7	578,9	1296,0
6	Medalistka	424,0	341,3	523,7	1246,4
7	Euforia	453,3	418,7	451,8	1421,6
8	Artist	466,7	418,7	549,4	1480,0
9	Delawar	594,7	458,7	573,1	1562,7
10	RGT Bilanz	498,7	440,0	476,4	1412,3
11	Bonanza	464,0	453,3	596,5	1683,5
12	KWS Spencer	557,3	456,0	555,0	1372,5
13	Hybery	437,3	376,0	612,0	1439,2

14	RGT Kilimanjaro	453,3	469,3	567,8	1517,3
15	Formacja	557,3	477,3	575,5	1358,7
16	Comandor	557,3	474,7	593,3	1343,7
średnio		490,8	433,8	542,7	1367,9

Z cech morfologicznych odmian wpływających na konkurencję z chwastami zwraca się uwagę na krzewistość i długość źdźbła. Odmianami o największym rozkrzewieniu ogólnym wiosną były Bonanza (2,4) oraz w dalszej kolejności Tytanika, Medalistka, Artist i Hybery (2,2), natomiast najmniejszym rozkrzewieniem cechowały się odmiany: RGT Bilanz (1,4), Euforia (1,6) i Formacja (1,7) (tab. 3). Odmiany Hybery, Medalistka i Tytanika utrzymały duże rozkrzewienie przez cały sezon wegetacyjny. W fazie krzewienia najniższą odmianą była Plejada (37 cm), a prawie dwukrotnie wyższą Ostka (60 cm). Ta cecha odmian mogła wpłynąć na ich odmienne zdolności ograniczania zachwaszczenia (tab. 1).

W fazie dojrzałości najwyższą odmianą, podobnie jak w 2019 r., była Ostka Gruboziarnista (138 cm), a następnie Medalistka, Owacja i Comandor (92 cm). Najniższymi odmianami przed zbiorem były Euforia (68 cm), KWS Spencer (70 cm) oraz RGT Bilanz (75 cm) (tab. 3).

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

Celem opracowania była ocena nasilenia występowania chorób grzybowych pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w sezonie 2019/2020. W doświadczeniach prowadzonych w Grabowie, Osinach i Chomentowie, badano wybrane odmiany pszenicy ozimej: Hondia, Formacja, RTG Kilimanjaro, Comandor, Owacja, Plejada Artist/Memory, Tytanika, medalistka, Bonanza, KWS Spencer, Delawar, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka, Hybery (odm. mieszańcowa), RTG Bilanz.

W 2019 roku zastosowano ujednoliconą metodę oceny nasilenia chorób grzybowych w obiektach nadzorowanych przez IUNG – PIB i COBORU. Ocenę porażenia zbóż przeprowadzono w skali 9-stopniowej. Procent uszkodzonej powierzchni blaszki liściowej przez poszczególne patogeny wyrażono w skali według schematów graficznych (zamieszczonych w metodyce badań Ekologicznego Doświadczalnictwa Odmianowego), gdzie 9 punktów oznacza brak porażenia patogenem (lub porażenie śladowe), a 1 punkt świadczy o zainfekowaniu liści co najmniej w 50 % (w 60% dla rdzy). Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji wraz z przedziałami ufności wyliczonymi na podstawie wielokrotnego testu Tukey`a i przedstawiono w punktach skali 9-stopniowej.

Septorioza liści (*Mycosphaerella graminicola*) wystąpiła we wszystkich miejscowościach. W Osinach, najodporniejsze na septoriozę były odmiany: KWS Spencer, Hybery i RGT Kilimanjaro, w Grabowie była to Owacja, w Chomentowie Plejada. Najmniej odporne na septoriozę odmiany to Tytanika w Osinach, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka w Grabowie. W Chomentowie niskie wyniki uzyskały Artist, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka, Hondia i RTG Kilimanjaro.

Tab. 6. Odporność pszenicy ozimej na Septoriozę w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Chomentowo
ARTIST	7,82abc	6,75a	6a
BONANZA	7,53abcd	7,25a	7a
COMANDOR	7,6abcd	7,25a	7a
DELAWAR	7,75abc	8a	6,25a
EUFORIA	7,71abcd	7,5a	7a
FORMACJA	6,51bcd	8,75a	7,25a
HONDIA	6,38cd	7,25a	6a
HYBERY	8,12a	8,5a	6,75a
KWS SPENCER	8,07ab	7a	6,25a
MEDALISTKA	6,66abcd	8,25a	7a
OSTKA GRUB. GRODK.	7,78abc	6,67a	6a
OWACJA	7,16abcd	9a	6,25a
PLEJADA	7,93abc	7,5a	7,75a
RGT BILANZ	7,69abcd	8,25a	7,5a
RGT KILIMANJARO	8,18a	8a	6a
TYTANIKA	6,17d	7,25a	6,75a

Rdza brunatna (*Puccinia graminis*) wystąpiła w Osinach w niewielkim nasileniu. W Grabowie najodporniejszą odmianą był Artist, naj mniej odporne natomiast były odmiany: Formacja, Owacja i Delawar. W Chomentowie najbardziej odporne były odmiany Artist i Bonanza. Najmniej odporne na Rdzę brunatną okazały się w tej miejscowości odmiany: Hybery, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka i KWS Spencer.

Tab. 7. Odporność pszenicy ozimej na Rdzę brunatną w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Chomentowo
ARTIST	9a	8,5a	7,25a
BONANZA	8,83a	7,25a	7ab
COMANDOR	9a	6,25a	6,5ab
DELAWAR	9a	5,75a	6,25ab
EUFORIA	9a	6,5a	6,25ab
FORMACJA	9a	5,25a	6,5ab
HONDIA	8,88a	6,25a	6,25ab
HYBERY	9a	6a	5,25b
KWS SPENCER	9a	6,4a	5,25b
MEDALISTKA	8,73a	6,5a	6,25ab
OSTKA GRUB. GRODK.	8,89a	7,33a	5,25b
OWACJA	8,81a	5,5a	6,75ab
PLEJADA	9a	6,25a	6,5ab
RGT BILANZ	8,85a	6,5a	5,75ab
RGT KILIMANJARO	8,98a	6,5a	6,5ab
TYTANIKA	8,92a	6,25a	5,75ab

Brunatna plamistość zbóż (*Pyrenophora tritici-repentis*) w Osinach najbardziej porażała odmiany Ostka Grub. Gronk., Tytanika, KWS Spencer i Comandor. Najbardziej odporne w Osinach były odmiany: Delawar, Artist, Formacja, Plejada i Owacja. W Grabowie najodporniejsze były odmiany: Medalistka, RGT Kilimandzaro i Delawar. Najmniej odporne były: Comandor i Artist. W Szepietowie najlepszy wynik uzyskano dla Owacji, najgorszy dla KWS Specncer.

Tab. 8. Odporność pszenicy ozimej na brunatną plamistość w 2020 roku

	Osiny	Grabów	Chomentowo
ARTIST	7,91ab	7,25a	8,5ab
BONANZA	7,15abc	7,75a	8,25ab
COMANDOR	7,08bcd	7,25a	7,5ab
DELAWAR	7,85ab	8,75a	7,5ab
EUFORIA	7,15abc	8a	8ab
FORMACJA	7,91ab	8a	7,75ab
HONDIA	7,55abc	8,25a	8,5ab
HYBERY	7,48abc	8,25a	8,5ab
KWS SPENCER	7,03bcd	8,2a	7b
MEDALISTKA	7,78abc	8,75a	7,5ab
OSTKA GRUB. GRODK.	5,87d	8,67a	7,5ab
OWACJA	8,34a	8,5a	8,75a
PLEJADA	7,93ab	8,5a	8,25ab
RGT BILANZ	7,39abc	8,25a	8ab
RGT KILIMANJARO	7,45abc	8,75a	8ab
TYTANIKA	6,63cd	7,75a	7,75ab

Mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis*), nie został stwierdzony w Grabowie w 2020 roku. W Osinach porażenie tą chorobą było słabe i nie występowało znaczne zróżnicowanie pomiędzy odmianami. W Chomentowie najbardziej odporne była odmiana Delawar, najmniej natomiast odmiany RGT Kilimandzaro i Hybery.

Tab. 9. Odporność pszenicy ozimej na Mączniaka prawdziwego w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Chomentowo
ARTIST	8,98a	9a	8,5a
BONANZA	8,94a	9a	7,5a
COMANDOR	9a	9a	8a
DELAWAR	9a	9a	8,75a
EUFORIA	9a	9a	7,5a
FORMACJA	9a	9a	8,25a
HONDIA	9a	9a	8a
HYBERY	9a	9a	7,25a
KWS SPENCER	8,95a	9a	7,5a
MEDALISTKA	9a	9a	8a
OSTKA GRUB. GRODK.	9a	9a	7,5a

OWACJA	8,98a	9a	8,25a
PLEJADA	9a	9a	7,75a
RGT BILANZ	9a	9a	7,75a
RGT KILIMANJARO	9a	9a	7,25a
TYTANIKA	9a	9a	8,25a

Rdza żółta (*Puccinia striiformis*) w 2020 wystąpiła tylko w Chomentowie. Najmniej porażone były Hondia i Medalistka. Najmniejsza odporność miała odmiana RTG Kilimanjaro.

Tab. 10. Odporność pszenicy ozimej na Rdzę żółtą			
Odmiana	Osiny	Grabów	Chomentowo
ARTIS	9a	9a	8,5a
BONANZA	9a	9a	8,75a
COMANDOR	9a	9a	8,75a
DELAWAR	9a	9a	8a
EUFORIA	9a	9a	8,5a
FORMACJA	9a	9a	8,75a
HONDIA	9a	9a	9a
HYBERY	9a	9a	8,5a
KWS SPENCER	9a	9a	8,75a
MEDALISTKA	9a	9a	9a
OSTKA GRUB. GRODK.	9a	9a	8,5a
OWACJA	9a	9a	8,5a
PLEJADA	9a	9a	8,5a
RTG BILANZ	9a	9a	8,5a
RTG KILIMANJARO	9a	9a	7,75a
TYTANIKA	9a	9a	8,5a

Zadanie 2. Badania nad doborem nowych odmian pszenżyta ozimego do uprawy w gospodarstwach ekologicznych

2.1. Plonowanie pszenżyta ozimego

Doświadczenia z pszenżem ozimym prowadzono we wszystkich miejscowościach na glebach należących do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Pomimo tego samego kompleksu przydatności rolniczej gleb, prowadzenie badań w zróżnicowanych warunkach siedliskowych i pogodowych spowodowało podobnie jak w roku poprzednim istotne współdziałanie odmian i miejscowości (tab. 11).

Tabela 11. Analiza wariancji serii doświadczeń z pszenżytem ozimym

Punkt	L. powt.	NIR	NIR %	Wsp. zgodności	Średnia
Krzyżewo	4	5.52	9.75	0.71	56.61
Śrem Wójtostwo	4	4.75	6.02	0.79	78.83
Lućmierz	4	3.56	6.09	0.4	58.53
Grabów, IUNG Puławy	4	4.87	11.35	0.05	42.91
Osiny RZD, IUNG-PIB	4	7.71	20.8	0.58	37.09
Szepietowo DTPiD, PODR	4	3.2	6.36	0.87	50.22

Źródło zmienności	St. swobody	Suma kw.	Średnie kw.	Stat F-obl	IST	F0.05	F0.01
Błąd odtworzony	198	634.3	3.2				
Całkowita	71	14605.7	205.71				
Interakcja	55	1166.7	21.21	6.62	**	1.4	1.61
Miejscowości	5	12805.9	2561.18				
Odmiany	11	633	57.55	2.71	**	1.97	2.59

Średnie plony pszenżyta w zależności od lokalizacji doświadczenia wahały się od 78,8 dt*ha⁻¹ w Śremie (woj. wielkopolskie) do 37,1 dt*ha⁻¹ w Osinach (woj. lubelskie) (tab. 12). Niskie plony w Osinach spowodowane były niską obsadą łanu i w konsekwencji zwiększonym zachwaszczeniem. Spośród ocenianych odmian największą stabilnością plonowania charakteryzowały się odmiany **Meloman i Kasyno**, które w 5 miejscowościach plonowały powyżej wzorca. Odmiana Meloman uzyskała wydajność w granicach od 44,6 dt*ha⁻¹ w Osinach (woj. lubelskie) do 79,9 dt*ha⁻¹ w Śremie Wójtostwo (woj. wielkopolskie), a Kasyno od 41,3 dt*ha⁻¹ w Osinach do 84,8 dt*ha⁻¹ w Śremie Wójtostwo. Elementem struktury plonu decydującym o wysokim plonowaniu tych odmian była masa 1000 ziaren. W czterech lokalizacjach powyżej średniej plonowały również odmiany **Belcanto i Rotondo**. Pierwsza plonowała w zakresie 41,7 – 78,3 dt*ha⁻¹, a druga 32,9-83,7 dt*ha⁻¹. Różnice w plonowaniu pozostałych odmian podobnie jak w roku 2019 w większości obiektów były nieistotne. Małe zróżnicowanie wyników w obrębie ocenianych odmian wiązać należy z niewielkim nasileniem patogenów grzybowych w większości doświadczeń. Jedynie w Grabowie i Szepietowie odnotowano zwiększone nasilenie septoriozy i rdzy brunatnej, jednak nie stwierdzono istotnych różnic w porażeniu odmian. Zachwaszczenie łanów pszenżyta w większości doświadczeń było niewielkie i nie miało wpływu na plonowanie odmian.

Tabela 12. Plonowanie odmian pszenżyta ozimego – rok 2020

Odmiana	Osiny			Szebietowo			Grabów			Krzyżewo			Lućmierz			Śrem		
	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]	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]
Avokado	34,4	315	34,3	50,9	408	42,9	34,4	361	41,6	63,8	brak	45,9	60,1	brak	47,4	85,6	brak	44,3
Belcanto	41,7	343	33,9	52,8	421	38,4	41,7	334	40,1	51,3	-	48,0	64,7	-	40,5	78,3	-	44,6
Carmelo	34,2	282	35,1	44,5	388	42,3	34,2	285	39,2	51,4	-	48,9	52,0	-	46,9	67,3	-	51,8
Kasyno	41,3	341	37,3	58,6	456	41,2	41,3	318	40,2	69,0	-	47,3	56,4	-	42,4	84,8	-	46,0
Meloman	44,6	362	32,1	50,3	393	38,2	44,6	382	39,8	63,9	-	44,6	57,8	-	42,0	79,9	-	43,8
Octavio	29,9	301	27,7	48,5	413	35,6	29,9	375	39,4	55,7	-	43,0	53,3	-	38,9	68,7	-	41,0
Orinoko	36,4	305	37,6	51,8	371	47,3	36,4	303	40,4	57,3	-	58,5	55,5	-	46,1	88,9	-	53,6
Rotondo	32,9	298	32,9	55,4	379	36,4	32,9	316	40,1	63,9	-	45,8	59,3	-	40,4	83,7	-	43,4
Sekret	35,9	317	31,1	45,9	396	36,8	35,9	360	39,8	48,5	-	41,5	56,0	-	36,9	72,4	-	37,9
Subito	30,0	261	33,4	46,9	333	37,6	30,0	238	41,0	52,3	-	46,7	62,7	-	45,1	78,8	-	48,1
Trapero	41,5	355	35,2	48,7	454	40,2	41,5	408	39,5	47,6	-	45,8	64,9	-	42,0	81,5	-	40,3
Trefl	42,3	308	35,7	48,3	393	39,1	42,3	328	38,7	54,8	-	47,6	59,6	-	43,5	76,1	-	46,9
Średnio	37,1	316	33,9	50,2	400	39,7	37,1	334	40,0	56,6	-	47,0	58,5	-	42,7	78,8	-	45,1
<i>NIR_{0,05}</i>	7,71			3,20			4,87			5,52			3,56			4,75		

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

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

Septorioza liści (*Mycosphaerella graminicola*) w Osinach występowała w niewielkim nasileniu i nie było istotnych różnic w odporności pomiędzy odmianami, najmocniej była porażona odmiana Avocado, najzdrowsza była odmiana Trefl. W Grabowie najbardziej odporne były odmiany Orinoko i Avokado a najmniej Trapero i Rotondo. W Szepietowie nie było istotnych różnic pomiędzy odmianami, najmniej odporne były Avocado, Octavio i Orinoko.

Tab. 13. Odporność pszenżyta na Septoriozę w 2020 roku			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
AVOCADO	8,07a	7,75a	6a
BELCATNO	8,71a	5,5a	6,25a
CARMELO	8,29a	6a	6,25a
KASYNO	8,82a	5,75a	6,25a
MELOMAN	8,61a	5a	6,75a
OCTAVIO	8,6a	6,5a	6a
ORINOKO	8,45a	7a	6a
ROTONDO	8,68a	4,75a	6,25a
SEKRET	8,86a	6,25a	6,75a
SUBITO	8,53a	5,25a	6,25a
TRAPERO	8,73a	4,25a	6,75a
TREFL	8,57a	5,5a	6,75a

Fuzarioza liści (*Fusarium culmorum*) wystąpiła jedynie w Osinach, w niewielkim nasileniu. Choroba wystąpiła na odmianach: Avocado, Carmelo, Kasyno, Meloman, Octavio, Orinoko, Subito, Trapero i Trefl.

Tab. 14. Odporność pszenżyta na Fuzariozę w 2020 roku			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
AVOCADO	8,98a	9a	9a
BELCATNO	9a	9a	9a
CARMELO	8,98a	9a	9a
KASYNO	8,9a	9a	9a
MELOMAN	8,88a	9a	9a
OCTAVIO	8,81a	9a	9a
ORINOKO	8,98a	9a	9a
ROTONDO	9a	9a	9a
SEKRET	9a	9a	9a
SUBITO	8,92a	9a	9a
TRAPERO	8,92a	9a	9a
TREFL	8,97a	9a	9a

Rdza brunatna (*Puccinia graminis*) wystąpiła w Osinach w bardzo niewielkim stopniu. W Grabowie najodporniejszą odmianą była Carmelo. Najmniej odporne były Meloman, Trapero i Rotondo. W Szepietowie było małe zróżnicowanie wyników. Najodporniejsze były odmiany: Octavio, Belcanto, Trefl, Kasyno i Rotondo.

Tab. 15. Odporność pszenżyta na Rdzę brunatną w 2020 roku			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
AVOCADO	9a	5,25a	6,5a
BELCATNO	8,94a	4,5a	7a
CARMELO	8,98a	7,25a	6,75a
KASYNO	9a	6,5a	7a
MELOMAN	9a	4a	6,25a
OCTAVIO	8,98a	6a	7a
ORINOKO	8,98a	5a	6,25a
ROTONDO	8,95a	4,25a	7a
SEKRET	9a	5,25a	6,75a
SUBITO	8,98a	5a	6,5a
TRAPERO	9a	4,25a	6,5a
TREFL	8,98a	6,25a	7a

Brunatna plamistość zbóż (*Pyrenophora tritici-repentis*) wystąpiła we wszystkich miejscowościach. W osinach najbardziej odporne były odmiany Belcatno, Carmelo i Octavio a najmniej odporną odmianą był Meloman. W Grabowie różnice pomiędzy odmianami były małe. Najmniej odporną na brunatną plamistość liści była odmiana Belcanto. W Szepietowie także nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy odmianami pszenżyta. Najzdrowszą odmianą było Belcanto, najbardziej porażoną Orinoko.

Tab. 16. Odporność pszenżyta na Brunatną plamistość w 2020 roku			
Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
AVOCADO	8,21ab	8,75a	6,25a
BELCATNO	8,66a	7,75a	6,75a
CARMELO	8,65a	8a	6a
KASYNO	8,64ab	9a	6,5a
MELOMAN	7,81b	9a	6,25a
OCTAVIO	8,74a	8,75a	6a
ORINOKO	8,54ab	9a	5,75a
ROTONDO	8,37ab	8,5a	6a
SEKRET	8,46ab	8,25a	6,5a
SUBITO	8,38ab	9a	6a
TRAPERO	8,55ab	8a	6,5a
TREFL	8,23ab	9a	6a

Mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis*) nie został stwierdzony w Szepietowie. W Osinach najodporniejsze odmiany to Avocado, Belcatno i Orinoko. Istotnie słabsza była odmiana Sekret. W Grabowie niskie wyniki uzyskały odmiany Avocado i Orinoko.

Tab. 17. Odporność pszenżyta na Mączniaka prawdziwego w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
AVOCADO	8,93a	6,75a	9a
BELCATNO	8,95a	9a	9a
CARMELO	8,84ab	9a	9a
KASYNO	8,85ab	8a	9a
MELOMAN	8,74ab	9a	9a
OCTAVIO	8,53ab	9a	9a
ORINOKO	8,91a	7,75a	9a
ROTONDO	8,73ab	9a	9a
SEKRET	8,21b	8,25a	9a
SUBITO	8,63ab	8a	9a
TRAPERO	8,48ab	9a	9a
TREFL	8,65ab	8,25a	9a

Rdza żółta (*Puccinia striiformis*) w 2020 roku wystąpiła tylko w Osinach. W niewielkim stopniu porażone zostały odmiany Avocado i Trefl.

Tab. 18. Odporność pszenżyta na Rdzę żółtą w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
AVOCADO	8,93a	9a	9a
TREFL	8,97a	9a	9a
TRAPERO	9a	9a	9a
CARMELO	9a	9a	9a
OCTAVIO	9a	9a	9a
BELCATNO	9a	9a	9a
KASYNO	9a	9a	9a
ORINOKO	9a	9a	9a
SEKRET	9a	9a	9a
MELOMAN	9a	9a	9a
ROTONDO	9a	9a	9a
SUBITO	9a	9a	9a

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

3.1. Plonowanie żyta

Doświadczenia z odmianami żyta podobnie jak z pszenżytem założono w tych samych miejscowościach. Zestaw ocenianych odmian uwzględnił 11 odmian w tym 3 odmiany mieszańcowe, KWS Berado, KWS Dolaro i Tur oraz dodatkowo mieszaninę odmian. Ze względu na skreślenie z Krajowego Rejestru odmiany KWS Theofano w 2020 r. wprowadzono do badań inną odmianę mieszańcową - KWS Berado. Podobnie jak w doświadczeniach z pszenicą i pszenżytem stwierdzono współdziałanie plonowania odmian żyta z warunkami siedliskowymi (Tab. 19).

Tabela 19. Analiza wariancji serii doświadczeń z żytem

Punkt	L. powt.	NIR	NIR %	Wsp. zgodności	Średnia
Krzyżewo	4	5.45	8.56	0.96	63.62
Śrem Wójtostwo	4	16.32	26.4	0.63	61.84
Lućmierz	4	4.32	7.51	0.98	57.53
Grabów, IUNG Puławy	4	5.46	10.1	0.94	54.07
Osiny RZD, IUNG-PIB	4	8.47	15.08	0.85	56.12
Szepietowo DTPiD, PODR	4	3.23	5.47	0.96	59.07

Źródło zmienności	St. swobody	Suma kw.	Średnie kw.	Stat F-obl	IST	F0.05	F0.01
Błąd odtworzony	198	1701.2	8.59				
Całkowita	71	6754.9	95.14				
Interakcja	55	1432.5	26.05	3.03 **		1.4	1.61
Miejscowości	5	764.3	152.85				
Odmiany	11	4558	414.37	15.91 **		1.97	2.59

Średni poziom plonowania żyta niezależnie od odmiany kształtował się w zależności od miejscowości w granicach od 54,1 dt*ha⁻¹ w Grabowie (woj. mazowieckie) do 63,6 dt*ha⁻¹ w Krzyżewie (woj. podlaskie). Spośród ocenianych odmian wyraźnie największe plony we wszystkich doświadczeniach uzyskały odmiany mieszańcowe. Średnio, w zależności od miejscowości, odmiany populacyjne w porównaniu do mieszańcowych plonowały niżej o 12,2 – 25,6 dt*ha⁻¹. Największe plony żyta odmian mieszańcowych uzyskano w Lućmierz – 76,8 dt*ha⁻¹ i Krzyżewie – 74,8 dt*ha⁻¹ (tab.20).

Najwyżej plonującą odmianą mieszańcową była **KWS Berado**. W większości doświadczeń uzyskała ona plon o 30% większy od wzorca (70,5 – 86,2 dt*ha⁻¹), a w Lućmierz o 50% (86,2 dt*ha⁻¹). Odmiany mieszańcowe żyta tworzyły w większości doświadczeń zwarte łany o obsadzie kłosów powyżej średniej i wysokiej masie 1000 ziaren. Odmiana **KWS Berado** w porównaniu do KWS Dolaro i Tur tworzyła łan o wyraźnie większej obsadzie kłosów

mieszczącej się w granicach 340 – 980 szt./m². Cecha ta w kontekście konkurencyjności w stosunku do chwastów wyróżnia tę odmianę od pozostałych.

Spośród odmian populacyjnych w większości doświadczeń (w 5 lokalizacjach z 6) plony powyżej wzorca (średniej dla odmian populacyjnych) uzyskała odmiana **Reflektor** (52,3 – 63,6 dt*ha⁻¹). Odmiana Reflektor wysoką wydajność uzyskała głównie dzięki dużej obsadzie kłosów, która kształtowała się w zakresie 300-780 szt./m². Do grupy odmian o wysokim i stabilnym plonowaniu można zaliczyć również **Dańkowskie Granat**. Odmiana ta uzyskała plony wyższe od średniej z odmian populacyjnych w 4 z 6 lokalizacji.

Testowana w doświadczeniach mieszanina odmian TUR i Dankowskie Hadron plonowała na poziomie wyższym niż średnia z odmian populacyjnych i niższym niż wzorzec uwzględniający wszystkie odmiany.

Zachwaszczenie łąnów żyta we wszystkich miejscowościach było niewielkie i nie miało wpływu na plonowanie ocenianych odmian.

Tabela 20. Plonowanie odmian żyta – rok 2020

Odmiana	Osiny			Szepietowo			Grabów			Krzyżewo			Lućmierz			Śrem W.		
	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]	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]
Dańkowskie Hadron	58,1	399	26,4	53,6	300	27,9	48,8	325	29,5	59,1	423	31,7	53,6	406	25,5	61,9	691	28,0
Dańkowskie Granat	51,3	342	26,7	58,0	329	27,2	51,9	359	29,7	59,3	369	34,5	59,9	345	23,4	66,9	646	27,1
Dańkowskie Turkus	54,6	431	27,9	53,4	322	28,5	49,8	299	30,4	58,4	434	33,4	52,2	299	23,6	52,2	649	26,8
Reflektor	60,1	421	26,0	60,8	305	29,6	52,3	307	29,9	63,6	385	32,0	54,1	399	24,7	58,2	779	25,6
Dańkowskie Skand	49,5	376	27,8	49,9	315	28,5	54,6	314	30,3	60,3	422	33,0	47,2	382	22,5	50,2	637	27,3
Piastowskie	51,7	358	29,1	58,7	247	31,1	48,1	274	31,8	61,6	372	34,0	47,8	392	25,2	54,1	651	30,2
Poznańskie	51,0	344	29,3	52,5	304	30,5	49,9	342	30,9	58,5	372	34,1	50,8	327	24,6	56,8	600	28,4
Dańkowskie Diament	38,3	253	27,9	50,3	264	28,9	45,8	280	31,0	57,4	335	34,4	44,3	237	24,5	69,1	554	28,4
KWS Berado	73,8	445	26,5	77,6	339	30,0	70,5	336	31,7	83,2	419	34,1	86,2	449	26,4	63,0	979	24,1
KWS Dolaro	65,6	392	26,9	71,9	337	31,5	65,6	298	31,7	76,8	420	32,5	80,4	336	25,0	87,1	778	27,9
Tur	60,4	322	27,3	65,0	295	29,4	59,4	318	30,4	64,5	393	30,9	63,9	364	17,6	62,7	785	27,2
Tur + Dańkowskie Hadron	59,1	401	26,8	57,2	273	28,4	52,3	326	28,9	60,7	388	33,3	50,1	434	21,0	59,8	672	27,1
Śr. dla odmian populacyjnych	51,8	366	27,6	54,7	298	29,0	50,2	313	30,4	59,8	389	33,4	51,2	348	24,3	58,7	651	27,7
Śr. dla odmian mieszańcowych	66,6	386	26,9	71,5	324	30,3	65,2	317	31,3	74,8	411	32,5	76,8	383	23	70,9	847	26,4
Śr. ogólna	56,1	374	27,4	59,1	302,5	29,3	54,1	315	30,5	63,6	394	33,2	57,5	364	23,7	61,8	702	27,3
NIR _{0,05}	8,4			5,5			3,2			5,5			4,3			16,3		

- odmiany mieszańcowe

3.2. Ocena podatności odmian żyta na porażenie przez patogeny grzybowe

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

Fuzarioza liści (*Fusarium culmorum*) wystąpiła w 2020 roku tylko w Osinach. Najmniej odporne okazały się odmiany: Dańkowskie Skand, Tur, Dańkowskie Diament oraz mieszanka (Tur + Dańkowskie Hardon). Najbardziej odporną odmianą było Piastowskie.

Tab. 21. Odporność żyta na Fuzariozę liści zbóż w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
DAŃKOWSKIE DIAMENT	7,2a	9a	9a
DAŃKOWSKIE GRANAT	7,5a	9a	9a
DAŃKOWSKIE HARDON	7,8a	9a	9a
DAŃKOWSKIE SKAND	7a	9a	9a
DAŃKOWSKIE TURKUS	8a	9a	9a
KWS BERANDO	8,2a	-	9a
KWS DOLARO	7,6a	9a	9a
KWS BERADO	-	9a	-
PIASTOWSKIE	8,4a	9a	9a
POZNAŃSKIE	7,5a	9a	9a
REFLEKTOR	8,1a	9a	9a
TUR	7,1a	9a	9a
TUR+DAŃ.HARDON	7,2a	9a	9a

Rdza brunatna (*Puccinia graminis*) na życie wystąpiła we wszystkich trzech lokalizacjach. W Osinach najmocniej porażone były odmiany Dańkowskie Diament, Piastowskie i Poznańskie. Najodporniejszymi odmianami były: KWS Dolaro, Dańkowskie Hardon, KWS Berando oraz TUR (Tab.2.) W Grabowie największa odporność na rdzę brunatną wykazała odmiana Dańkowskie Skand, najmniejsza natomiast odmiana Reflektor. W Szepietowie nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy odporności odmian żyta na rdze brunatną.

Tab. 22. Odporność żyta na Rdzę brunatną w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
DAŃKOWSKIE DIAMENT	7e	8,5ab	6,75a
DAŃKOWSKIE GRANAT	7,6bcde	7,25ab	7,25a
DAŃKOWSKIE HARDON	8,6ab	8ab	6,75a
DAŃKOWSKIE SKAND	8,2abcd	8,75a	6,75a
DANKOWSKIE TURKUS	8,3abcd	7,5ab	6,75a
KWS BERANDO	8,5abc	-	6,25a
KWS DOLARO	8,9a	7,5ab	6,5a
KWS BERADO	-	6,75ab	-
PIASTOWSKIE	7,3de	8,25ab	6,75a
POZNAŃSKIE	7,4cde	7,25ab	6,5a
REFLEKTOR	8,1abcd	6b	7a
TUR	8,4abc	7ab	6,75a
Tur+Dań.Hardon	8,1abcd	7,5ab	7,25a

Brunatna plamistość zbóż (*Pyrenophora tritici-repentis*) Wystąpiła tylko w Osinach i Grabowie. Zróżnicowanie pomiędzy odmianami nie było istotne. W osinach nie stwierdzono choroby na odmianach Dańkowskie Skand, Dańkowskie Diament i KWS Dolaro. W Grabowie choroba wystąpiła tylko na odmianach: Dańkowskie Diament, Dańkowskie Turkus, KWS Dolaro i Tur.

Tab. 23. Odporność żyta na Brunatną plamistość liści w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
DAŃKOWSKIE DIAMENT	9a	8,75a	9a
DAŃKOWSKIE GRANAT	8,9a	9a	9a
DAŃKOWSKIE HARDON	8,7a	9a	9a
DAŃKOWSKIE SKAND	9a	9a	9a
DAŃKOWSKIE TURKUS	8,9a	8,5a	9a
KWS BERANDO	8,8a	-	9a
KWS DOLARO	9a	8,5a	9a
KWS BERADO	-	9a	-
PIASTOWSKIE	8,8a	9a	9a
POZNAŃSKIE	8,9a	9a	9a
REFLEKTOR	8,9a	9a	9a
TUR	8,8a	8,5a	9a
TUR+DAŃ.HARDON	8,8a	9a	9a

Mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis*) w Osinach wystąpił w niewielkim nasileniu. W Grabowie najniższą odporność miała odmiana KWS Theofano. W Szepietowie nasilenie choroby było większe niż w Osinach, ale zróżnicowanie pomiędzy odmianami było nieznaczne.

Tab. 24. Odporność żyta na Mączniaka prawdziwego w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
DAŃKOWSKIE DIAMENT	9a	8,75a	7,5a
DAŃKOWSKIE GRANAT	9a	8,75a	8a
DAŃKOWSKIE HARDON	9a	8,25a	7,5a
DAŃKOWSKIE SKAND	9a	9a	7,5a
DAŃKOWSKIE TURKUS	8,9a	9a	7,75a
KWS BERANDO	9a	-	7,75a
KWS DOLARO	9a	8,5a	8a
KWS BERADO	-	7,75a	-
PIASTOWSKIE	9a	8,25a	7,75a
POZNAŃSKIE	8,9a	8,25a	7,75a
REFLEKTOR	9a	9a	8a
TUR	8,9a	8,25a	7,75a
TUR+DAŃ.HARDON	8,9a	9a	8a

Septorioza liści (*Mycosphaerella graminicola*) nie wystąpiła w 2020 roku w Osinach. W Grabowie najmniejsza odporność wykazała odmiana KWS Dolaro, największą natomiast odmiana Dańkowskie Diament. W Szepietowie Najodporniejsza była odmiana Piastowskie. Najmniej odporne były odmiany Dańkowskie Hadron i Tur. Zróżnicowanie pomiędzy wynikami było nieznaczne.

Tab. 25. Odporność żyta na Septoriozę w 2020 roku

Odmiana	Osiny	Grabów	Szepietowo
DAŃKOWSKIE DIAMENT	9a	9a	6,25a
DAŃKOWSKIE GRANAT	9a	7,75a	6,5a
DAŃKOWSKIE HADRON	9a	7a	6a
DAŃKOWSKIE SKAND	9a	7,75a	6,75a
DAŃKOWSKIE TURKUS	9a	8a	6,5a
KWS BERADO	9a	-	6,25a
KWS DOLARO	9a	6,75a	6,25a
KWS BERADO	-	7,75a	-
PIASTOWSKIE	9a	7,5a	7a
POZNAŃSKIE	9a	7,5a	6,25a
REFLEKTOR	9a	8a	6,75a
TUR	9a	7,5a	6a
TUR+DAŃ.HARDON	9a	7a	6,25a

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

W 2020 roku określono występowanie fuzariozy kłosów oraz zasiedlenie (zanieczyszczenie) ziarna przez grzyby (w szczególności *Fusarium* spp.) na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w różnych rejonach Polski: Osiny k/ Puław (woj. lubelskie – 51°28'N; 22°04'E), Grabów nad Wisłą k/Zwolenia (woj. mazowieckie – 51°21'N; 21°40'E) i Chomentowo k/Łomży (woj. podlaskie – 53°04'N; 21°58'E) oraz na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej na polach doświadczalnych zlokalizowanych w Osinach w systemie ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze.

Pszenica ozima:

- szesnaście odmian – 'Artist', 'Bonanza', 'Comandor', 'Delawar', 'Euforia', 'Formacja', 'Hondia', 'Hybery', 'KWS Spencer', 'Medalistka', 'Ostka Gruboziarnista Grodkowicka', 'Owacja', 'Plejada' 'RGT Bilanz', 'RGT Kilimanjaro' i 'Tytanika' uprawianych w systemie ekologicznym na polach doświadczalnych w Osinach, Grabowie i w Chomentowie,
- cztery odmiany – 'Comandor', 'Formacja', 'Hondia' i 'RGT Kilimanjaro' uprawiane w systemie ekologicznym, konwencjonalnym, integrowanym i monokulturze na polach

doświadczalnych w Osinach należących do IUNG PIB Puławy (doświadczenie dwuczynnikowe, w którym I czynnikiem był system uprawy, II czynnikiem – odmiana).

Obserwacje polowe nad występowanie fuzariozy kłosów przeprowadzono w fazie dojrzałości mleczno-woskowej. Z każdego poletka doświadczalnego analizowano po 100 losowo wybranych kłosów (4 x 100 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

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

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

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

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

Gdzie:

f_o – wartość otrzymana

f_e – wartość oczekiwana

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

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

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

1. < 0.2 - brak związku liniowego
2. 0.2 - 0.4 - słaba zależność
3. 0.4 - 0.7 - umiarkowana zależność
4. 0.7 - 0.9 - dość silna zależność
5. > 0.9 - bardzo silna zależność

Wyniki

Fuzarioza kłosów pszenicy ozimej – system ekologiczny

W 2020 roku procent kłosów pszenicy ozimej z objawami fuzariozy był zróżnicowany i na badanych odmianach wynosił średnio: w Osinach – 3,9%, w Grabowie – 4,7%, a w Chomentowie – 1,7%. Obliczenia statystyczne wykazały istotnie wyższe nasilenie objawów fuzariozy kłosów na pszenicy ozimej uprawianej w Grabowie i Osinach aniżeli w Chomentowie (tab. 1).

Tab. 1. Występowanie fuzariozy kłosów na wybranych odmianach **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym **w trzech miejscowościach w 2020 roku**

Odmiana	% porażonych kłosów			Indeks porażenia [%]		
	Osiny	Grabów	Chomentowo	Osiny	Grabów	Chomentowo
Artist	3,0 bcde ¹	3,5 c	2,8 ab	0,7 cde	1,0 cd	1,1 a
Bonanza	3,5 bcde	3,0 c	2,0 abc	0,8 cde	1,0 cd	0,9 ab
Comandor	2,3 de	3,5 c	0,5 c	0,7 cde	1,0 cd	0,2 cd
Delawar	3,5 bcde	4,8 abc	1,3 abc	1,0 bcd	1,3 bcd	0,3 cd
Euforia	5,8 abc	4,5 bc	0,5 c	1,7 ab	1,5 abcd	0,1 d
Formacja	6,5 ab	5,5 abc	0,8 bc	1,6 ab	1,9 abc	0,2 cd
Hondia	2,0 def	4,3 bc	2,0 abc	0,5 de	1,2 cd	0,6 bc
Hybery	2,5 cde	5,0 abc	2,8 ab	0,7 cde	1,3 bcd	1,1 a
KWS Spencer	6,5 ab	2,8 c	0,5 c	1,9 a	0,8 cd	0,1 d
Medalistka	2,8 cde	5,3 abc	3,3 a	0,8 cde	1,5 abcd	1,2 a
Ostka Grub. Gr.	0,8 f	0,8 d	0,5 c	0,2 e	0,2 d	0,2 cd
Owacja	1,5 ef	3,5 c	3,0 a	0,4 de	1,1 cd	1,1 a
Plejada	4,8 abcd	9,0 a	3,3 a	1,6 ab	2,7 ab	1,2 a
RGT Bilanz	5,5 abc	8,3 ab	0,8 bc	1,4 abc	2,9 a	0,2 cd
RGT Kilimanjaro	3,5 bcde	5,3 abc	2,0 abc	1,0 bcd	1,5 abcd	0,6 bc
Tytanika	7,5 a	5,8 abc	1,8 abc	1,8 a	1,4 bcd	0,6 bc
Średnio	3,9 A²	4,7 A	1,7 B	1,0 A	1,4 A	0,6 B
<i>NIR_{α=0,05}</i>				0,74	1,48	0,49

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

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

Duże zróżnicowanie występowania fuzariozy kłosów obserwowano również pomiędzy odmianami uprawianymi w poszczególnych miejscowościach. Procent kłosów z objawami wynosił: w Osinach od 0,8% ('Ostka Grubozbiarnista Grodkowicka') do 7,5% ('Tytanika'), w Grabowie od 0,8% ('Ostka Grubozbiarnista Grodkowicka') do 9,0% ('Plejada'),

Tab. 1a. Procent kłosów pszenicy ozimej z objawami fuzariozy, **Osiny 2020 – grupy jednorodne**

[illegible][illegible][illegible]

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

W 2020 roku średnie porażenie kłosów przez *Fusarium* spp. czterech badanych odmian ('Comandor', 'Formacja', 'Hondia', 'RGT Kilimanjaro') uprawianych w trzech systemach i monokulturze wynosiło 7,2% (IP=1,9%). Obliczenia statystyczne wykazały, że istotnie więcej objawów fuzariozy kłosów wystąpiło na pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze i systemie konwencjonalnym aniżeli w systemie integrowanym czy ekologicznym. W występowaniu fuzariozy kłosów, istotne różnice stwierdzono również pomiędzy badanymi odmianami. Najwięcej objawów obserwowano na odmianie 'RGT Kilimanjaro' (tab. 2).

Tab. 2. Występowanie fuzariozy kłosów na czterech odmianach **pszenicy ozimej** uprawianej w różnych systemach uprawy, **Osiny 2020**

Odmiana	% porażonych kłosów					Indeks porażenia [%]				
	Ekol.	Integr.	Konw.	Mon.	Śr	Ekol.	Integr.	Konw.	Mon.	Śr
Comandor	2,3 c ¹ B ²	9,0 a A	9,3 a A	9,3 b A	7,4 b	0,7 b B	2,7 b A	2,9 a A	2,4 b A	2,2 ab
Formacja	6,5 a B	4,0 c C	8,5 a A	4,5 c C	5,9 c	1,6 a AB	0,9 c B	2,2 b A	1,0 c B	1,4 c
Hondia	2,0 c C	10,8 a A	7,8 a B	7,5 b B	7,0 bc	0,5 b C	2,8 a A	2,3 ab AB	2,0 b B	1,9 b
RGT Kilimanjaro	3,5 b C	7,0 b B	8,8 a B	14,5 a A	8,4 a	1,0 ab C	2,0 b B	2,7 ab B	3,6 a A	2,3 a
<i>Średnio</i>	3,6 C	7,7 B	8,6 A	8,9 A	7,2	0,93 C	2,08 B	2,49 A	2,23 AB	1,9
NIR $\alpha=0,05$						I = 0,358 II = 0,358				
						II/I = 0,715 I/II = 0,715				

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

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

Wykazano również występowanie zależności pomiędzy systemem a uprawianą w nim odmianą np.: odmiana 'Hondia' uprawiana w systemie ekologicznym miała najniższy procent kłosów z objawami fuzariozy (2,0%), natomiast pochodząca z uprawy integrowanej charakteryzowała się najwyższym procentem zasiedlenia kłosów przez te patogeny (10,8%), z kolei na kłosach odmiany 'Formacja' uprawianej w systemie integrowanym obserwowano istotnie mniej objawów fuzariozy aniżeli uprawianej w systemie ekologicznym czy konwencjonalnym (tab. 2).

Zasiedlenie ziarna przez grzyby – system ekologiczny

W 2020 roku nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zasiedleniu przez grzyby rodzaju *Fusarium* ziarna pszenicy ozimej pochodzącego z różnych rejonów uprawy. Średnie porażenie ziarna pochodzącego z Osin wynosiło 16,1%, z Grabowa – 14,3% a z Chomentowa – 14,2% (tab 3).

Tab. 3. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych odmianach **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym **w trzech miejscowościach w 2020 roku**

Odmiany	Miejscowość		
	Osiny	Grabów	Chomentowo
Artist	16,7 c ¹	32,7 a	23,2 ab
Bonanza	10,0 def	14,0 def	9,3 fghi
Comandor	11,0 de	8,2 gh	10,8 efgh
Delawar	13,2 cd	14,0 def	6,5 i
Euforia	6,8 f	8,5 gh	21,8 abc
Formacja	10,0 def	5,8 h	8,7 ghi
Hondia	26,0 ab	11,2 efg	8,0 hi
Hybery	8,0 ef	11,7 efg	15,0 de
KWS Spencer	23,0 b	19,4 cd	16,8 cd
Medalistka	27,0 ab	12,0 efg	10,8 efgh
Ostka Grub. Gr.	8,3 ef	10,0 fg	16,7 cd
Owacja	13,5 cd	5,5 h	13,8 def
Plejada	10,8 def	10,0 fg	13,2 defg
RGT Bilanz	32,4 a	27,2 ab	24,5 a
RGT Kilimanjaro	16,2 c	15,0 de	11,2 efgh
Tytanika	24,7 b	24,0 bc	17,3 bcd
Średnio	16,1 A²	14,3 A	14,2 A

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

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

Analiza mykologiczna wykazała duże zróżnicowanie w porażeniu ziarna przez *Fusarium* spp. odmian uprawianych w poszczególnych miejscowościach. Z ziarna pochodzącego z Osin izolowano: od 6,8% ('Euforia') do 32,4% ('RGT Bilanz'), z Grabowa od 5,5% ('Owacja') do 32,7% ('Artist') a z Chomentowa – od 6,5% ('Delawar') do 24,5% ('RGT Bilanz') grzybów rodzaju *Fusarium*, – tab. 3. Tabele 3a, 3b i 3c ilustrują grupy jednorodnie zasiedlenia przez *Fusarium* spp. ziarna pszenicy ozimej pochodzącego z uprawy w różnych miejscowościach.

Reakcja na porażenie ziarna przez *Fusarium* spp. u większości badanych odmian różniła się w zależności od miejscowości, w której była uprawiana. Ziarno odmiany 'Euforia' pochodzące z uprawy w Osinach (6,8%) i z uprawy w Grabowie (8,5%) charakteryzowało się niskim procentem porażenia, natomiast ziarniaki tej odmiany pochodzące z uprawy w Chomentowie (21,8%) należało do grupy odmian o najwyższym procencie zasiedlenia przez te patogeny (tab. 3a, 3b i 3c). Należy jednak zauważyć, że niektóre odmiany, niezależnie od miejsca uprawy, charakteryzowały stosunkowo niskim (np. 'Formacja'), lub bardzo wysokim (np. 'RGT Bilanz') procentem zasiedlonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków (tab. 3a, 3b i 3c).

Tab. 3a. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych odmianach pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2020 roku – grupy jednorodne

[illegible]

Tab. 3b. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych **odmianach pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w **Grabowie w 2020 roku** – grupy jednorodne

[illegible]

Tab. 3c. Zasiedlenie ziarna przez *Fusarium* spp. [w %] na wybranych **odmianach pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w **Chomentowie w 2020 roku – grupy jednorodne**

[illegible]

c																
d																
e																
f																
g																
h																
i																

Zróżnicowane porażenie pszenicy ozimej przez *Fusarium* spp. wymusza rozpatrywanie przydatności odmian do uprawy ekologicznej oddzielnie dla poszczególnych lokalizacji. Jednoroczne wyniki badań wskazują, że pod kątem zagrożenia pszenicy ozimej przez *Fusarium* spp. najbardziej przydatnymi odmianami do uprawy są: w Osinach – ‘Euforia’ oraz ‘Hybery’, ‘Ostka Gruboziarnista Grodkowicka’, ‘Formacja’, ‘Bonanza’ i ‘Plejada’ (tab. 3a – grupa jednorodna „f”), w Grabowie – ‘Owacja’ i ‘Formacja’ oraz ‘Comandor’ i ‘Euforia’ (tab. 3b – grupa jednorodna „h”) natomiast w Chomentowie – ‘Delawar’ oraz , ‘Hondia’, ‘Formacja’ i ‘Bonanza’ (tab. 3c – grupa jednorodna „i”). Najwyższy procent porażonych przez *Fusarium* spp. ziarniaków pochodzących z Osin i Chomentowa stwierdzono na odmianie ‘RGT Bilanz’ a pochodzących z uprawy w Grabowie – na odmianie ‘Artist’ – tab. 3a, 3b i 3c.

Skład gatunkowy *Fusarium* spp. zasiedlających ziarno pochodzące z uprawy pszenicy ozimej w różnych miejscowościach był do siebie zbliżony. Najczęściej izolowanymi gatunkami były: w Osinach – *F. tricinctum* i *F. avenaceum* (po około 30% ogólnej liczby wyizolowanych *Fusarium* spp.), w Grabowie – *F. avenaceum* (około 54% ogólnej liczby wyizolowanych *Fusarium* spp.) natomiast w Chomentowie *F. tricinctum* (około 39% ogólnej liczby wyizolowanych *Fusarium* spp.). Ponadto wyodrębniono: *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. poae* i *F. sporotrichioides* (tab. 4, 5 i 6).

Tab. 4. Gatunki grzybów rodzaju *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2020 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

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 <i>Fusarium</i> spp.
Artist	5,0	3,2		3,5		5,0	16,7
Bonanza	5,0					5,0	10,0
Comandor	5,0	3,5			1,5	1,0	11,0
Delawar	3,5			1,5		8,2	13,2
Euforia	1,8	2,0			1,5	1,5	6,8
Formacja	3,5			6,5			10,0
Hondia	5,0	6,8	1,5	6,5		6,2	26,0
Hybery	5,0	1,5			1,5		8,0
KWS Spencer	8,2		6,5	1,5		6,8	23,0
Medalistka	8,5		8,5			10,0	27,0
Ostka Grub. Gr.			1,5		1,8	5,0	8,3
Owacja	5,0					8,5	13,5

Plejada	3,5			3,5		3,8	10,8
RGT Bilanz	8,5	8,2	5,0	3,2	1,0	6,5	32,4
RGT Kilimanjaro	5,0	1,5	1,2	5,0		3,5	16,2
Tytanika	5,0		5,0	8,2		6,5	24,7
Średnio	4,8	1,7	1,8	2,5	0,5	4,8	16,1

Tab. 5. Gatunki grzybów rodzaju *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w Grabowie w 2020 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tricinatum</i>	Razem <i>Fusarium</i> spp.
Artist	16,5	1,5		6,5		8,2	32,7
Bonanza	11,5		1,5			1,0	14,0
Comandor	3,0	1,5	1,2		1,5	1,0	8,2
Delawar	8,2	1,8	1,0	1,5		1,5	14,0
Euforia				3,5		5,0	8,5
Formacja	1,5		1,8	1,5		1,0	5,8
Hondia	8,2				1,5	1,5	11,2
Hybery	8,0			0,2		3,5	11,7
KWS Spencer	13,2	1,5		1,2		3,5	19,4
Medalistka	5,0	1,5	1,0		1,0	3,5	12,0
Ostka Grub. Gr.	5,0	1,5		3,5			10,0
Owacja	3,5		0,5	1,5			5,5
Plejada	6,8		1,2	1,0	1,0		10,0
RGT Bilanz	18,2		3,0	1,5		4,5	27,2
RGT Kilimanjaro	8,5		3,5		1,2	1,8	15,0
Tytanika	6,8	1,2		15,0		1,0	24,0
Średnio	7,7	0,7	0,9	2,3	0,4	2,3	14,3

Tab. 6. Gatunki grzybów rodzaju *Fusarium* wyizolowane z ziarniaków **pszenicy ozimej** uprawianej w systemie ekologicznym w Chomentowie w 2020 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tricinatum</i>	Razem <i>Fusarium</i> spp.
Artist	3,5			11,5		8,2	23,2
Bonanza	3,3			5,0		1,0	9,3
Comandor	3,5			3,5		3,8	10,8
Delawar	5,0					1,5	6,5
Euforia	6,5			6,8		8,5	21,8

Formacja	1,5	3,5		1,2	1,5	1,0	8,7
Hondia	3,5			1,0		3,5	8,0
Hybery		1,5		10,0		3,5	15,0
KWS Spencer	3,5			6,8		6,5	16,8
Medalistka	1,5		1,0	1,5		6,8	10,8
Ostka Grub. Gr.			3,5	10,0		3,2	16,7
Owacja	1,5	1,5	3,5	3,8		3,5	13,8
Plejada				3,2		10,0	13,2
RGT Bilanz	1,5	1,2		6,8		15,0	24,5
RGT Kilimanjaro	3,2			1,5		6,5	11,2
Tytanika	3,5		3,8	3,2		6,8	17,3
Średnio	2,6	0,5	0,7	4,7	0,1	5,6	14,2

Z innych grzybów zasiedlających ziarno pszenicy ozimej głównie izolowano gatunki: *Alternaria alternata* (Osiny – 64,5%, Grabów – 51,7% i Chomentowo – 71,6%) oraz *Epicoccum nigrum* (odpowiednio 34,2%, 45,3% i 24,0%). Ponadto izolowano: *Acremoniella fusca*, *Arthrinium phaeospermum*, *Aspergillus niger*, *Aureobasidium pullulans*, *Bipolaris sorokiniana*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum*, *Gonatobotrys simplex*, *Khuskia oryzae*, *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma viride* (tab. 7, 8 i 9)

Tab. 7. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Osinach w 2020 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremoniella fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Khuskia oryzae</i>	<i>Penicillium</i> spp.
Artist		76,5							13,5		
Bonanza	1,0	60,0	3,0				1,2		51,5	0,5	
Comandor		73,2			1,0				45,0	1,0	
Delawar		68,3	3,0		5,0				31,8	1,2	
Euforia		73,2	1,0		1,5				38,2		1,0
Formacja		78,3							26,8		1,2
Hondia		58,2	1,0		1,2		1,0		30,0	3,5	
Hybery		66,5	1,0		1,5		1,5	3,5	36,5		3,5
KWS Spencer	0,5	56,8	6,5		1,0				38,0	5,0	
Medalistka		53,2	6,5		3,2		1,0		36,5	5,0	
Ostka Grub. Gr.		63,2	3,2		3,5			1,5	30,0	1,0	
Owacja		61,5	3,2		1,5		3,5	1,0	31,7		
Plejada		76,8	1,2						36,5	1,0	0,5
RGT Bilanz		53,5	3,2	1,5					31,5	5,0	
RGT Kilimanjaro		61,7			1,0	1,5	3,5		38,2	6,8	
Tytanika		51,5	1,5		1,2				31,8		1,0
Średnio dla odmian	0,1	64,5	2,1	0,1	1,4	0,1	0,7	0,4	34,2	1,9	0,5

Tab. 8. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Grabowie w 2020 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremonia fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gonatotryps simplex</i>	<i>Khushia oryzae</i>	<i>Mucor spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>
Artist (Memory)		46,5	3,5		1,0	1,5		3,5	45,0	1,2				
Bonanza	1,0	45,0	5,0		1,2	2,5		3,0	56,8		1,5		1,0	
Comandor	1,0	61,8	3,0		1,0	1,5		1,2	46,8	1,5	1,5			
Delawar		43,0	3,0		3,5		5,0	2,8	45,0	1,0	3,0			
Euforia		56,8	5,0	1,2	1,5		1,0		46,5			1,0		
Formacja	3,0	66,8	3,5		1,0		1,5	1,2	50,0		1,0		3,0	
Hondia		53,5	5,0		3,5	1,5	3,8	3,5	43,2	3,5	5,0	0,5		
Hybery		50,0	3,0		3,5	3,2	3,5	3,5	46,8		8,5			
KWS Spencer	1,0	48,2	3,5		1,0	3,2	1,5	1,2	48,0	3,5				
Medalistka		50,0	6,8		6,5	1,0	5,0	1,2	46,5	1,0	1,5			
Ostka Grub. Gr.		51,5	5,0		6,8	3,5	1,2	3,0	26,5		8,5			
Owacja		46,5	3,0		1,5	1,0	3,2	3,0	46,2	1,0	1,5		1,0	6,0
Plejada	1,0	51,5	1,2		5,0	3,5	1,0	3,5	50,0	1,0	3,0	0,5		
RGT Bilanz		57,5	3,0		4,5	3,0	2,0	3,0	41,0	1,0	3,0			
RGT Kilimanjaro		56,8	1,0		1,5	1,5		3,5	48,2	3,0	3,2			
Tytanika		41,8	1,0		1,5	5,0	3,2	1,2	38,2		6,8			
Średnio dla odmian	0,4	51,7	3,5	0,1	2,8	2,0	2,0	2,4	45,3	1,1	3,0	0,1	0,3	0,4

Tab. 9. Inne grzyby wyizolowane z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w Chomentowie w 2020 roku [% zasiedlonych ziarniaków]

Odmiana	<i>Acremonia fusca</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Gonatotryps simplex</i>	<i>Khushia oryzae</i>	<i>Penicillium spp.</i>
Artist		73,2	1,0		5,0			1,2	11,5	1,0		
Bonanza	1,0	65,0	3,5		8,5				25,0			
Comandor	1,0	75,0	10,0		6,5	1,0			16,8		1,2	1,0
Delawar		76,8	3,5		3,5	1,0		1,0	33,2			
Euforia		76,5	5,0	1,0	3,0	1,5			23,5		3,2	1,0
Formacja		71,8	5,0		5,0	1,0			28,0	1,0	1,5	
Hondia		86,5	5,0		1,2			1,0	18,2	5,0		
Hybery	1,0	78,5	3,0		1,0	1,2		1,5	18,5	1,0	1,0	
KWS Spencer		65,0	5,0				3,8	1,0	25,0	1,0	1,0	1,0
Medalistka	1,0	72,0	3,0		3,5			1,0	23,2	1,5	5,0	
Ostka Grub. Gr.		68,2	1,2		3,5				21,8		5,0	
Owacja		65,0	3,2		1,0			1,5	30,0	1,0	5,0	
Plejada		78,2	5,0						30,0	1,5		
RGT Bilanz		63,2			1,0				23,2		1,2	
RGT Kilimanjaro		71,8	1,0		3,5	1,0	1,0	1,2	26,8	1,0	6,5	1,0
Tytanika		58,2	6,5		1,0			1,0	28,5	3,2	5,0	
Średnio dla odmian	0,3	71,6	3,8	0,1	3,0	0,4	0,3	0,7	24,0	1,1	2,2	0,3

Współczynniki korelacji

Analizę korelacji przeprowadzono dla grzybów, których liczebność wynosiła co najmniej 5% zasiedlonych ziarniaków w jednej z miejscowości. Jako hipotezę zerową przyjęto brak zależności (korelacji), w której $F_{obl} < F_{tab}$.

Obliczenia przeprowadzone na jednorocznych wynikach badań mykologicznych ziarna pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w trzech miejscowościach wykazały istnienie pewnych zależności pomiędzy grzybami zasiedlającymi ziarno (tab. 10).

Tab. 10. Zależności pomiędzy najliczniej izolowanymi grzybami z ziarna pszenicy ozimej w 2020 r.

Badane grzyby	Współczynnik regresji liniowej „b”	Współczynnik „a”	Współczynnik korelacji „r”	F_{obl}/F_{tab}	Równanie regresji Y_p	Korelacja
<i>Fusarium</i> spp. – <i>A. alternata</i>	-0,5307	70,4930	-0,3343	$F_{obl} > F_{tab}$	$y = -0,53x + 70,49$	tak
<i>Fusarium</i> spp. – <i>E. nigrum</i>	-0,2060	37,5538	-0,1315	$F_{obl} < F_{tab}$	$y = -0,21x + 37,55$	nie
<i>A. alternata</i> – <i>E. nigrum</i>	-0,6346	74,2126	-0,6433	$F_{obl} > F_{tab}$	$y = -0,63x + 74,21$	tak

Fusarium spp. – *Alternaria alternata*

Współczynnik korelacji $r = -0,3343$ ($F_{obl} > F_{tab}$)

Wartość r oraz $F_{obl} > F_{tab}$ wskazują ujemną (słabą do umiarkowanej) zależność pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *Fusarium* spp. a *A. alternata*. Wzrost zasiedlenia ziarna przez *Fusarium* spp. powoduje zmniejszenie zasiedlenia przez *A. alternata* (i na odwrót).

Fusarium spp. – *Epicoccum nigrum*

Współczynnik korelacji $r = -0,1315$ ($F_{obl} < F_{tab}$)

Wartość r oraz $F_{obl} < F_{tab}$ wskazują na brak zależności pomiędzy badanymi grzybami..

Alternaria alternata – *Epicoccum nigrum*

Współczynnik korelacji $r = -0,6433$ ($F_{obl} > F_{tab}$)

Wartość r oraz $F_{obl} > F_{tab}$ wskazują ujemną (umiarkowaną do dość silnej) zależność pomiędzy zasiedleniem ziarna przez *A. alternata* a *E. nigrum*. Wzrost zasiedlenia ziarna przez *A. alternata* powoduje zmniejszenie zasiedlenia przez *E. nigrum* (i na odwrót).

Mykotoksyny

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

Zgodnie z „Rozporządzeniem Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych”, zawartość deoksyniwalenolu (DON) w nieprzetworzonych zbożach innych niż pszenica durum, owies i kukurydza nie może przekraczać $1250 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, natomiast zawartość

zearalenonu (ZEA) w nieprzetworzonych zbożach innych niż kukurydza nie może przekraczać $100 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Zearalenon (ZEA) stwierdzono w próbach ziarna odmiany 'Comandor' pochodzącego z uprawy pszenicy w Osinach ($74,563 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i w Chomentowie ($41,397 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz w ziarnie odmiany 'Formacja' ($36,599 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) pochodzącego z Chomentowa. W żadnej z tych prób zawartość ZEA nie przekraczała dopuszczalnej normy (tab. 11).

Deoksyniwalenol (DON) nie wykryto w żadnej z badanych prób (tab. 11).

Wysoką zawartość niwelanolu (NIV) wykryto we wszystkich badanych próbach ziarna. Stężenie tej mykotoksyny wynosiło od $2359,720 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $4680,222 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 11).

Tab. 11. Zawartość wybranych mykotoksyn w ziarnie pszenicy ozimej, uprawianej w systemie ekologicznym, 2020

Odmiana	System uprawy ¹	ZEA [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	DON [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	NIV [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]
Osiny				
Comandor	E ¹	74,563	nd	3076,194
Formacja	E	nd	nd	2359,720
Grabów				
Comandor	E	nd	nd	4028,281
Formacja	E	36,599	nd	4680,222
Chomentowo				
Comandor	E	41,397	nd	3035,633
Formacja	E	nd	nd	4398,707

¹/ E – s. ekologiczny

Oznaczono również zawartość wybranych mykotoksyn w zebranych ziarnie dwóch odmian pszenicy ozimej ('Comandor' i 'Formacja') uprawianych w systemie ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze w Osinach.

Tab. 12. Zawartość wybranych mykotoksyn w ziarnie pszenicy ozimej uprawianej w różnych systemach, Osiny 2020

Odmiana	System uprawy ¹	ZEA [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	DON [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]	NIV [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]
Comandor	E	74,563	nd	3076,194
Comandor	I	23,667	nd	4678,465
Comandor	K	nd	nd	6832,865
Comandor	M	nd	nd	7629,076
Formacja	E	nd	nd	2359,720
Formacja	I	nd	nd	4557,732
Formacja	K	nd	nd	4914,203
Formacja	M	nd	nd	5516,639

¹/ E - s. ekologiczny, I – s. integrowany, K – s. konwencjonalny, M - monokultura

Niewielkie stężenie ZEA wykryto jedynie w próbach ziarna odmiany 'Comandor' pochodzącego z uprawy ekologicznej i integrowanej, nie przekraczały one jednak dopuszczalnej normy dla ziarna nieprzetworzonych zbóż innych niż kukurydza ($100 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – (tab. 12).

W ziarnie badanych prób nie stwierdzono obecności DON (tab. 12).

NIV wykryto we wszystkich badanych próbach ziarna. Na podstawie ustanowień Komitetu Naukowego ds. Żywności (SCF) można wnioskować, że zawartość NIV w badanych próbach była bardzo wysoka (tab. 12).

Komitet Naukowy ds. Żywności (SCF) w „Rozporządzeniu Komisji (WE) NR 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do toksyn *Fusarium*” oraz w Rozporządzeniu Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ocenił i ustanowił wysokość tolerowanego dziennego pobrania (TDI) dla wybranych mykotoksyn:

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

Na podstawie tych ustanowień można wnioskować, że zawartość NIV w ziarnie badanych prób pszenicy ozimej była bardzo wysoka.

Podsumowanie

Uprawa w systemie ekologicznym

1. W 2020 roku zaobserwowano duże zróżnicowanie objawów fuzariozy kłosów pszenicy ozimej. W zależności od lokalizacji uprawy procent ich porażenia wynosił od 0,5% do 9,0%. Obliczenia statystyczne wykazały istotne różnice w nasileniu choroby zarówno między uprawianymi odmianami jak i miejscowościami, w których prowadzono badania.
2. Jednoroczne badania wskazują, że do uprawy ekologicznej najbardziej przydatnymi z badanych odmian pszenicy ozimej pod kątem zmniejszenia zagrożenia infekcji przez *Fusarium* spp. były:
 - w okolicach Osin – ‘Euforia’ oraz ‘Hybery’, ‘Ostka Grubozbiarnista Grodkowicka’, ‘Formacja’, ‘Bonanza’ i ‘Plejada’,
 - w okolicach Grabowa – ‘Owacja’ i ‘Formacja’ oraz ‘Comandor’ i ‘Euforia’,
 - w okolicach Chomentowa – ‘Delawar’ oraz , ‘Hondia’, ‘Formacja’ i ‘Bonanza’.
3. Z ziarniaków pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym najliczniej izolowanym gatunkiem był *F. avenaceum* i *F. tricinctum*. Pozostałe gatunki: *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, izolowano w mniejszym stopniu albo sporadycznie.
4. Z innych grzybów zasiedlających ziarno zbóż dominującym gatunkiem był *A. alternata*, następnie *E. nigrum*.
5. Analiza korelacji wykazała pewne zależności pomiędzy grzybami zasiedlającymi ziarno pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym (*Fusarium* spp. – *A. alternaria* oraz *A. alternaria* – *E. nigrum*).
6. W badanych próbach ziarna stężenie ZEA nie przekraczało dopuszczalnej normy.
7. Nie wykryto występowania DON w badanych próbach ziarna pszenicy ozimej.
8. We wszystkich badanych próbach wykryto bardzo wysokie stężenie NIV.

Zadanie 5. Ocena wartości wypiekowej mąki z ziarna nowych odmian pszenicy ozimej i jej przydatność do produkcji pieczywa oraz wpływ procesów przerobu ziarna na zawartość substancji bioaktywnych.

5.1. Ocena wartości wypiekowej mąki z ziarna nowych odmian pszenicy ozimej i jej przydatność do produkcji pieczywa

Pszenica jest jednym z najważniejszych rodzajów zbóż uprawianych w Polsce. W 2020 roku areał uprawy pszenicy wynosił ok. 2,5 mln ha, a zbiory ziarna zostały oszacowane na 11,6 mln ton. W uprawie dominuje pszenica ozima, uprawiana w naszym kraju na obszarze ok. 2,0 mln ha [Internet 1]. Podstawowym kierunkiem wykorzystania ziarna pszenicy jest produkcja różnych typów mąki będących surowcem do produkcji pieczywa, wyrobów ciastkarskich, makaronów, klusek, pierogów, naleśników itp. Mąki uzyskane z przemiału ziarna pszenicy powinny charakteryzować się określonymi cechami użytkowymi, pożądanymi w procesie ich dalszego przerobu [Cacak-Pietrzak 2008].

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

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

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

Główną rolę w procesie powstawania ciasta i wypieku chleba pszennego odgrywają białka, a szczególnie białka glutenowe – gliadyny i gluteniny. Są one białkami polimerycznymi, o szczególnych właściwościach fizycznych, takich jak elastyczność i sprężystość. Gliadyny i gluteniny po zmieszaniu z wodą tworzą charakterystyczny dla struktury ciasta pszennego kompleks glutenowy. Białka glutenowe pełnią funkcję strukturotwórczą w pieczywie, co wynika z ich zdolności do tworzenia rozgałęzionej struktury, która w czasie miesienia ciasta otacza napęczniałe ziarenka skrobi i warunkuje zatrzymywanie gazów wytwarzanych podczas fermentacji ciasta [Ambroziak 1998, Wieser 2007]. Gluten o odpowiedniej jakości powinien cechować się dużą wodorochłonnością, elastycznością i sprężystością. Z mąki o takim glutenie uzyskuje się dobrze wyrośnięte pieczywo, o równomiernie porowatym, elastycznym miękiszu [Ambroziak 1998]. Według PN-A-74022:2003 ilość glutenu mokrego wymytego z mąk pszennych niskowyciągowych (z wyjątkiem mąki tortowej) nie powinna być mniejsza niż 25%, a jego rozptywalność nie powinna przekraczać 9 mm. Zastosowanie do produkcji pieczywa mąki

o nieodpowiedniej ilości i jakości białek glutenowych może powodować problemy już na etapie przygotowania ciasta, które będzie kleić się do maszyn w czasie obróbki mechanicznej, a podczas rozrostu końcowego może nastąpić rozpływanie kęsów ciasta. W rezultacie uzyskane pieczywo wykazuje szereg wad, takich jak: mała objętość, płaski kształt, popękana odstająca skórka, nierównomiernie porowaty miękisz [Ambroziak 1998].

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

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

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

W metodzie pośredniej przygotowanie ciasta przebiega dwuetapowo. W pierwszym etapie sporządza się tzw. podmłode – z połowy ilości mąki, 2/3 ilości wody oraz całej ilości drożdży, którą następnie poddaje się fermentacji, trwającej 3-3,5 godziny. Następnie dodaje się pozostałą ilość mąki, wody, sól oraz ewentualne pozostałe surowce (np. tłuszcz, cukier), i poddaje ponownej fermentacji (30-40 minut). Kolejne etapy produkcji są takie same jak podczas opisanej wyżej metody bezpośredniej. Pieczywo uzyskane z zastosowaniem metody pośredniej odznacza się na ogół lepszą jakością (większa objętość bochenka, równomierna porowatość miękiszu, lepsze cechy smakowo-zapachowe), ale pod warunkiem, że użyta do jego produkcji mąka była tzw. mąką mocną (duża wydajność glutenu, dobra jakość glutenu). Metodę tę stosuje się najczęściej do produkcji pszennego pieczywa wyborowego oraz półcukierniczego [Haber i Sobczyk 2014].

Cel pracy, metodyka

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

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno 16. ozimych odmian pszenicy zwyczajnej: Artist (grupa jakościowa B), Bonanza (B), Comandor (A), Delawar (A), Euforia (A), Formacja (A), Hondia (A), Hybery (B), Medalistka (B), Ostka Grubozianista Grodkowicka, Owacja (B), Plejada (B), RGT Bilanz (B), RGT Kilimanjaro (A), Spencer i Tytanica (B). Ziarno pochodziło z doświadczenia polowego przeprowadzonego w sezonie 2019/2020 w Stacji Doświadczalnej w Osinach, należącej do IUNG-PIB w Puławach.

Badania laboratoryjne zostały przeprowadzone w Zakładzie Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż Katedry Technologii i Oceny Żywności SGGW w Warszawie, z wykorzystaniem metod powszechnie stosowanych do oceny przetworów zbożowych – mąki i pieczywa [Jakubczyk i Haber 1983].

Przemiał ziarna na mąki jasne (niskowyciągowe) przeprowadzono w dwupasażowym młynie laboratoryjnym Quadrumat Senior (Brabender, Niemcy). Przed przemiałem ziarno poddano procesowi czyszczenia na granoteście (Brabender, Niemcy) oraz kondycjonowaniu do wilgotności 14,5%. Na podstawie ilości uzyskanych produktów obliczono wydajność mąki ogółem.

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

- barwę na fotokolorymetrze CR-200 (Konica Minolta, Japonia) w systemie CIE w układzie $L^*a^*b^*$ [Biller i Wierzbicka 2003],
- zawartość popiołu – metodą spopielenia w piecu muflowym FCF S (Czylok, Polska) w temp. 900°C przez 60 minut [PN-EN ISO 2171: 2010],
- wilgotność – metodą suszenia w konwekcyjnej suszarce laboratoryjnej SUP-65W (Wamed, Polska) w temp. 130°C przez 60 minut [PN-EN ISO 712: 2012],
- zawartość białka ogółem – metodą Kjeldahla (Nx5,83) w urządzeniu Kjelttec 8200 (Foss, Szwecja) [PN-EN ISO 20483: 2014-02],
- wydajność glutenu mokrego i indeks glutenu w urządzeniu Glutomatic 2200 (Perten Instruments, Szwecja) [PN-EN ISO 21415-2: 2015],
- liczbę opadania – metodą Hagberga-Pertena w urządzeniu Falling Number (Perten Instruments, Szwecja) [PN-EN ISO 3093:2010].

Przydatność mąk do produkcji pieczywa określano w sposób bezpośredni – przeprowadzając próbny wypiek laboratoryjny. Ciasto (o wydajności 160%) przygotowano z 500 g mąki o wilgotności 14,0%, 300 cm³ wody, 15 g drożdży piekarskich i 7,5 g soli kuchennej w mieszarce SP-800A (czas mieszania 5 minut). Fermentacja przebiegała dwustopniowo – z przebicciem ciasta po 60 i 90 minutach, rozrost końcowy ciasta

prowadzono w foremkach, wypiek odbywał się w piecu firmy Svena Dahlen DC-32E (Sveba Dahlen, Szwecja) w temperaturze 230°C przez 30 minut.

Ocenę przebiegu procesu wypieku przeprowadzono w oparciu o obliczenia (Jakubczyk i Haber 1983):

- upieku i straty wypiekowej całkowitej,
- wydajności pieczywa.

Analizę jakości pieczywa przeprowadzono po 24 godz. od wypieku (pieczywo przechowywano w warunkach pokojowych). Obejmowała ona ocenę (Jakubczyk i Haber 1983):

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

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

Wyniki oceny wydajności i cech fizyko-chemicznych mąki

Wydajności (wyciągi) mąki uzyskanej z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy mieściły się w zakresie od 73,6 do 80,4%; średnia 76,5% (tab. 1). Były one porównywalne z wydajnościami mąk niskowyciągowych, uzyskiwanych w przemysłowych młynach pszennych. Według wymagań zawartych w klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy opracowanej w COBORU [Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński 1996] ogólny wyciąg mąki uzyskanej z ziarna pszenicy zaliczanej do grupy elitarnej nie powinien być mniejszy niż 72%. Wymaganie to spełniało ziarno wszystkich badanych odmian pszenicy.

Zawartość popiołu w badanych mąkach wynosiła od 0,62 do 0,74% s.m.; średnia 0,67% s.m. (tab. 1). Najniższą popiołowością odznaczały się mąki z ziarna pszenicy odmian: Hybery, KWS Bilanz, Spencer, Hondia i RGT Kilimanjaro. Najwięcej składników mineralnych (popiołu) zawierały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy odmian Euforia, Comandor, Tytanica, Bonanza i Formacja.

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

Odmiana	Wydajność mąki [%]	Popiół [% s.m.]	Parametry barwy		
			L [*] [-]	a [*] [-]	b [*] [-]
Artist	77,2	0,67	92,13	-0,86	+10,50
Bonanza	73,7	0,72	93,92	-0,74	+11,44
Comandor	73,6	0,73	93,94	-0,29	+10,15
Delawar	77,8	0,67	94,97	-0,45	+10,18
Euforia	80,4	0,74	94,14	-0,05	+9,48
Formacja	75,6	0,72	94,26	-0,55	+11,48
Hondia	76,0	0,63	95,32	-0,34	+9,38
Hybery	74,9	0,62	94,89	-0,67	+8,56
Medalistka	77,0	0,65	94,56	-0,38	+9,83
Ostka Grub.Grodk.	74,4	0,68	94,73	-0,24	+9,03
Owacja	79,8	0,68	94,19	-0,66	+11,16
Plejada	80,0	0,66	94,39	-0,22	+8,76
RGT Bilanz	75,6	0,62	94,54	-0,52	+9,78
RGT Kilimanjaro	77,7	0,63	94,88	-0,55	+9,51
Spencer	75,7	0,62	94,56	-0,56	+10,19
Tytanica	74,5	0,73	93,75	-0,55	+11,17
Średnia	76,5	0,67	94,32	-0,48	+10,04

Zawartość substancji mineralnych (popiołu) ma duży wpływ na barwę mąki. Im większa jest popiołowość mąki tym jej barwa jest ciemniejsza, co wynika z większej zawartości rozdrobnionych cząstek okrywy owocowo-nasiennej [Cacak-Pietrzak 2008]. Wartości parametru L^{*} (jasność barwy) mieściły się w zakresie od 92,13 do 95,32; średnia 94,32 (tab. 1). Najwyższymi wartościami parametru L^{*} cechowały się mąki z ziarna pszenicy odmian: Hondia, Delawar, Hybery i RGT Kilimanjaro. Wartości współrzędnej chromatyczności barwy a^{*} mieściły się w zakresie od -0,86 do -0,05; średnia -0,48. Wszystkie badane mąki cechowały się większym udziałem w barwie odcienia zielonego (ujemne wartości a^{*}) niż czerwonego (dodatnie wartości a^{*}). Wartości współczynnika b^{*} na podstawie którego można określić udział barwy żółtej (wartości dodatnie b^{*}) lub niebieskiej (wartości ujemne b^{*}) mieściły się w zakresie od 8,56 do 11,48; średnia 10,04. Najwyższymi wartościami tego parametru barwy cechowały się mąki z ziarna pszenicy odmian: Formacja, Bonanza, Tytanica i Owacja.

Zawartość białka ogółem w badanych mąkach mieściła się w zakresie od 9,42 do 14,07% s.m.; średnia 11,04% s.m. (tab. 2). Największą zawartością tego składnika odznaczała się mąka otrzymana z przemiału ziarna pszenicy ościstej – odmiany Ostka Grub. Grodkowicka. Poniżej 10% białka ogółem zawierała mąka z ziarna pszenicy odmiany Hybery. W pozostałych mąkach, z wyjątkiem mąki z ziarna pszenicy odmian Artist, Comandor, Euforia i Hondia ogólna zawartość białka nie przekraczała poziomu 11%. Stosunkowo niska ogólna zawartość białka w badanych mąkach wynikała z prowadzenia uprawy pszenicy w systemie ekologicznym, w którym zabronione jest stosowanie nawożenia łatwo przyswajalnym przez rośliny azotem mineralnym. Podobną zawartością białka ogółem

(średnia 10,8% s.m.) cechowały się mąki z ziarna ozimych odmian pszenicy z uprawy ekologicznej, we wcześniejszych czteroletnich badaniach [Cacak-Pietrzak 2011]. Na jeszcze mniejszą ogólną zawartość białka w mąkach z ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej wskazują inni autorzy [Bartnik 1994].

Wydajność glutenu mokrego wymytego z większości badanych mąk również była niska, wynosiła od 16,0 do 36,1%; średnia 22,9% (tab. 2). Według PN-91/A-74022:1992 ilość glutenu w mąkach pszennych niskowyciągowych nie powinna być niższa niż 25%. Wymaganie to spełniały tylko 3 spośród 16. badanych próbek, były to mąki z przemiału ziarna pszenicy odmian Ostka Grub. Grodkowicka (36,1%), Euforia (28,3%) i Comandor (25,4%). Z trzech próbek mąki wymyto poniżej 20% glutenu mokrego. Były to mąki z ziarna pszenicy odmian Hybery (16,0 %), Spencer (18,8%) i RGT Kilimanjaro (19,3%). Na właściwości wypiekowe mąki pszennej, oprócz ilości, wpływa również jakość glutenu. Do celów wypiekowych najlepsze są mąki o wartości indeksu glutenu (IG) mieszczącego się w zakresie 60-90 jednostek. Wartości tego wskaźnika powyżej 90 wskazują na gluten bardzo mocny, natomiast wartości poniżej 60 na gluten słabej jakości [Rothkaehl 2009]. Mała wydajność glutenu wyizolowanego z badanych próbek mąki miała zapewne wpływ na wysokie (powyżej 90 jednostek) wartości IG. Wyjątek stanowił gluten wyizolowany z mąki z ziarna odmiany Ostka Grub. Grodkowicka (IG 56), Euforia (IG 85) oraz Plejada (IG 89). Na podstawie wartości IG gluten wymyty z większości próbek mąki, zakwalifikowano jako mocny.

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

Odmiana	Wilgotność [%]	Białko ogółem [% s.m.]	Gluten mokry [%]	Indeks gluten [-]	Liczba opadania [s]
Artist	13,6	11,78	20,9	100	378
Bonanza	13,5	10,55	21,5	100	354
Comandor	13,6	11,05	25,4	98	369
Delawar	13,6	10,68	24,3	95	359
Euforia	13,5	12,11	28,3	85	369
Formacja	14,0	10,39	22,5	97	389
Hondia	13,7	11,29	23,4	96	391
Hybery	13,6	9,42	16,0	99	325
Medalistka	14,0	10,68	20,6	99	356
Ostka Grub.Grodk.	13,7	14,07	36,1	56	350
Owacja	13,6	10,96	22,8	95	292
Plejada	13,6	10,90	23,0	89	341
RGT Bilanz	13,8	10,91	20,0	100	364
RGT Kilimanjaro	13,7	10,58	19,3	99	395
Spencer	13,6	10,62	18,8	100	371
Tytanica	13,5	10,60	23,9	92	305
Średnia	13,7	11,04	22,9	94	357

Wartości liczby opadania, wskaźnika aktywności enzymów amylolitycznych, mieściły się w zakresie od 292 do 395 s; średnia 357 s (tab. 2). Badane próbki mąki,

z wyjątkiem mąki z ziarna pszenicy odmiany Owacja, cechowały się niską aktywnością enzymów amylolitycznych (liczba opadania > 300 s). Dla mąki przeznaczonej do wypieku pieczywa liczba opadania powinna mieścić się w zakresie 220-280 s [Rothkaehl 2009]. We wszystkich badanych próbkach mąki aktywność enzymów amylolitycznych była na nieco niższym od optymalnego poziomie.

Wyniki wypieku laboratoryjnego pieczywa

Upiek pieczywa otrzymanego z badanych próbek mąki (różnica pomiędzy masą kęsa ciasta uformowanego przed wypiekiem a masą chleba po wyjęciu z pieca) mieścił się w zakresie od 7,1 do 10,6%; średnia 8,9% (tab. 3). Strata piecowa całkowita (różnica pomiędzy masą kęsa ciasta uformowanego przed wypiekiem a masą chleba po wystygnięciu) wynosiła od 11,5 do 14,6%; średnia 13,0%. Najmniejszym upiekiem i stratą piecową całkowitą cechowało się pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Hondia, Euforia, Formacja i Owacja. Wydajność pieczywa (ilość pieczywa uzyskana ze 100 części wagowych mąki) mieściła się w zakresie od 132,3 do 137,4%; średnia 134,8%. Największą wydajność pieczywa uzyskano z mąki z ziarna pszenicy odmian: Hondia, Formacja, Spencer, Bonanza i Owacja.

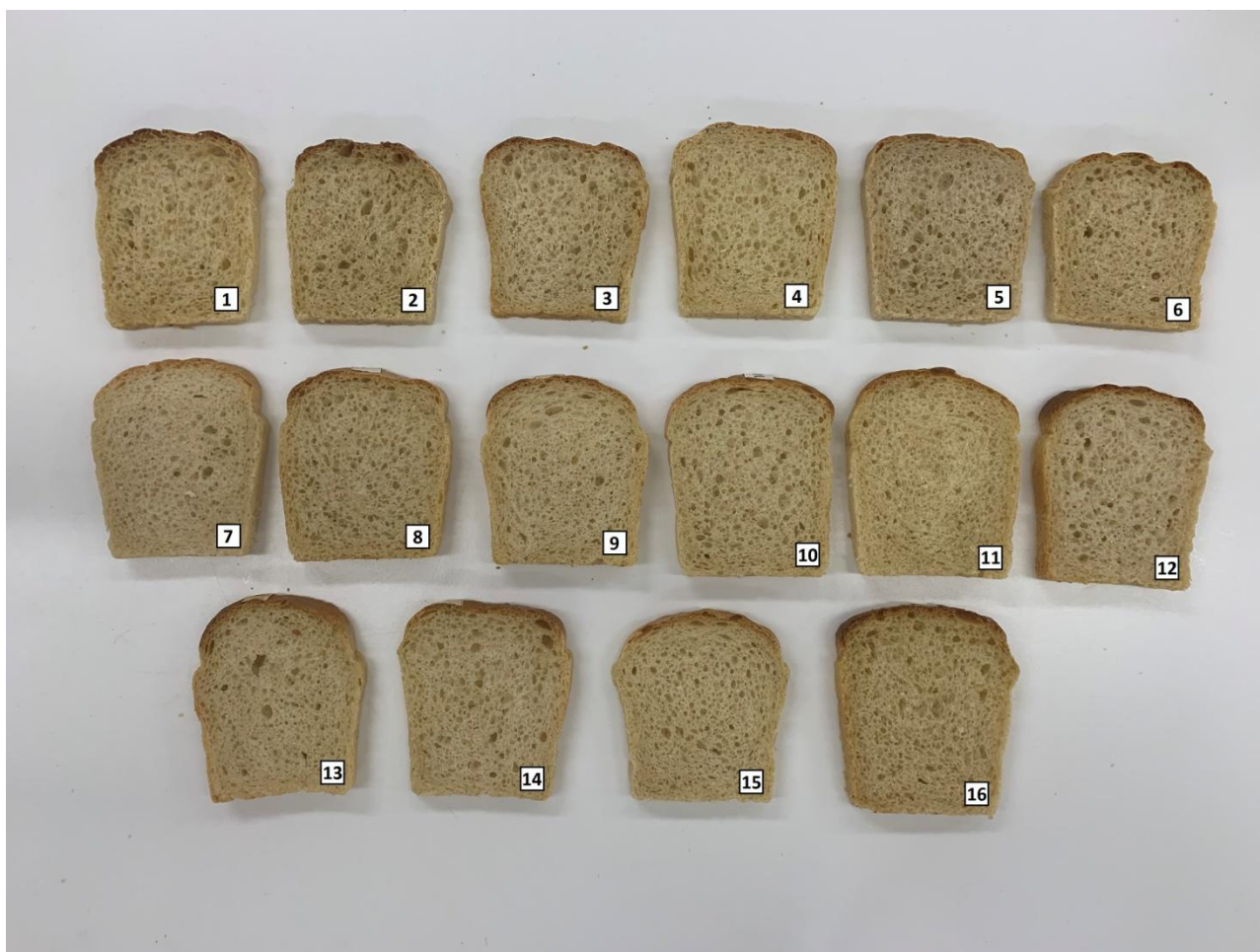
Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się łagodnym smakiem i aromatycznym zapachem, właściwym dla pieczywa pszennego. Kształt bochenków był prawidłowy, typowy dla pieczywa wypiekanego w foremkach. Skórka bochenków chleba miała odpowiednią grubość, barwę od jasno do ciemno brązowej, w przypadku niektórych próbek była nieznacznie popękana i miejscami odstawała od miękiszu. Wyrośnięcie bochenków było zróżnicowane. Objętość w przeliczeniu na 100 g pieczywa wynosiła od 284 do 355 cm³, średnia 318 cm³ (tab. 3). Im większa jest objętość pieczywa w przeliczeniu na tę samą masę tym wyżej oceniana jest jego jakość. Według Jakubczyka i Habera [1983] objętość chleba pszennego zwykłego ocenia się jako bardzo dobrą, gdy wynosi ona ponad 321 cm³/100 g, jako dobrą gdy mieści się w zakresie 320-291 cm³/100 g, dostateczną gdy mieści się w zakresie 290-200 cm³/100 g, a niedostateczną gdy wynosi poniżej 200 cm³ w przeliczeniu na 100 g pieczywa. Połowa spośród badanych bochenków chleba cechowała się bardzo dobrą objętością. Do tej grupy zaliczono chleby otrzymane z mąki z ziarna pszenicy odmian Artist, Delawar, Hondia, Ostka Grodowicka, Owacja, Plejada, RGT Kilimanjaro i Tytanica. Dobrą objętością cechowały się chleby z mąki z ziarna pszenicy odmiany Bonanza, Comandor, Euforia, Hybery, Medalistka i RTG Bilanz. Do grupy o dostatecznej objętości zaliczono chleby z mąki z ziarna pszenicy odmian Formacja i Spencer. Mięksisz pieczywa cechował się na ogół dobrą elastycznością i krajalnością. Był on zróżnicowany pod względem barwy oraz porowatości (fot. 1). Współczynniki porowatości miękiszu wynosiły od 55 do 90. Najbardziej równomierną porowatością odznaczał się mięksisz chleba z mąki z ziarna pszenicy odmiany Owacja, a najniżej pod względem porowatości miękiszu został oceniony chleb z mąki z ziarna pszenicy odmiany Ostka Gruboziaństwa Grodowicka (fot. 2). Według Jakubczyka i Habera [1983] porowatość miękiszu pieczywa zależy od jakości mąki użytej do jego produkcji, przede wszystkim ilości i jakości białek

glutenowych oraz zdolności do zatrzymywania w cieście gazów powstałych podczas procesu fermentacji, ale nie do końca znalazło to potwierdzenie w uzyskanych wynikach.

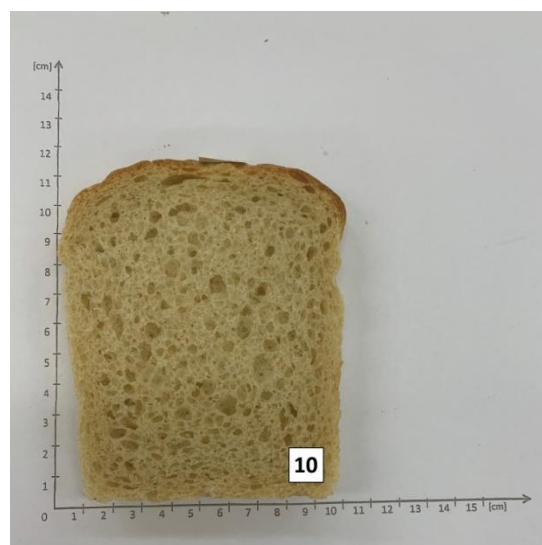
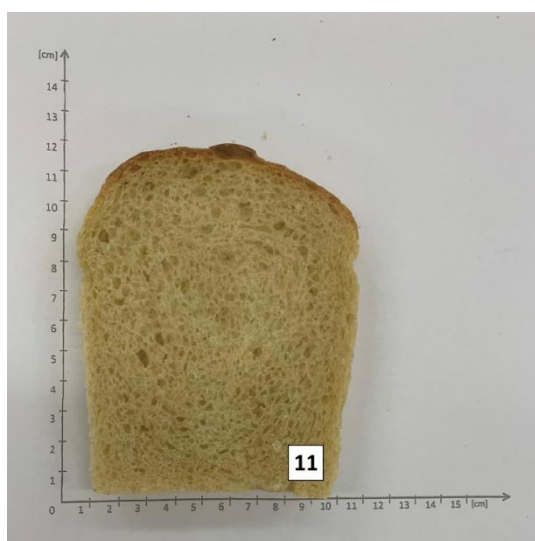
Tabela 3. Wyniki wypieku laboratoryjnego pieczywa

Odmiana	Upiek [%]	Strata piecowa [%]	Wydajność pieczywa [%]	Objętość pieczywa [cm ³]	Wsp. poro- watości [-]	Ocena punktowa [pkt.]
Artist	10,2	14,6	132,3	340	70	28,8
Bonanza	8,1	12,2	136,3	297	60	23,2
Comandor	9,2	13,3	134,6	304	65	25,7
Delawar	8,6	12,1	133,4	337	65	27,3
Euforia	7,4	11,8	135,6	302	60	27,6
Formacja	7,8	11,9	136,8	284	75	27,0
Hondia	7,1	11,5	137,4	331	80	30,4
Hybery	9,6	13,7	134,0	310	75	25,0
Medalistka	9,9	14,2	133,1	298	75	28,4
Ostka Grub.Grodz.	8,2	13,1	134,9	330	55	25,7
Owacja	7,5	11,9	136,3	347	90	29,4
Plejada	10,6	14,4	133,3	324	60	27,4
RGT Bilanz	9,5	13,4	134,9	307	70	26,0
RGT Kilimanjaro	10,0	13,9	133,6	329	70	26,9
Spencer	8,1	12,2	136,8	288	70	26,1
Tytanica	10,5	14,4	133,6	355	75	28,4
Średnia	8,9	13,0	134,8	318	-	27,1

Liczba punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej pieczywa wynosiła średnio od 23,2 do 30,4 (tab. 3). Najwyższej zostało ocenione pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmiany Hondia. Na podstawie ogólnej ilości punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej pieczywo z mąki z ziarna tej odmiany pszenicy zostało zakwalifikowane do I poziomu jakości (28-32 pkt.). Do I poziomu jakości zakwalifikowano również pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian: Artist, Medalistka, Owacja i Tytanica. Pieczywo z mąki z ziarna pozostałych odmian pszenicy zostało zakwalifikowane do II poziomu jakości (27-23 pkt.). Zastrzeżenia oceniających dotyczyły przede wszystkim właściwości miękiszu (nierównomierna porowatość, widoczne zbyt duże pory) oraz wyglądu skórki (popękana, „chropowata”, miejscami odstająca od miękiszu, nierównomiernie wybarwiona). Żadna z próbek pieczywa nie została zakwalifikowana do III (22-18 pkt.) lub IV poziomu jakości (17-8 pkt.) ani zdyskwalifikowana (poniżej 8 pkt.).



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



**Fot. 2. Porównanie porowatości miększu pieczywa: odmiana Owacja (współczynnik porowatości 90),
 odmiana Ostka Grub. Grodkowicka (współczynnik porowatości 55)**

Stwierdzenia i wnioski

1. Wydajności mąki otrzymanej z laboratoryjnego przemiału ziarna były wysokie (od 73,6 do 80,4%), porównywalne z otrzymywanymi w warunkach przemysłowych. Popiołowość mąk mieściła się w zakresie od 0,62 do 0,74% s.m. Mąki cechowały się wysoką jasnością barwy (wartości L 92,13-95,32), z dużym udziałem odcienia żółtego (wartości b* 8,56-11,48).
2. Zawartość białka ogółem w mąkach wynosiła średnio 11,04% s.m., a ilość glutenu mokrego 22,9%. Największą zawartością substancji białkowych odznaczała się mąka z przemiału ziarna pszenicy ościstej odmiany Ostka Grodowicka. Większość próbek mąki cechowała się mocnym glutenem. Aktywność enzymów amylolitycznych w badanych mąkach była na niskim poziomie (wartości liczby opadania od 292 do 395 s).
3. Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się właściwym, typowym dla pieczywa pszennego łagodnym smakiem i aromatycznym zapachem. Objętość pieczywa mieściła się w zakresie od 284 do 355 cm³. Miększy chlebów cechował się na ogół dobrą elastycznością i krajalnością. Porowatość miększa była zróżnicowana (współczynniki porowatości od 55 do 90). Na podstawie ogólnej liczby punktów przyznanych podczas oceny organoleptycznej do I poziomu jakości zakwalifikowano pieczywo z mąki z ziarna pszenicy odmian Artist, Hondia, Medalistka, Owacja i Tytanica. Pieczywo z mąki z ziarna pozostałych badanych odmian pszenicy zostało zakwalifikowane do II poziomu jakości.
4. Na podstawie uzyskanych wyników badań dotyczących przydatności ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej jako surowca do produkcji pieczywa stwierdzono, że wymagania przemysłu piekarskiego w największym stopniu spełniały mąki otrzymane z przemiału ziarna pszenicy odmian Hondia i Owacja.

Literatura:

1. Ambroziak A.: 1998. Piekarstwo i ciastkarstwo. WNT, Warszawa.
2. Bartnik M.: 1994. Wartość żywieniowa i technologiczna ekologicznych zbóż i przetworów zbożowych. Przegl. Piek. i Cuk. 42 (12), 32.
3. Biller E., Wierzbicka A.: 2003. Wybrane procesy w technologii żywności. Wyd. SGGW, Warszawa.
4. Cacak-Pietrzak G.: 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. Przegl. Zboż.-Młyn. 52(11), 11-13.
5. Cacak-Pietrzak G.: 2011. Studia nad wpływem ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji roślinnej na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. Wyd. SGGW, Warszawa.
6. Haber T., Sobczyk M. : 2014. Międzyprodukty piekarskie. W: Wybrane zagadnienia z technologii żywności pochodzenia roślinnego. Wyd. SGGW, Warszawa.
7. Internet1:
https://www.kowr.gov.pl/uploads/pliki/aktualnosci/2020.03.03%20KOWR_szacunek%20zbior%C3%B3w%20zb%C3%B3w%20w%20Polsce-1.pdf

8. Jakubczyk T., Haber T. (red.): 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
9. Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.: 1996. Nowe zasady klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy w polskiej ocenie odmian. Przegl. Zboż.-Młyn. 40 (11), 6-8.
10. PN-91/A-74022: 1992. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
11. PN-A-74108: 1996. Pieczywo. Metody badań.
12. PN-EN ISO 21415-2: 2015. Pszenica i mąka pszenna. Ilość glutenu. Część 2. Oznaczanie glutenu mokrego i indeksu glutenu za pomocą urządzeń mechanicznych.
13. PN-EN ISO 2171: 2010. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie popiołu całkowitego
14. PN-EN ISO 3093:2010. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania zgodnie z metodą Hagberga-Pertena.
15. PN-EN ISO 712: 2012. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie wilgotności. Metoda odwoławcza.
16. PN-EN ISO 20483: 2014-02. Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych. Oznaczenie zawartości azotu i przeliczenie na zawartość białka. Metoda Kjeldahla.
17. Rothkaehl J.: 2009. Rynek pszenicy w Polsce. Jakość pszenicy zwyczajnej i system oceny. Wyd. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA, Warszawa.
18. Wieser H.: 2007. Chemistry of gluten proteins. Food Microbiol. 24, 115-119.

5.2. Wpływ procesów przerobu ziarna pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym na zawartość substancji bioaktywnych

Metodyka badań

Oznaczanie kwasów fenolowych i flawonoidów (Stuper-Szablewska i in., 2017; Bilśka i in., 2018)

Oznaczanie kwasów fenolowych i flawonoidów przeprowadzono po wykonaniu hydrolizy zasadowej, a następnie kwasowej. Badane związki ekstrahowane były z fazy nieorganicznej za pomocą eteru dietylowego. Analizę zawartości kwasów fenolowych i flawonoidów przeprowadzono za pomocą chromatografu cieczonego Aquity H class UPLC system z detektorem Waters Acquity PDA (Waters, USA). Rozdziału chromatograficznego dokonano na kolumnie Acquity UPLC® BEH C18 column (150mm×2.1mm, particle size 1.7µm) (Waters, Ireland). Zastosowano elucje gradientową przy użyciu eluentów: A: acetonitryl z 0,1% kwasem mrówkowym, B: 1% wodny roztwór kwasu mrówkowego (pH=2). Stężenie kwasów fenolowych oraz flawonoidów analizowano przy dwóch długościach fali $\lambda=320$ nm and 280 nm. Poszczególne związki identyfikowano na podstawie porównania czasu retencji z czasem retencji standardu oraz poprzez dodatek standardu wewnętrznego. Czasy retencji analizowanych związków wynosiły: kampferol 6.11 min, kwas galusowy 8.85 min, wanilina 9.71 min, luteolina 11.89 min, kwas protokatechowy 12.23 min, kwas wanilinowy 14.19 min, apigenina 16.43 min, katechina 18.09 min, kwas 4-hydroksybenzoesowy 19.46 min, kwas chlorogenowy 21.56 min, kwas kawowy 26.19 min, kwas syringowy 28.05 min, naringenin a 31.22 min, witeksyna 35.41 min, rutyna 38.11 min, kwercytyna 39.58 min, kwas p-kumarowy 40.20 min, kwas ferulowy 46.20 min, kwas synapowy 48.00 min i kwas t-cynamonowy 52.40 min.

Stuper-Szablewska K., Kurasiak-Popowska D., Nawracała J., Perkowski J., Response of non-enzymatic antioxidative mechanisms to stress caused by infection with Fusarium fungi and chemical protection in different wheat genotypes. Chemistry and Ecology, 2017, 1-14

Bilśka K., Stuper-Szablewska K., Kulik T., Buśko M., Załuski D., Jurczak S., Perkowski J. Changes in Phenylpropanoid and Trichothecene Production by Fusarium culmorum and F. graminearum Sensu Stricto via Exposure to Flavonoids. Toxins 2018, 10, 110; doi:10.3390/toxins10030110

Analiza steroli (Perkowski i in., 2008)

Do analizy steroli pobierano próby o masie 10g. Próby mielono za pomocą młynka laboratoryjnego (WŻ-1). Masa próby do analizy wynosiła 0,10g. Próby umieszczano w zakręcanych probówkach do kultur o pojemności 17ml, gdzie przeprowadzono ekstrakcję ergosterolu z jednoczesnym zmydleniem. Procesy te zachodziły pod wpływem promieniowania mikrofalowego. W tym celu do próbek dodawano 2ml metanolu oraz 1ml 0,5-molowego roztworu wodorotlenku sodu. Szczelnie zamknięte próbówki dla

bezpieczeństwa umieszczano w plastikowych butelkach, które z kolei umieszczono w kuchence mikrofalowej (Whirlpool model AVM 401/1/WH, 2450 MHz, 900W). Próby zostały poddawane wpływowi promieniowania mikrofalowego o mocy 350W dwukrotnie przez okres 20 sekund. Po schłodzeniu (około 15 minut) próbki poddano neutralizacji za pomocą 1-molowego wodnego roztworu kwasu solnego. Po dodaniu 2ml metanolu ekstrahowano ergosterol za pomocą 12ml pentanu (3x4ml). Uzyskane ekstrakty pentanowe na bieżąco przenoszono do fiolki o pojemności 8ml, po czym odparowano do sucha w strumieniu azotu. Przed rozpoczęciem analizy próby rozpuszczano w 1ml metanolu. Analizę przeprowadzono za pomocą wysokosprawnego chromatografu cieczowego Aquity H class UPLC system z detektorem Waters Acquity PDA (Waters, USA). Rozdziału chromatograficznego dokonano na kolumnie Acquity UPLC® BEH C18 column (100mm×2.1mm,particle size 1.7µm) (Waters, Ireland). Zastosowano elucję izokratyczną przy użyciu eluentów: A: metanol B: acetonitryl C: woda (v/v/v 80:15:5) Stężenie steroli analizowano przy długościach fali $\lambda = 210$ (desmosterol, cholesterol, lanosterol, stigmasterol, β -sitosterol) i $\lambda = 282$ (ergosterol). Poszczególne związki identyfikowano na podstawie porównania czasu retencji z czasem retencji standardu oraz poprzez dodatek standardu wewnętrznego.

Perkowski J, Buśko M, Stuper K, Kostecki M, Matysiak A, Sz wajkowska-Michałek L: Concentration of ergosterol in small-grained naturally contaminated and inoculated cereals. Biologia 2008, 63, 542-547.

Stuper-Szablewska K., Rogoziński T., Perkowski J. Contamination of pine and birch wood dust with microscopic fungi and determination of its sterol contents Arh Hig Rada Toksikol 2017;68:127-134

Oznaczanie karotenoidów

Ilościowa analizę 3 karotenoidów (luteina, zeaksantyna i beta-karoten) przeprowadzono na Acquity UPLC (Waters, USA) w próbkach ziarna metodą zmydlania. Ekstrakty karotenoidów otrzymano z zmielonych nasion (0,4 mg), które ekstrahowano mieszaniną acetonu i eteru naftowego (1: 1). Następnie, po oddzieleniu tkanki roślinnej, aceton i frakcja hydrofilowa zostały usunięte z ekstraktu przez przemycie wodą. W wyniku tego otrzymano ekstrakt eterowy z mieszaniną pigmentów karotenoidowych. Tak wytworzony ekstrakt zatężono w wyparce próżniowej w temperaturze 35 ° C aż do otrzymania oleistej pozostałości, następnie strawiono w 2 ml metanolu (Merck) i poddano analizie chromatograficznej. Luteinę, zeaksantynę i β -karoten oznaczano przy użyciu Acquity UPLC (Waters, USA) z detektorem Waters Acquity PDA (Waters, USA). Rozdział chromatograficzny przeprowadzono na kolumnie Acquity UPLC® BEH C18 (100 mm x 2,1 mm, wielkość cząstek 1,7 µm) (Waters, Irlandia). Elucję przeprowadzono stosując rozpuszczalnik A - metanol, B- wodę i eter tert-butyloowo-metylowy (TBME). Zastosowano gradient przy przepływie 0,4 ml/min. Kolumnę i próbki termostatowano, temperatura kolumny wynosiła 30°C, temperatura próbek 10°C. Karotenoidy analizowano przy długości fali $\lambda = 445$ nm. Związki

zidentyfikowano na podstawie widm w zakresie od 200 do 600 nm i czasów retencji w porównaniu ze standardami.

Kurasiak-Popowska D., Stuper-Szablewska K., Nawracała J. Olej rydzowy jako naturalne źródło karotenoidów dla przemysłu kosmetycznego. Przem. Chem. 2017, 96(10): 2077-2080

Analiza profilu FAME (Fatty Acid Methyl Esters)

Kwasy tłuszczowe wyodrębnione zostały z prób metodą ekstrakcji z jednoczesnym zmydleniem wspomaganym promieniowaniem mikrofalowym. Do analizy pobrano próby o masie ok. 10 g, z których po zmieleniu za pomocą młynka laboratoryjnego (WŻ-1) do dalszych analiz pobrano próbki o masie 0,1 g. Próbki umieszczono w zakręcanych probówkach do kultur o pojemności 17 cm³, w których przeprowadzono ekstrakcję z jednoczesnym zmydleniem. Procesy te przebiegały pod wpływem promieniowania mikrofalowego. W tym celu do probówek dodano metanol (2 cm³) oraz 2 molowy wodny roztwór wodorotlenku sodu (0,5 cm³). Szczelnie zamknięte probówki do kultur dla bezpieczeństwa umieszczono w plastikowych butelkach i poddano działaniu promieniowania mikrofalowego (Whirlpool model AVM 401/1/WH, 2450 MHz, 900W), o mocy 350W w dwóch sesjach po 20 sekund każda. Po schłodzeniu (ok. 15 min.) próby zobojętniono za pomocą 1 molowego wodnego roztworu kwasu solnego. Następnie po dodaniu 2 cm³ metanolu przeprowadzono ekstrakcję ergosterolu za pomocą pentanu (3 x 4 cm³). Ekstrakty pentanowe zebrano i połączono w fiole o pojemności 8 cm³ i odparowano do sucha w strumieniu azotu. Następnie zmetylowano poprzez dodanie 0,5 ml metanolu oraz 0,15 ml mieszaniny bezwodnego metanolu i kwasu siarkowego VI (1:5 v/v) w temperaturze 70°C przez 15 min. Po schłodzeniu przeprowadzono ekstrakcję za pomocą 0,5 ml heksanu oraz wody. Warstwę heksanową analizowano za pomocą chromatografu gazowego (Agilent 5890 II) wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny oraz kolumnę chromatograficzną Supelcowax 10 (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 µm). Temperatura komory nastrzykowej wynosiła 220°C, a detektora 240°C. Rozdział chromatograficzny przeprowadzono z programowaniem temperatury od 60°C do 240°C w tempie 110°C/min. Piki identyfikowano poprzez porównanie ich czasu retencji z czasem retencji znanych metylowanych kwasów tłuszczowych.

K. Stuper-Szablewska, M. Buśko, T. Góral, J. Perkowski, The fatty acid profile in different wheat cultivars depending on the level of contamination with microscopic fungi. Food Chemistry, 2014, 153, 216–22

Tabela 1. Zawartość kwasów fenolowych w ziarnie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Kwasy fenolowe										
	µg/kg										
	Galic	4-hydroxybenzoic	chlorogenic	Vanilic	Caffeic	syringic	p-cumaric	Ferulic	sinapic	t-cinnamic	benzoic
BONANZA	4,5	12,4	8,2	6,7	4,2	3,6	10,1	195,6	19,4	79,3	4,7
COMANDOR	10,6	25,7	4,3	2,4	6,6	4,1	11,6	188,6	16,7	62,5	11,4
DELAWAR	7,2	10,4	7,4	1,1	8,7	2,1	6,4	163,5	18,3	102,4	8,6
EUFORIA	2,1	18,6	4,3	8,4	7,3	5,6	13,2	277,1	19,3	70,2	15,6
FORMACJA	3,4	16,3	5,8	2,4	5,5	8,4	8,7	204,8	27,4	89,2	10,3
HONDIA	10,6	19,2	11,5	1,1	10,4	10,2	4,3	142,6	30,4	77,5	20,5
HYBERY	20,4	20,5	7,7	0,7	7,9	4,1	10,2	168,1	19,5	83,5	7,5
MEDALISTKA	11,3	18,2	10,6	7,2	6,3	10,6	9,5	134,7	45,6	65,7	6,3
MEMORY	4,9	16,7	6,7	7,7	3,3	7,2	9,9	201,5	56,7	87,3	15,3
OSTKA GR.GRODK	10,6	12,5	6,8	6,2	4,6	16,1	8,4	225,6	52,3	70,5	9,9
OWACJA	7,5	20,1	7,3	2,3	3,4	17,3	12,5	130,6	60,1	68,4	12,5
PLEJADA	6,6	18,2	6,1	0,9	6,1	5,5	8,4	206,1	43,6	50,3	17,5
GRT BILANZ	21,4	16,6	5,8	5,1	12,7	7,9	9,9	149,2	40,1	72,1	15,2
RGT KILIMANJARO	14,3	28,3	6,6	2,4	9,9	16,7	14,6	233,1	27,3	67,9	4,5
SPENCER	6,9	17,5	7,9	1,7	7,3	8,4	7,2	168,4	30,4	44,6	14,9
TYTANICA	15,9	13,6	10,5	4,4	11,0	16,8	8,2	226,3	30,5	90,4	6,4

Tabela 2. Zawartość flawonoidów w ziarnie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Flawonoidy							
	mg/kg							
	Apigenin	Katechin	Kempferol	Luteolin	Naringenin	Quercetin	Rutin	Vitexin
BONANZA	0,44	0,54	2,28	4,99	1,53	1,23	0,12	0,68
COMANDOR	0,53	0,54	1,66	3,12	1,23	2,24	0,24	0,97
DELAWAR	0,26	0,44	1,33	2,09	1,19	0,22	0,39	0,84
EUFORIA	1,30	0,39	1,25	1,50	0,99	2,87	0,54	1,08
FORMACJA	1,30	0,40	1,85	4,12	1,98	2,76	0,12	1,11
HONDIA	0,54	0,28	2,20	4,13	1,33	2,82	0,14	1,44
HYBERY	0,84	0,34	1,77	1,83	1,12	1,23	0,40	1,05
MEDALISTKA	0,92	0,45	1,48	2,96	2,40	1,31	0,17	1,10
MEMORY	0,60	0,31	2,24	4,80	2,34	1,45	0,16	1,08
OSTKA GR.GRODK	1,04	0,44	1,25	1,47	1,56	1,93	0,23	1,53
OWACJA	0,16	0,52	1,23	2,00	1,26	1,19	0,44	0,76
PLEJADA	1,32	0,37	2,03	4,84	1,21	1,94	0,51	1,43
GRT BILANZ	0,99	0,61	1,85	3,79	1,28	2,87	0,45	1,13
RGT KILIMANJARO	0,32	0,44	1,52	2,08	1,03	1,02	0,35	0,84
SPENCER	0,90	0,23	1,90	4,74	1,15	1,42	0,25	0,75
TYTANICA	1,02	0,26	1,58	1,11	1,45	1,34	0,42	1,45

Tabela 3. Zawartość karotenoidów w ziarnie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Karotenoidy			
	(mg/kg)			
	luteina	Zeaksantyna	beta - karoten	suma karotenów
BONANZA	0,82	0,19	0,04	1,12
COMANDOR	0,44	0,12	0,03	1,22
DELAWAR	2,45	0,16	0,04	1,98
EUFORIA	0,89	0,15	0,06	1,41
FORMACJA	0,71	0,28	0,34	1,17
HONDIA	0,57	0,39	0,13	1,35
HYBERY	0,65	0,30	0,14	1,07
MEDALISTKA	0,34	0,24	0,16	0,94
MEMORY	0,77	0,43	0,23	1,17
OSTKA GR.GRODK	0,73	0,27	0,15	1,07
OWACJA	0,57	0,24	0,09	1,47
PLEJADA	1,10	1,34	1,58	7,60
GRT BILANZ	0,56	0,31	0,04	0,89
RGT KILIMANJARO	0,54	0,24	0,03	0,65
SPENCER	1,23	0,15	0,17	0,71
TYTANICA	0,58	1,24	0,23	1,33

Tabela 4. Zawartość steroli w ziarnie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	mg/kg		
	beta-sitosterol	campesterol	stigmasterol
BONANZA	3,77	0,435	2,32
COMANDOR	2,885	1,015	0,725
DELAWAR	1,595	0,725	1,015
EUFORIA	6,28	0,29	1,595
FORMACJA	4,64	0,58	1,305
HONDIA	3,915	0,87	1,16
HYBERY	5,175	0,29	2,465
MEDALISTKA	3,19	0,145	1,74
MEMORY	3,915	0,435	1,205
OSTKA GR.GRODK	6,48	1,16	1,015
OWACJA	4,205	0,58	1,45
PLEJADA	2,32	0,425	1,005
GRT BILANZ	2,03	0,87	1,015
RGT KILIMANJARO	3,915	1,015	0,725
SPENCER	1,595	0,725	1,015
TYTANICA	1,32	0,145	0,87

Tabela 5. Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych (%) w ziarnie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	C16:0 AME	C16:1 AME	C17:0 AME	C17:1 AME	C18:0 AME	C18:1 AME	C18:1 AME	C18:2n 6 AME	C18:2n 6 AME	C18:3n 3 AME	C18:3n 6 AME	C20:0 AME
BONANZA	24,40	0,76	0,92	0,35	7,78	1,73	13,21	5,68	22,31	7,75	15,10	24,40
COMANDOR	20,76	0,79	0,70	0,23	7,62	1,35	11,57	1,90	41,34	4,33	9,42	20,76
DELAWAR	16,39	0,56	0,67	0,25	5,45	1,16	11,23	1,89	48,75	5,71	7,94	16,39
EUFORIA	16,64	0,67	0,54	0,23	6,46	1,42	13,04	1,77	41,74	4,02	13,47	16,64
FORMACJA	17,92	0,22	0,68	0,29	5,38	1,42	10,56	1,05	46,68	5,37	10,42	17,92
HONDIA	14,44	0,47	0,60	0,21	5,00	1,11	11,29	3,57	48,57	5,40	9,35	14,44
HYBERY	19,18	0,79	1,04	0,32	8,79	1,48	10,87	1,72	42,16	3,85	9,81	19,18
MEDALISTKA	15,66	0,37	0,41	0,42	3,37	1,14	9,03	0,66	58,59	3,93	6,42	15,66
MEMORY	17,77	0,64	0,76	0,34	7,08	1,01	8,97	0,68	46,65	6,75	9,35	17,77

OSTKA GR.GROD K.	15,71	0,57	0,72	0,31	7,06	1,30	13,24	0,76	45,76	4,91	9,67	15,71
OWACJA	18,36	0,26	0,43	0,13	4,43	1,25	11,73	0,40	50,88	5,48	6,64	18,36
PLEJADA	14,98	0,29	0,36	0,12	3,00	1,17	9,61	0,53	59,54	5,69	4,71	14,98
GRT BILANZ	16,46	0,66	0,78	0,22	5,94	1,31	9,99	1,13	47,32	6,28	9,92	16,46
RGT KILIMANJ ARO	15,47	0,65	0,32	0,32	7,44	1,19	11,76	0,53	46,43	5,12	10,76	15,47
SPENCER	15,92	0,63	0,65	0,27	6,80	1,03	11,52	1,19	46,74	5,72	9,53	15,92
TYTANICA	16,38	0,56	0,66	0,19	5,95	1,38	10,99	1,05	46,70	5,53	10,61	16,38

Tabela 6. Zawartość wybranych kwasów fenolowych w mące 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Kwasy fenolowe											
	µg/kg											
	Gal ic	4- hydroxybenz oic	chloroge nic	Vanil ic	Caffe ic	syrin gic	p- cumari c	Ferul ic	sinap ic	t- cinnami c	benz oic	
BONANZA	4,0	13,7	7,4	4,6	3,6	4,7	8,3	168,0	7,7	69,0	6,1	
COMANDOR	10,1	23,8	3,8	6,6	6,7	4,1	10,8	163,6	13,3	49,6	9,6	
DELAWAR	6,5	10,8	7,5	1,2	8,2	2,7	1,6	136,5	14,6	82,9	8,3	
EUFORIA	2,1	15,1	3,6	7,8	6,9	14,6	11,9	221,7	20,9	64,3	15,8	
FORMACJA	3,4	15,2	4,7	1,6	5,6	6,1	6,7	186,5	26,5	73,9	5,4	
HONDIA	11,6	16,3	9,3	0,9	10,9	12,7	2,9	44,6	38,2	75,7	15,8	
HYBERY	17,6	22,0	6,2	0,8	7,1	6,3	8,5	89,2	20,6	73,0	5,4	
MEDALISTKA	12,7	21,6	9,1	6,9	6,6	8,3	7,9	77,3	62,5	44,1	7,3	
MEMORY	3,9	12,5	6,3	7,0	2,5	5,8	7,2	155,1	35,3	75,7	15,4	
OSTKA GR.GRODK.	17,5	15,7	5,5	5,2	4,3	16,0	5,3	192,8	41,8	56,2	7,5	
OWACJA	5,3	20,9	5,4	1,1	3,2	13,8	10,4	120,7	58,3	63,5	12,2	
PLEJADA	7,9	15,5	6,5	0,3	5,4	1,9	6,4	174,2	30,4	47,0	15,7	
GRT BILANZ	16,2	15,9	5,2	5,1	11,6	4,8	6,8	58,3	34,6	72,0	13,6	
RGT KILIMANJARO	13,4	24,8	7,5	1,4	7,6	11,7	12,2	191,1	5,8	70,0	4,0	

SPENCER	2,2	17,5	5,3	3,6	8,0	4,9	5,3	138,2	21,6	52,2	13,3
TYTANICA	18,4	17,7	8,5	3,8	9,5	12,8	7,4	179,2	27,5	75,8	5,8

Tabela 7. Zawartość wybranych flawonoidów w mące 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Flawonoidy							
	mg/kg							
	Apigenin	Katechin	Kempferol	Luteolin	Naringenin	Quercetin	Rutin	Vitexin
BONANZA	0,12	0,12	2,05	4,47	1,37	1,10	0,37	0,61
COMANDOR	0,52	0,48	1,49	2,79	0,86	2,01	0,21	0,87
DELAWAR	0,20	0,40	1,41	1,87	1,07	0,71	0,35	0,75
EUFORIA	0,99	0,35	1,12	1,23	0,89	2,57	0,48	0,97
FORMACJA	0,18	0,36	1,66	3,69	1,78	2,47	0,10	1,18
HONDIA	0,46	0,25	1,97	3,71	1,19	2,53	0,19	1,29
HYBERY	0,76	0,34	1,58	1,64	1,00	1,61	0,36	0,94
MEDALISTKA	0,82	0,41	1,33	2,65	2,15	1,18	0,15	0,99
MEMORY	0,54	0,28	2,01	4,31	2,10	2,53	0,14	1,36
OSTKA GR. GRODK.	0,93	0,49	1,12	1,32	1,81	1,73	0,47	1,37
OWACJA	0,14	0,44	1,10	1,79	1,13	1,07	0,40	0,68
PLEJADA	1,19	0,21	1,13	1,45	1,08	1,74	0,46	1,28
GRT BILANZ	0,88	0,54	1,66	3,40	1,15	2,58	0,41	1,36
RGT KILIMANJARO	0,29	0,29	1,37	1,87	1,06	1,04	0,50	0,76
SPENCER	0,81	0,27	1,11	4,25	1,03	1,28	0,23	0,67
TYTANICA	0,91	0,14	1,41	1,00	0,57	0,63	0,38	1,30

Tabela 8. Zawartość wybranych karotenoidów w mące 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Karotenoidy			
	(mg/kg)			
	luteina	Zeaksantyna	beta - karoten	suma karotenów
BONANZA	0,73	0,17	0,04	1,00
COMANDOR	0,64	0,11	0,03	1,09
DELAWAR	3,29	0,15	0,04	0,88
EUFORIA	0,80	0,41	0,05	0,27

FORMACJA	0,64	0,25	0,21	1,05
HONDIA	0,51	0,35	0,12	1,21
HYBERY	0,59	0,27	0,08	0,96
MEDALISTKA	0,63	0,21	0,15	0,84
MEMORY	0,69	0,39	0,07	1,05
OSTKA G. GRODK.	0,65	0,24	0,11	0,96
OWACJA	0,51	0,21	0,08	1,32
PLEJADA	2,07	2,47	1,41	6,81
GRT BILANZ	0,33	0,28	0,14	0,80
RGT KILIMANJARO	0,48	0,21	0,12	0,59
SPENCER	0,39	0,13	0,23	0,64
TYTANICA	0,52	0,00	0,13	0,26

Tabela 9. Zawartość wybranych steroli w mące 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	mg/kg		
	beta-sitosterol	campesterol	stigmasterol
BONANZA	3,38	0,39	2,08
COMANDOR	1,69	0,81	0,65
DELAWAR	1,43	0,65	0,91
EUFORIA	4,32	0,26	1,43
FORMACJA	4,16	0,32	1,1
HONDIA	3,51	0,78	1,04
HYBERY	1,95	0,26	2,21
MEDALISTKA	2,86	0,13	1,56
MEMORY	3,51	0,39	1,17
OSTKA G. GRODK.	3,12	1,04	0,91
OWACJA	3,77	0,52	0,8
PLEJADA	2,08	0,65	1,07
GRT BILANZ	1,82	0,78	0,91
RGT KILIMANJARO	3,51	0,21	0,65
SPENCER	1,43	0,65	0,91
TYTANICA	2,08	0,13	0,78

Tabela 10. Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych (%) w mące 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	C14:0 Myristic AME	C14:1 Myristolei c AME	C15:0 Pentadecanoi c AME	C16:0 Palmitic AME	C16:1 Palmitolei c AME	C17:0 Heptadecanoi c AME	C17:1 cis-10- Heptadecenoi c AME	C18:0 Stearic AME	C18:1 Elaidic AME	C18:1 Oleic AME	C18:2n6 Linoleic AME	C18:2n6 Linolelaidi c AME	C18:3n3 Linolenic AME
BONANZA	0,38	0,58	0,14	14,90	1,95	15,00	5,21	14,30	5,48	5,00	0,38	0,58	0,14
COMANDOR	0,61	0,79	0,42	14,00	1,11	5,20	5,73	12,70	5,27	10,30	0,61	0,79	0,42
DELAWAR	0,10	0,28	0,22	16,10	1,21	11,40	5,28	13,90	5,49	5,70	0,10	0,28	0,22
EUFORIA	0,13	0,44	0,46	18,20	1,45	6,40	5,03	11,50	5,39	7,50	0,13	0,44	0,46
FORMACJA	0,51	0,22	0,17	10,10	1,82	10,70	6,00	17,90	5,81	12,70	0,51	0,22	0,17
HONDIA	0,45	0,10	0,45	14,00	1,96	8,10	5,07	17,40	5,73	11,30	0,45	0,10	0,45
HYBERY	0,46	0,18	0,10	16,70	1,60	13,00	5,05	12,80	5,83	6,50	0,46	0,18	0,10
MEDALISTKA	0,47	0,75	0,29	11,30	1,34	14,40	5,87	14,60	5,70	8,80	0,47	0,75	0,29
MEMORY	0,49	0,76	0,45	19,60	1,48	7,60	5,83	19,60	5,77	9,00	0,49	0,76	0,45
OSTKA G.GRODK.	0,33	0,65	0,20	13,80	1,88	5,40	5,75	14,30	5,59	12,20	0,33	0,65	0,20
OWACJA	0,59	0,69	0,20	18,40	1,21	13,40	5,82	10,50	5,55	8,50	0,59	0,69	0,20
PLEJADA	0,60	0,79	0,11	17,30	1,85	6,50	5,72	12,40	5,24	4,70	0,60	0,79	0,11
GRT BILANZ	0,25	0,12	0,38	16,60	1,43	8,40	5,98	15,40	5,42	11,80	0,25	0,12	0,38
RGT KILIMANJAR O	0,17	0,55	0,26	11,50	1,76	5,20	5,06	15,90	5,59	10,30	0,17	0,55	0,26
SPENCER	0,79	0,38	0,47	17,80	1,11	9,60	5,18	17,30	5,11	5,10	0,79	0,38	0,47
TYTANICA	0,66	0,48	0,18	11,30	1,62	6,90	5,61	19,20	5,54	5,50	0,66	0,48	0,18

Tabela 11. Zawartość wybranych kwasów fenolowych w chlebie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Kwasy fenolowe										
	$\mu\text{g/kg}$										
	Galic	4-hydroxybenzoic	chlorogenic	Vanilic	Caffeic	syringic	p-cumaric	Ferulic	sinapic	t-cinnamic	benzoic
BONANZA	2,8	3,4	4,3	3,3	2,5	2,5	5,6	119,2	4,9	23,1	4,7
COMANDOR	6,3	8,5	2,5	4,7	4,7	1,4	7,7	125,9	8,2	38,2	7,4
DELAWAR	4,3	6,6	5,7	1,1	5,5	2,3	1,2	125,0	11,3	23,7	6,4
EUFORIA	1,1	9,6	2,7	1,6	5,1	6,1	2,5	150,5	6,1	49,5	2,1
FORMACJA	2,3	10,2	1,4	1,2	4,3	0,2	8,4	143,4	20,4	56,8	4,1
HONDIA	7,4	11,4	5,5	0,7	8,4	0,7	6,6	134,3	29,4	58,2	12,1
HYBERY	8,2	13,5	4,3	1,2	4,6	0,3	7,3	68,6	15,8	56,1	4,2
MEDALISTKA	7,7	15,4	6,7	4,6	4,1	5,5	8,3	59,4	28,1	33,9	5,6
MEMORY	2,1	8,8	3,8	3,3	1,1	1,5	7,7	59,3	17,1	58,3	1,8
OSTKA G. GRODK.	6,1	10,4	4,3	4,1	2,1	6,8	8,1	148,3	32,2	43,2	5,7
OWACJA	3,5	14,5	4,6	1,5	2,5	9,3	4,4	92,8	24,9	48,9	9,4
PLEJADA	5,7	10,2	4,8	1,2	4,1	2,6	4,9	84,0	23,4	36,1	12,0
GRT BILANZ	4,5	10,1	4,0	2,6	4,6	4,4	5,2	74,9	26,6	35,4	10,4
RGT KILIMANJARO	9,5	18,4	5,2	1,5	2,3	8,5	9,4	47,0	4,4	53,8	3,1
SPENCER	1,3	12,3	4,5	1,7	4,1	2,2	3,3	116,3	16,6	40,2	9,3
TYTANICA	6,1	10,3	6,2	2,3	4,3	9,8	5,7	137,9	21,2	38,3	4,4

Tabela 12. Zawartość wybranych flawonoidów w chlebie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Flawonoidy							
	mg/kg							
	Apigenin	Katechin	Kempferol	Luteolin	Naringenin	Quercetin	Rutin	Vitexin
BONANZA	0,3	0,4	1,6	3,4	1,1	0,8	0,3	0,5
COMANDOR	0,4	0,4	1,1	2,1	0,7	1,5	0,2	0,7
DELAWAR	0,2	0,3	1,1	1,4	0,8	0,6	0,3	0,6
EUFORIA	0,8	0,3	0,9	1,0	0,7	2,0	0,4	0,7
FORMACJA	0,1	0,3	1,3	2,8	0,2	1,9	0,1	0,9
HONDIA	0,4	0,2	1,5	2,9	0,9	1,9	0,1	1,0
HYBERY	0,6	0,3	1,2	1,3	0,8	1,2	0,3	0,7
MEDALISTKA	0,6	0,3	1,0	2,0	1,7	0,9	0,1	0,2
MEMORY	0,4	0,2	1,5	1,6	1,6	1,9	0,1	1,0
OSTKA G. GRODK.	0,7	0,4	0,9	1,0	1,3	1,3	0,4	1,1
OWACJA	0,1	0,4	0,8	1,2	1,1	0,8	0,3	0,5
PLEJADA	0,9	0,2	1,4	3,3	0,8	1,1	0,2	0,3
GRT BILANZ	0,7	0,4	1,3	2,6	0,9	2,0	0,3	1,0
RGT KILIMANJARO	0,2	0,2	1,1	1,4	0,8	0,8	0,1	0,6
SPENCER	0,6	0,2	1,3	1,2	0,8	1,5	0,2	0,5
TYTANICA	0,7	0,1	1,1	0,8	0,2	0,5	0,3	1,0

Tabela 13. Zawartość wybranych karotenoidów w chlebie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Karotenoidy			
	(mg/kg)			
	luteina	Zeaksantyna	beta - karoten	suma karotenów
BONANZA	0,6	0,1	0,0	0,8
COMANDOR	0,5	0,4	0,0	0,8
DELAWAR	0,5	0,1	0,0	0,7
EUFORIA	0,6	0,3	0,0	1,0
FORMACJA	0,5	0,2	0,2	0,8
HONDIA	0,4	0,3	0,1	0,9
HYBERY	0,5	0,2	0,1	0,7
MEDALISTKA	0,5	0,2	0,0	0,6
MEMORY	0,5	0,3	0,1	0,8
OSTKA G. GRODK.	0,5	0,2	0,0	0,7
OWACJA	0,4	0,2	0,1	1,0
PLEJADA	0,6	0,9	1,1	5,2
GRT BILANZ	0,3	0,2	0,0	0,6
RGT KILIMANJARO	0,4	0,2	0,0	0,5
SPENCER	0,3	0,1	0,0	0,5
TYTANICA	0,4	0,0	0,1	0,2

Tabela 14. Zawartość wybranych steroli w chlebie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	Sterole		
	mg/kg		
	beta-sitosterol	campesterol	stigmasterol
BONANZA	2,6	0,3	1,6
COMANDOR	1,3	0,5	0,5
DELAWAR	1,1	0,5	0,7
EUFORIA	2,4	0,2	1,1
FORMACJA	3,2	0,4	0,9
HONDIA	2,7	0,6	0,8
HYBERY	1,5	0,2	1,7
MEDALISTKA	2,2	0,1	1,2
MEMORY	2,7	0,3	0,9
OSTKA G. GRODK.	2,4	0,8	0,7
OWACJA	2,9	0,4	1,0
PLEJADA	1,5	0,5	0,9
GRT BILANZ	1,4	0,6	0,7
RGT KILIMANJARO	2,7	0,7	0,5
SPENCER	1,1	0,2	0,7
TYTANICA	1,6	0,1	0,6

Tabela 15. Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w chlebie 16 odmian pszenicy zebranej w 2019 roku

Odmiana	C16:0 Palmitic AME	C16:1 Palmitoleic AME	C17:0 Heptadecanoic AME	C17:1 cis-10- Heptadecenoic AME	C18:0 Stearic AME	C18:1 Elaidic AME	C18:1 Oleic AME	C18:2n6 Linoleic AME	C18:2n6 Linolelaidic AME	C18:3n3 Linolenic AME
BONANZA	45,51	0,58	0,85	0,28	1,70	1,00	12,33	3,59	22,50	6,30
COMANDOR	31,42	0,46	0,70	0,14	1,70	1,40	11,66	5,52	34,40	7,17
DELAWAR	37,64	0,70	0,65	0,11	1,40	1,20	14,34	4,77	27,10	6,87
EUFORIA	46,47	0,67	0,81	0,10	1,70	1,00	11,03	5,23	22,10	5,49
FORMACJA	50,79	0,40	0,60	0,11	1,70	1,30	11,19	3,57	19,10	5,76
HONDIA	33,08	0,46	0,73	0,12	1,60	1,40	8,49	3,34	39,30	6,04
HYBERY	35,09	0,55	0,85	0,26	1,80	1,20	10,82	5,75	31,20	7,41
MEDALISTKA	40,63	0,53	0,84	0,13	1,70	1,70	10,68	5,04	28,10	5,49
MEMORY	46,41	0,66	0,89	0,24	2,00	1,00	13,32	4,50	19,30	5,95
OSTKA G. GRODK.	42,77	0,69	0,84	0,20	1,10	1,40	8,46	4,02	27,10	7,95
OWACJA	40,11	0,67	0,72	0,29	2,00	1,30	10,35	5,04	27,30	6,70
PLEJADA	54,54	0,64	0,87	0,26	1,50	1,60	10,58	4,46	13,20	6,51
GRT BILANZ	61,37	0,53	0,72	0,24	1,30	1,80	6,29	3,78	12,80	6,06
RGT KILIMANJARO	34,15	0,66	0,74	0,15	1,60	1,20	9,67	3,16	36,20	7,11
SPENCER	45,14	0,62	0,89	0,17	1,70	1,60	11,69	4,29	23,70	5,17
TYTANICA	56,48	0,55	0,77	0,25	1,60	2,00	10,97	5,26	10,10	6,68

Tabela 16. Porównanie sumy kwasów fenolowych dla ziarna, mąki i chleba

Odmiana	Suma kwasów fenolowych		
	ziarno	mąka	chleb
BONANZA	348,7b	297,1ab	176,3b
COMANDOR	344,5b	301,9a	215,5a
DELAWAR	336,1b	280,7b	193,1ab
EUFORIA	441,7a	384,7a	236,9a
FORMACJA	382,2ab	335,7a	252,8a
HONDIA	338,3b	238,9b	274,7a
HYBERY	350,1b	256,7b	184,1
MEDALISTKA	326,0b	264,3b	179,4b
MEMORY	417,2a	326,6a	164,8b
OSTKA G. GRODK.	423,5a	367,7a	271,3a
OWACJA	342,0b	314,9b	216,2a
PLEJADA	369,3b	311,1a	189,1b
GRT BILANZ	356,0b	244,2b	182,7b
RGT KILIMANJARO	425,6a	349,5a	163,2b
SPENCER	315,2b	272,1b	211,8a
TYTANICA	434,0a	366,5a	246,5a

a,b - takie same litery w kolumnie oznaczają brak istotnych różnic na poziomie istotności 0,05

Na podstawie przeprowadzonych analiz zawartości kwasów fenolowych, stwierdzono, że dominującym kwasem fenolowym we wszystkich analizowanych odmianach był kwas ferulowy. Kwas ten jest charakterystyczny dla ziarna zbóż. Pozostałe kwasy zidentyfikowano w niższych stężeniach. Porównując sumę kwasów fenolowych stwierdzono istotne różnice na poziomie istotności 0,05 między następującymi genotypami: TYTANICA, RGT KILIMANJARO, OSTKA G. GRODKOWICKA, MEMORY i EUFORIA. Odmiany te cechowały się istotnie wyższą zawartością w ziarnie w porównaniu z pozostałymi analizowanymi odmianami. Wyższa zawartość kwasów fenolowych oznacza nie tylko podwyższone walory żywieniowe dla konsumentów, ale wskazuje również na (jak podaje literatura i badania własne) wyższą odporność tych odmian na czynniki stresogenne głównie biotyczne, takie jak choroby grzybowe. W wyniku procesu przemiatu obniżona została zawartość kwasów fenolowych, które znajdują się głównie w zewnętrznych warstwach ziarniaka. Uprawiane w systemie ekologicznym ziarno jednak cechuje się w porównaniu z tym z upraw konwencjonalnych istotnie innym rozłożeniem związków bioaktywnych w ziarniaku stąd obniżenie zawartości kwasów fenolowych w mące wyniosło od 10 do 27%. Proces wypieku natomiast wpłynął istotnie na obniżenie zawartości tych związków z uwagi na fakt, że są to substancje, które łatwo ulegają rozkładowi termicznemu. Dodatkowo udział drożdży w czasie wypieku wpływa na kompozycję kwasów fenolowych, ponieważ mikroorganizmy te mogą metabolizować kwasy fenolowe. W przypadku pieczywa zaobserwowano obniżenie zawartości kwasów fenolowych w porównaniu z mąką średnio o 30%.

Tabela 17. Porównanie sumy flawonoidów dla ziarna, mąki i chleba

Odmiana	Suma flawonoidów		
	ziarno	mąka	chleb
BONANZA	11,81ab	10,22b	8,36a
COMANDOR	10,52ab	9,24b	7,11ab
DELAWAR	6,75b	6,75b	5,25b
EUFORIA	9,92b	8,62b	6,71b
FORMACJA	13,64a	11,42a	7,62ab
HONDIA	12,88a	11,59a	8,91a
HYBERY	8,58b	8,23b	6,39b
MEDALISTKA	10,79ab	9,68b	6,88b
MEMORY	12,99a	13,27a	8,50a
OSTKA G. GRODK.	9,45b	9,24b	7,02ab
OWACJA	7,57b	6,76b	5,27b
PLEJADA	13,66a	8,54b	8,24a
GRT BILANZ	12,97a	11,97a	9,21a
RGT KILIMANJARO	7,60b	7,18b	5,23b
SPENCER	11,35ab	9,64b	6,28b
TYTANICA	8,62b	6,33b	4,67c

a,b - takie same litery w kolumnie oznaczają brak istotnych różnic na poziomie istotności 0,05

W przypadku analizy flawonoidów, należy nadmienić, że w światowej literaturze przedmiotu jest niewiele informacji na temat zawartości flawonoidów w ziarnie zbóż. Dlatego niniejsze wyniki stanowią unikatową bazę danych. Wśród analizowanych flawonoidów naringenina i luteolina cechowały się wyższymi stężeniami niż pozostałe. Należy w tym miejscu wspomnieć, że zawartość flawonoidów w ziarnie jest na niskim poziomie. Najwyższą zawartością tych związków cechowały się następujące odmiany: GRT BILANZ, PLEJADA, MEMORY, HONDIA i FORMACJA. Wśród tych odmian MEMORY cechowała się zarówno wysoką zawartością kwasów fenolowych, jak i flawonoidów, co wskazuje na wysokie walory tej odmiany zarówno pod względem żywieniowym, jak i odporności na czynniki stersogenne. W wyniku procesu przemiatu zaobserwowano zmniejszenie zawartości flawonoidów w mące, ten odsetek był niższy niż w przypadku kwasów fenolowych i wynosił zaledwie kilka procent, podobnie w przypadku procesu wypieku. Flawonoidy są bardziej odporne na zmiany temperatury w związku z czym proces wypieku ma na nie mniejszy wpływ, dodatkowo jest ich mniej niż kwasów fenolowych co również ma istotne znaczenie.

Tabela 18. Porównanie sumy karotenoidów dla ziarna, mąki i chleba

Odmiana	Suma karotenoidów		
	ziarno	mąka	chleb
BONANZA	2,17c	1,95c	1,50b
COMANDOR	1,81c	1,87c	1,75b
DELAWAR	4,64b	4,36b	1,35b
EUFORIA	2,51c	1,53c	1,95b
FORMACJA	2,51c	2,16c	1,66b

HONDIA	2,44c	2,19c	1,68b
HYBERY	2,16c	1,89c	1,46b
MEDALISTKA	1,67c	1,83c	1,33b
MEMORY	2,61c	2,20c	1,69b
OSTKA G. GRODK.	2,22c	1,96c	1,47b
OWACJA	2,36c	2,12c	1,63b
PLEJADA	11,61a	10,76a	7,81a
GRT BILANZ	1,81c	1,55c	1,12b
RGT KILIMANJARO	1,46c	1,40c	1,00b
SPENCER	2,26c	1,39c	0,92b
TYTANICA	3,38bc	0,91d	0,70b

a,b - takie same litery w kolumnie oznaczają brak istotnych różnic na poziomie istotności 0,05

W wyniku analizy karotenoidów stwierdzono, że ich zawartość w badanych odmianach jest niska z wyjątkiem odmiany PLEJADA. Analizowano beta-karoten, zeaksantyną i luteinę. Dokonano również oceny zawartości karotenoidów metoda spektroskopową. Po zsumowaniu zawartości wszystkich karotenoidów stwierdzono, że odmiany te cechują się niską zawartością badanych związków. Karotenoidy są rozpuszczalne w tłuszczach, dlatego obserwujemy istotny spadek ich zawartości w mące. Tłuszcz zlokalizowany jest głównie w zarodku, a w wyniku przemiału zarodki są usuwane, stąd niniejsze różnice. Niewielkie obniżenie zawartości karotenoidów w chlebie wywołane jest działaniem zarówno procesu fermentacji, jak i pieczenia.

Tabela 19. Porównanie sumy steroli dla ziarna, mąki i chleba

Odmiana	Suma karotenoidów		
	ziarno	mąka	chleb
BONANZA	6,52b	5,85a	4,5a
COMANDOR	4,62c	3,15b	2,3b
DELAWAR	3,33c	2,99b	2,3b
EUFORIA	8,16a	6,01a	3,7b
FORMACJA	6,52b	5,58a	4,5a
HONDIA	5,94b	5,33a	4,1a
HYBERY	7,93a	4,42b	3,4b
MEDALISTKA	5,07b	4,55b	3,5b
MEMORY	5,55b	5,07a	3,9ab
OSTKA GRODOWICKA	8,65a	5,07a	3,7ab
OWACJA	6,23b	5,09a	4,3a
PLEJADA	3,75c	3,80b	2,9b
GRT BILANZ	3,91c	3,51b	2,7b
RGT KILIMANJARO	5,65b	4,37ab	3,9b
SPENCER	3,33c	2,99b	2,0c
TYTANICA	2,33c	2,99b	2,3b

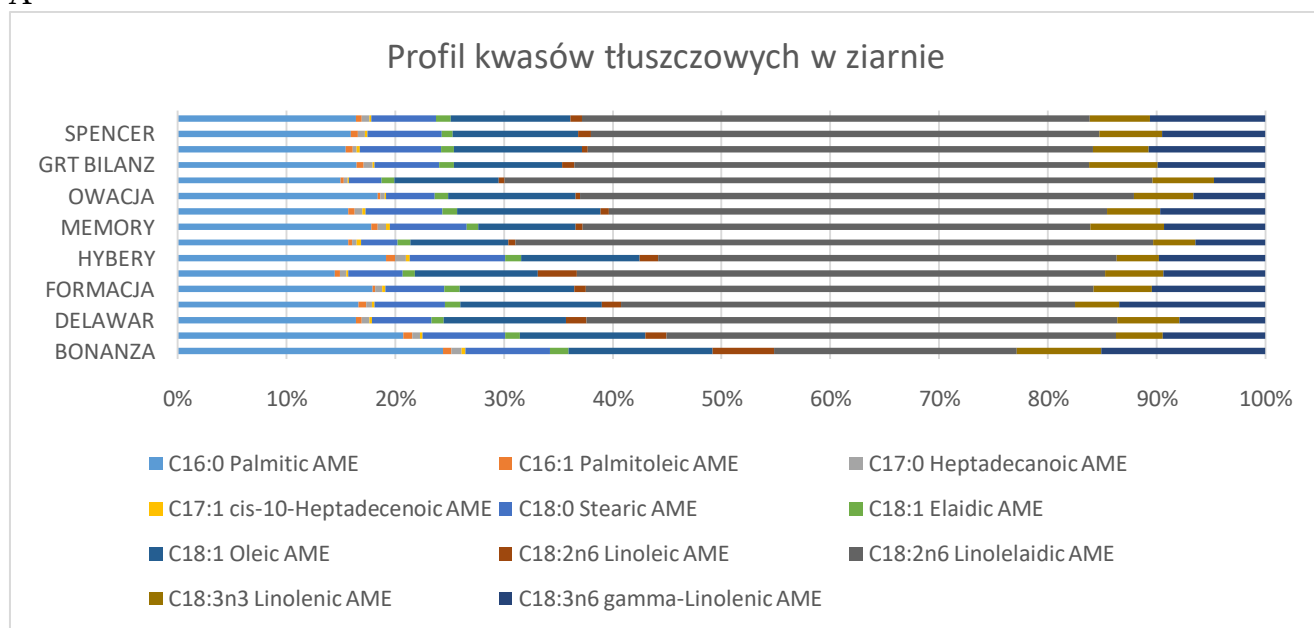
a,b - takie same litery w kolumnie oznaczają brak istotnych różnic na poziomie istotności 0,05

Kolejną grupą związków bioaktywnych o charakterze prozdrowotnym są sterole. Dominującym sterolem był beta-sitosterol. Na podstawie sumy steroli stwierdzono, że kilka odmian cechuje się istotnie wyższą zawartością analizowanych związków: OSTKA G. GRODK., HYBERY, EUFORIA.

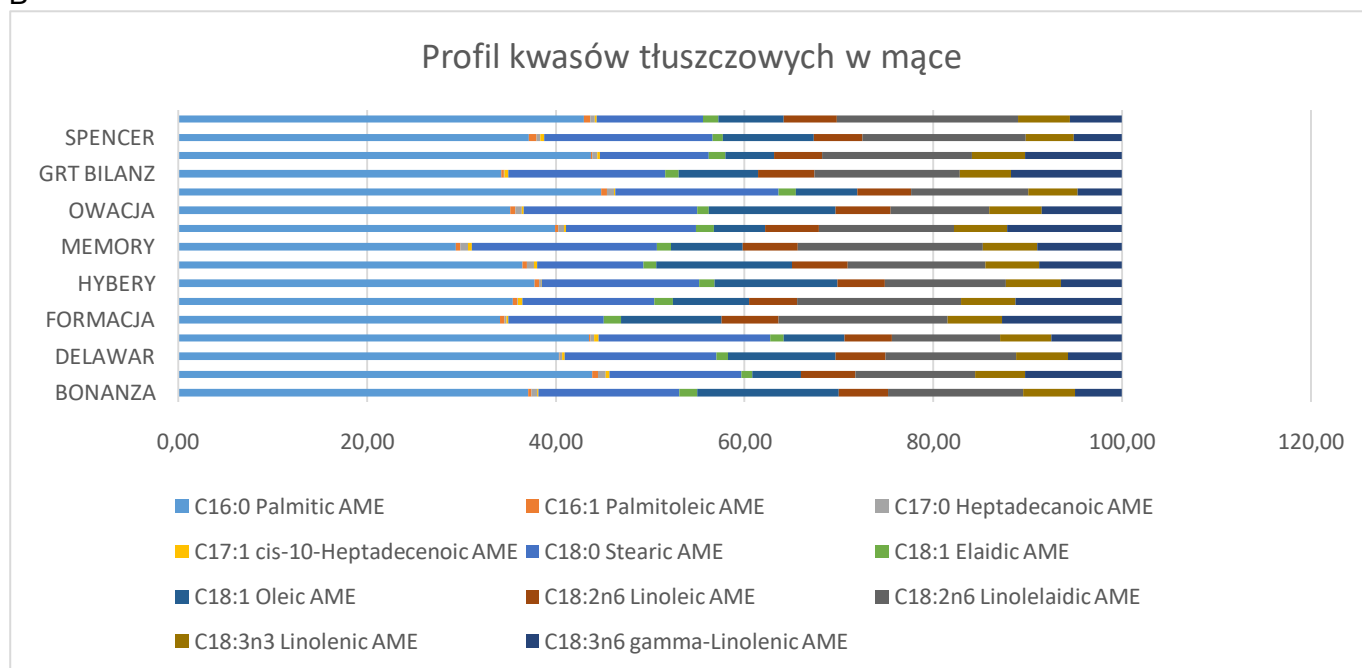
W wyniku procesu przemiału obniżona została zawartość niniejszych związków średnio o 5%, w przypadku niektórych odmian np.: TYTANICA, czy PLEJADA zaobserwowano niewielki wzrost steroli oznacza to uwolnienie z wiązań międzykomórkowych steroli w wyniku procesu przemiału. Jest to cecha głównie odmianowa, ale też związana z warunkami pogodowymi i warunkami uprawy, w literaturze przedmiotu, jak i na podstawie badań własnych obserwowano już takie zjawiska. Jest to związane najczęściej z twardością ziarniaków. Im bardziej miękkie ziarno tym wzrost zawartości steroli w mące bardziej prawdopodobny.

Wykres 1

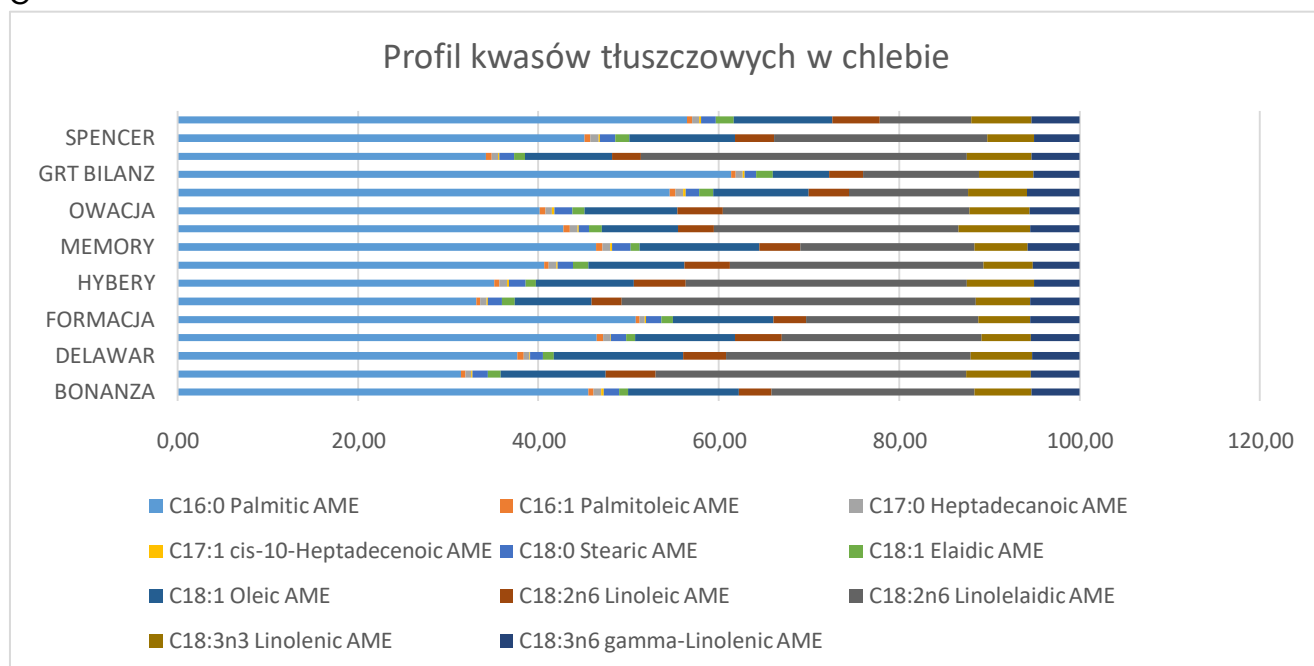
A



B



C



Przeprowadzono analizę profilu najważniejszych kwasów tłuszczowych z grupy nasyconych C18:0 i nienasyconych z grupy omega-3 i omega-6. Ziarno zbóż nie jest bogatym źródłem tych związków. Jednak ich procentowa kompozycja jest korzystna żywieniowo, ponieważ stosunek kwasów omega-3 i omega-6 jest odpowiedni (średnio 1:2). Dominującym kwasem jest tutaj kwas linolenowy. Udział poszczególnych kwasów w mące nie zmienia się istotnie w porównaniu z ziarnem. Istotne obniżenie zawartości kwasów nienasyconych obserwuje się w przypadku profilu chleba. W wyniku procesu wypieku zaobserwowano zmiany wynikające z procesów termicznych, następuje wysycenie wiązań. Istotną obserwacją jest jednak fakt, że proporcje między kwasami zwiększają się na korzyść krótkołańcuchowych kwasów np.: palmitynowego.

Na podstawie przeprowadzonych analiz chemicznych wykonano analizę korelacji. Stwierdzono istotne korelacje między wynikami uzyskanymi dla ziarna, mąki i chleba.

Przeprowadzone badania wskazują na wysokie walory żywieniowe badanych odmian w szczególności odmiany EUFORIA i OSTKA G. GRODK. cechowały się one wysokimi zawartościami badanych związków bioaktywnych. Dodatkowo istotną cechą jest to, że obecność tych związków jest związana z uprawą w systemie ekologicznym. W naturalny sposób indukowane są mechanizmy odpornościowe roślin, które są odpowiedzialne za zintensyfikowaną biosyntezę niskocząsteczkowych przeciwutleniaczy oraz innych związków bioaktywnych odpowiedzialnych za naturalną odporność rośliny. Konsekwencją tego jest wysoka zawartość związków bioaktywnych korzystnych dla zdrowia konsumentów.

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

Zadanie 6.1. Ocena aktywności mikroorganizmów w ryzosferze różnych odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym

Żyzność gleby jest to zespół fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości gleby zapewniający roślinom odpowiednie warunki wzrostu. W związku z ogromną rolą jaką spełnia glebowa materia organiczna oraz z proekologicznymi technologiami uprawy roślin poszukuje się nowych, ekologicznych metod, których celem będzie m.in. zwiększenie żyzności gleby, poprzez poprawę parametrów fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby, a którego przełożeniem byłby wzrost zawartości substancji organicznej, lepsze plonowanie roślin oraz poprawa parametrów jakościowych plonu. Do takich metod zaliczyć można dobór odpowiednich odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej.

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

- a). **klasycznych analiz** z zakresu aktywności biologicznej gleb obejmujących ogólną liczebność bakterii, grzybów oraz aktywność enzymatyczną (w dwóch terminach, maj i czerwiec 2020). W tym celu do badań wybrano następujące parametry i oznaczenia biologicznej aktywności gleby m.in.: aktywności enzymatycznej gleby: dehydrogenaz (Caside, 1964), aktywności fosfataz zasadowej i kwaśnej (Tabatabai i Bremner, 1969), ogólnej liczebności następujących drobnoustrojów glebowych: grzybów (Martin 1950), bakterii i promieniowców (Wallace R., Lockhead A. 1950), bakterii rozkładających fosforany.
- b). **profilu metabolicznego populacji mikroorganizmów** z wykorzystaniem EcoPlates Biolog (w dwóch terminach, maj i czerwiec 2020).
- c) ponadto powyższe analizy wykonane w bieżącym roku 2020, zestawiono z wynikami otrzymanymi w poprzednim roku badań – 2019 r. na tych samych odmianach pszenicy ozimej.

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

W celu oceny istotności różnic wielu średnich zastosowano analizę wariancji. Celem tej analizy była weryfikacja hipotezy, że średnie w grupach są jednakowe, wobec hipotezy alternatywnej: co najmniej dwie średnie różnią się między sobą (rozkłady zmiennych były zbliżone do rozkładu normalnego). Za zmienne w analizie wariancji przyjęto: ogólną liczebność bakterii, grzybów, *Azotobacter* spp., bakterii rozkładających fosforany jak również aktywności enzymatyczne (dehydrogenazy, fosfatazy zasadowej i kwaśnej) oraz dane otrzymane z analizy Biolog EcoPlates. W celu sprawdzenia istotności wpływu wielu czynników (odmiana, termin, rok) na zmienne opisane powyżej przeprowadzono analizę wariancji wielowymiarową (ANOVA) (tabela 1). Na podstawie wieloczynnikowej analizy wariancji stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy średnimi dla wszystkich badanych zmiennych (Tabela 2). W celu stwierdzenia, które

średnie różnią się między sobą, a które są równe, zastosowano test NIR (najmniejszej istotnej różnicy) oraz test Tukeya.

Tabela 2. Wyniki dwuwymiarowej analizy wariancji ($\alpha \leq 0,05$) dla całego zbioru danych.

	Wilks Value	F value	Effect df	Error df	p
Odmiana	0,000*	12,3	210	1121,0	0.0000*
Termin	0,024*	289,3	15	106,0	0.0000*
Rok	0,017*	408,0	15	106,0	0.0000*
Odmiana*termin	0,000*	6,1	210	1121,0	0,0000*
Odmiana*rok	0,000*	11,6	210	1121,0	0,0000*
Termin*rok	0,003*	105,3	15	106,0	0,0000*
Odmiana*termin*rok	0,000*	7,1	210	1121,0	0.0000*

* zaznaczono istotne statystycznie ($\alpha \leq 0,05$) wartości F i poziomy istotności

Na podstawie uzyskanych istotnych różnic średnich zmiennych w poszczególnych grupach w dalszej części sprawozdania przedstawiono szczegółowo uzyskane wyniki pod kątem następujących zmian. Najwyższą liczebność bakterii w fazie I poboru roślin stwierdzono w glebie przykorzeniowej trzech odmian pszenicy tj.: Tytanika, Ostka Gr., RTG Bilanz, Owacja, Plejada i Formacja wynosiła ona odpowiednio $270,6 \times 10^7$, $241,40 \times 10^7$, $201,57 \times 10^7$, $157,48 \times 10^7$, $153,16 \times 10^7$ oraz $149,47 \times 10^7$ komórek (j.t.k) w 1 gramie gleby. W drugiej grupie po względem liczebności bakterii znalazły się odmiany Euforia, Hybery, Comandor (od $108,43$ do $135,84 \times 10^7$ j.t.k./gram gleby), a pozostałe odmiany charakteryzowały się stosunkowo najmniejszymi populacjami omawianej grupy mikroorganizmów ryzosferowych poniżej 50 jtk/g s.m. gleby (Tab. 2). Najwyższa ogólna liczebność grzybów glebowych w pierwszej fazie poboru próbek wynosiła w ryzosferze odmiany KWS Spencer ($37,4 \times 10^4$ j.t.k. /gram), Plajada ($38,5 \times 10^4$ j.t.k. /gram) oraz Bonanza ($35,8 \times 10^4$ j.t.k. /gram). Natomiast takie odmiany jak: Delewar ($18,76 \times 10^4$ jtk/g s.m. gleby) oraz Medalistka ($17,23 \times 10^4$ jtk/g s.m. gleby) charakteryzowały się znacznie mniejszymi populacjami grzybów.

Tabela 2. Ogólna liczebność j.t.k. (jednostki tworzące kolonie) bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz (μg formazanu/1 g s.m. gleby) i fosfataz (μg pNP/1 g s.m. gleby) w glebie ryzosferowej różnych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym –

Faza I

Odmiana	Aktywność fosfatazy kwaśnej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy zasadowej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność dehydrogenaz ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Ogólna liczebność bakterii (10^7 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność grzybów (10^5 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność Azotobacter (10^1 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność PBS (10^7 j.t.k./g s.m. gleby)
Plejada	79,036	60,755	196,736	153,165	38,567	19,100	0,000
Tytanika	80,180	56,770	202,483	270,646	31,733	1,094	0,365
Ostka Gruboziarnista	91,338	68,414	197,541	201,572	25,288	25,288	0,733
Hondia	75,289	63,816	175,040	59,876	22,546	3,326	0,739
Owacja	81,927	64,160	166,491	157,480	28,095	5,545	0,000
Medalistka	85,458	68,201	189,304	41,429	17,232	4,400	0,000
Euforia	86,587	61,769	188,065	135,899	26,661	4,444	0,000
Artis	80,375	64,083	172,183	57,726	24,635	1,838	0,000

Delawar	83,182	64,874	164,979	64,753	18,764	3,311	0,000
RGT Bilanz	81,634	63,320	205,192	241,406	30,818	4,036	2,201
Bonanza	81,392	63,479	184,204	64,307	35,849	10,718	0,000
KWS Spencer	77,829	61,622	188,552	27,790	37,423	19,267	0,371
Hybery	75,924	56,761	181,289	125,288	24,694	6,900	1,089
RGT Kilimanjaro	70,448	71,441	189,607	49,671	33,114	9,566	1,104
Formacja	75,556	74,388	176,329	149,474	22,035	8,080	1,102
Comandor	70,893	65,007	182,526	108,437	33,195	69,341	0,000

Największą ogólną liczebność bakterii w II fazie poboru próbek stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmian pszenicy tj.: Euforia ($503,14 \times 10^7$ jtk/g s.m. gleby), Ostka Gr. ($201,67 \times 10^7$ jtk/g s.m. gleby) oraz Artis ($151,99 \times 10^7$ jtk/g s.m. gleby). Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności bakterii w glebie ryzosferowej w II fazie poboru próbek glebowych w porównaniu do I fazy. Najwyższa ogólna liczebność grzybów glebowych w drugiej fazie poboru próbek wynosiła w ryzosferze odmiany Comandor ($56,62 \times 10^4$ j.t.k. /gram), Artis ($39,15 \times 10^4$ j.t.k. /gram) oraz Ostka Gr. ($35,65 \times 10^4$ j.t.k. /gram). Szczególnie wysoką liczebność bakterii z rodzaju Azotobacter stwierdzono w przypadku ryzosfery pszenicy ozimej odmiany Comandor: $69,3 \times 10^1$ j.t.k. /g s.m. gleby w pierwszym poborze próbek oraz 800×10^2 j.t.k. /g s.m. gleby w drugim poborze próbek. Także w drugim terminie poboru próbek stwierdzono wysokie liczebności bakterii solubilizujących fosfor: Tytanika ($15,8 \times 10^7$ j.t.k. /g s.m. gleby), Euforia ($13,8 \times 10^7$ j.t.k. /g s.m. gleby) oraz Formacja ($11,9 \times 10^7$ j.t.k. /g s.m. gleby).

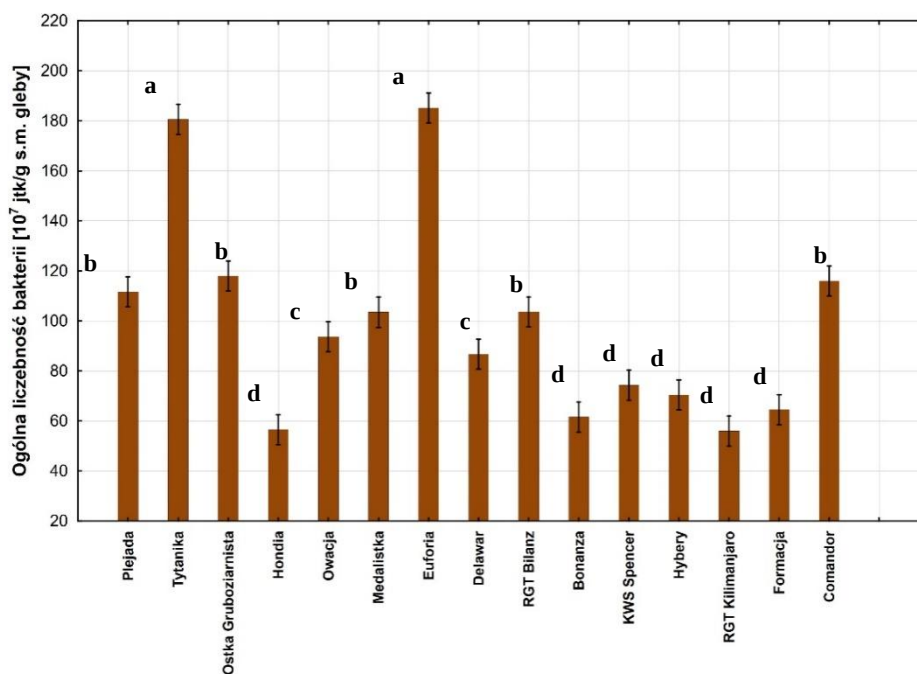
Tabela 3. Ogólna liczebność j.t.k. (jednostki tworzące kolonie) bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz (μg formazanu/1 g s.m. gleby) i fosfataz (μg pNP/1 g s.m. gleby) w glebie ryzosferowej różnych odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym

-Faza II

Odmiana	Aktywność fosfatazy kwaśnej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność fosfatazy zasadowej ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Aktywność dehydrogenaz ($\mu\text{g/g}$ s.m. gleby)	Ogólna liczebność bakterii (10^7 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność grzybów (10^5 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność Azotobacter (10^1 j.t.k./g s.m. gleby)	Ogólna liczebność PBS (10^7 j.t.k./g s.m. gleby)
Tytanika	120,633	85,049	233,824	76,408	26,627	87,214	15,822
Ostka Gruboziarnista	117,054	108,638	216,306	201,672	35,657	13,803	7,285
Hondia	99,779	91,587	213,101	34,695	16,191	37,394	7,325
Owacja	103,405	94,309	204,931	115,833	24,605	7,192	8,328
Medalistka	111,513	96,977	203,178	80,990	24,566	4,222	7,293
Euforia	104,920	95,752	184,615	503,147	34,951	5,377	13,827
Artis	113,745	97,659	201,201	151,992	39,150	1,919	6,141
Delawar	93,763	90,649	181,648	167,420	21,464	131,126	6,244
RGT Bilanz	107,507	94,789	218,298	67,709	14,316	283,993	8,899
Bonanza	94,976	83,280	185,086	72,954	27,164	12,418	6,209
KWS Spencer	99,143	85,500	189,486	102,277	27,403	5,017	4,631
Hybery	104,765	72,235	197,786	66,782	28,079	3,415	7,968
RGT Kilimanjaro	109,882	100,378	192,707	57,017	20,418	119,428	7,320
Formacja	106,672	101,906	194,514	42,695	29,232	10,770	11,924
Comandor	110,204	101,827	204,026	47,376	56,620	800,000	7,318
Plejada	119,655	90,322	211,837	122,834	32,833	3,090	6,180

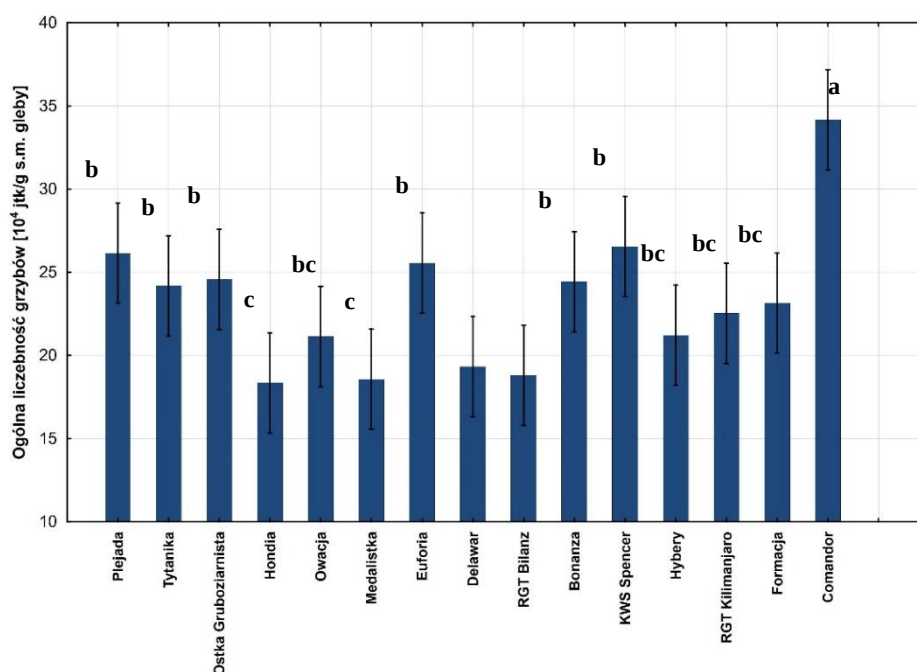
W analizie wariacji ANOVA najwyższą liczebność bakterii w ciągu dwóch lat badan (2019-2020) charakteryzowały się odmiany pszenicy ozimej takie jak: Tytanika, Euforia, Ostka Gruboziarnista, Plejada i Comandor (Fig. 1.)

Fig. 1. Ogólna liczebność bakterii w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariacji w latach 2019-2020.



Największą liczebność grzybów stwierdzono w glebie przykorzeniowej odmiany pszenicy ozimej Comandor. Ponadto stwierdzono istotnie wyższe ogólne liczebności grzybów w glebie ryzosferowej w I fazie poboru próbek glebowych w porównaniu do II fazy.

Fig. 2. Ogólna liczebność grzybów w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariacji w latach 2019-2020.



Z kolei najwyższą liczebnością bakterii z rodzaju *Azotobacter* charakteryzowała się gleba ryzosferowa pszenicy ozimej odmiany Comandor (Fig. 3). Najwyższą liczebnością bakterii solubilizujących fosfor w latach 2019-2020 charakteryzowała się odmiana pszenicy ozimej Tytanika, Euforia i Formacja (Fig. 4).

Fig. 3. Ogólna liczebność bakterii z rodzaju *Azotobacter* spp. w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariancji w latach 2019-2020.

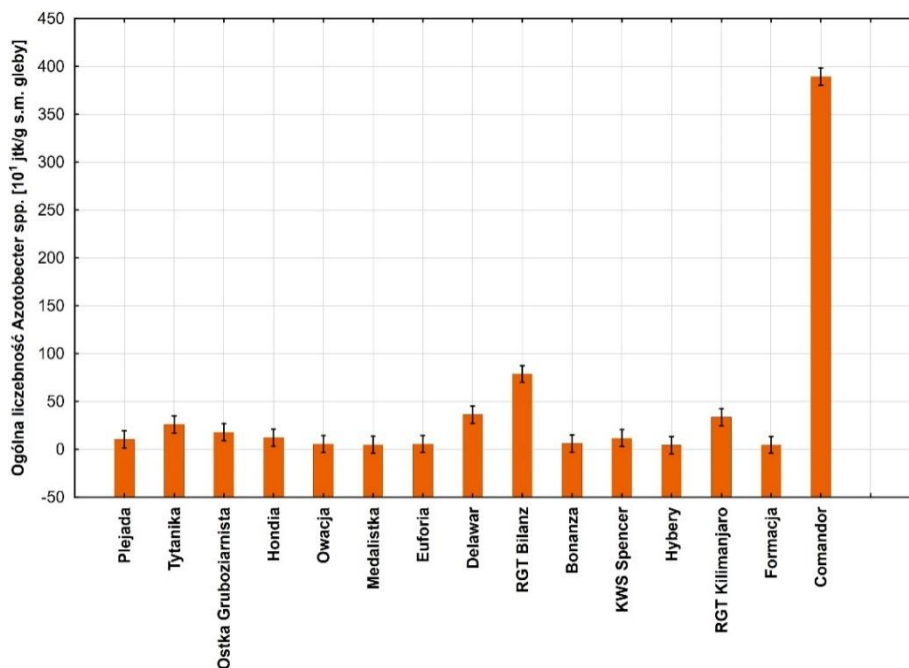
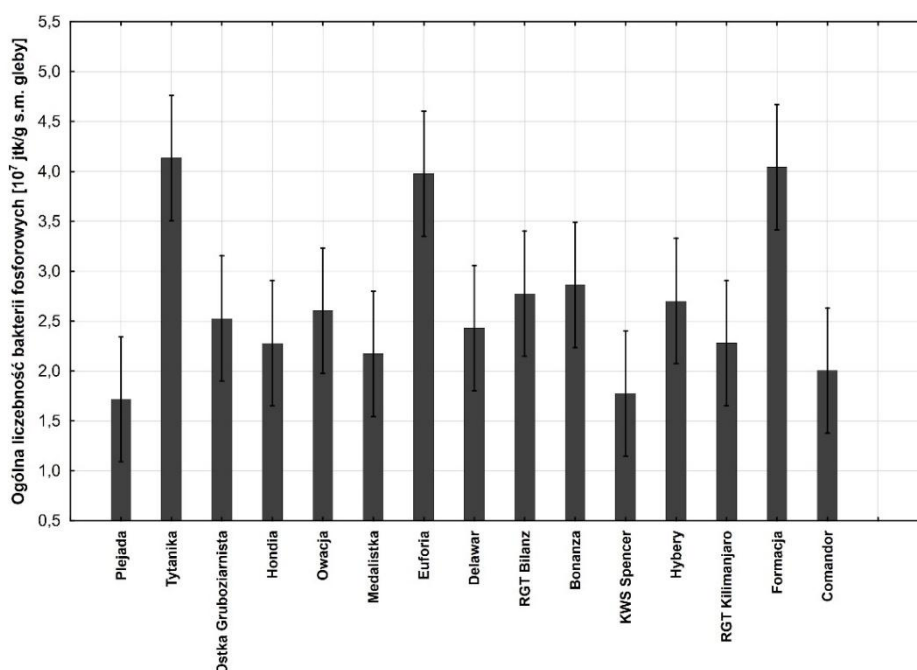


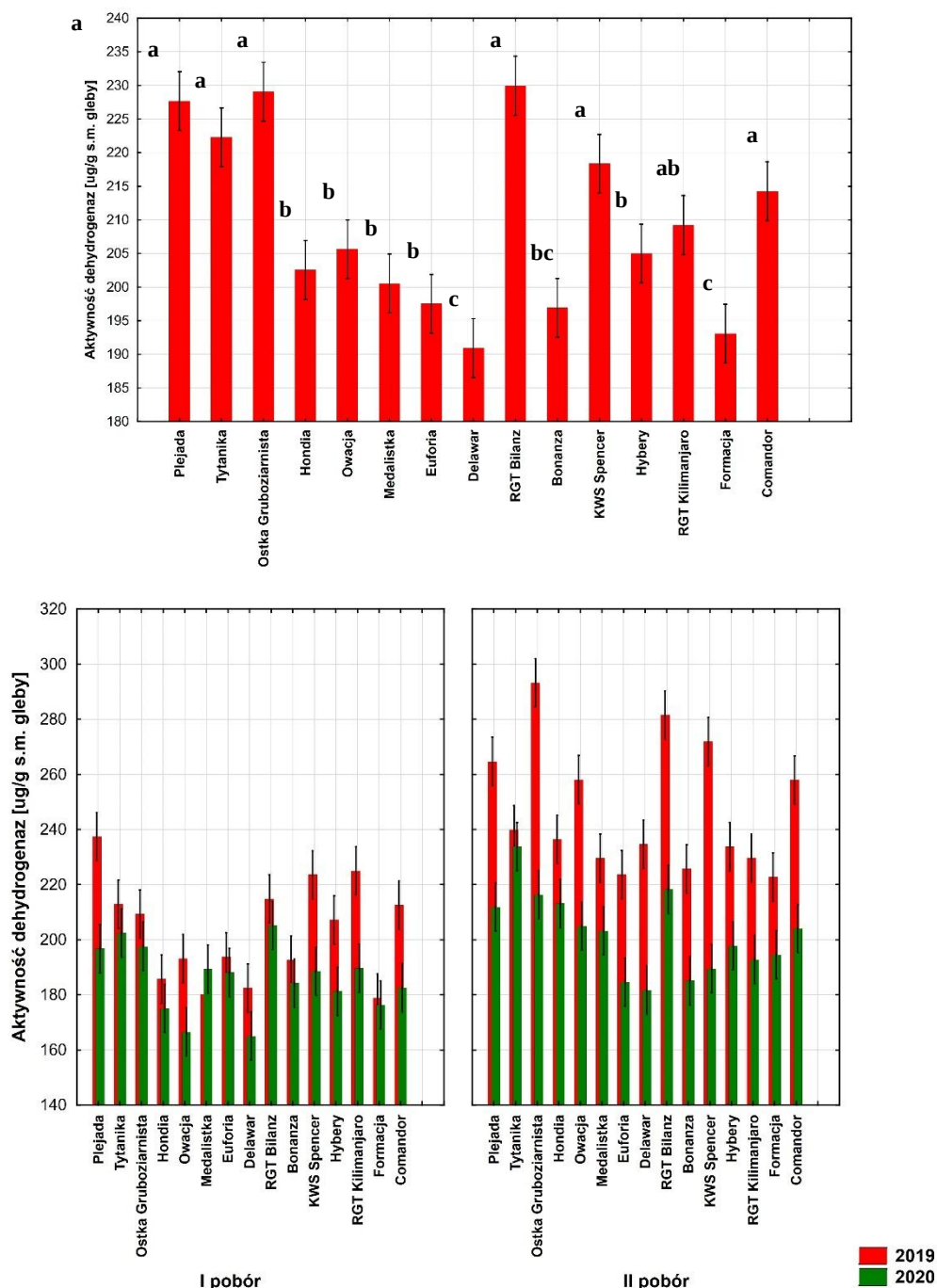
Fig. 4. Ogólna liczebność bakterii rozpuszczających fosforany w glebie ryzosferowej pszenic.



Najwyższą aktywność dehydrogenaz obserwowano w glebie ryzosferowej następujących odmian pszenic: Plejada, RGT Bilanz, Ostka gruboziarnista, KWS Spencer, Owacja, Comandor

(Fig. 5, Tabela 2, 3). Wysoka aktywność dehydrogenaz świadczy o dużej aktywności metabolicznej mikroorganizmów zasiedlających strefę korzeniową wymienionych odmian.

Fig. 5. Aktywność dehydrogenaz w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariancji w latach 2019-2020.



W przypadku aktywności fosfatazy kwaśnej najwyższą aktywność tego enzymu stwierdzono w glebie ryzosferowej odmiany Ostka Gr., Formacja, Plejada (Fig7 6). Z kolei najwyższą aktywność fosfatazy zasadowej stwierdzono w glebie ryzosferowej odmian: Ostka Gr. Owacja, Comandor oraz Plejada (Fig. 7).

Fig. 6. Aktywność fosfatazy kwaśnej w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariancji w latach 2019-2020.

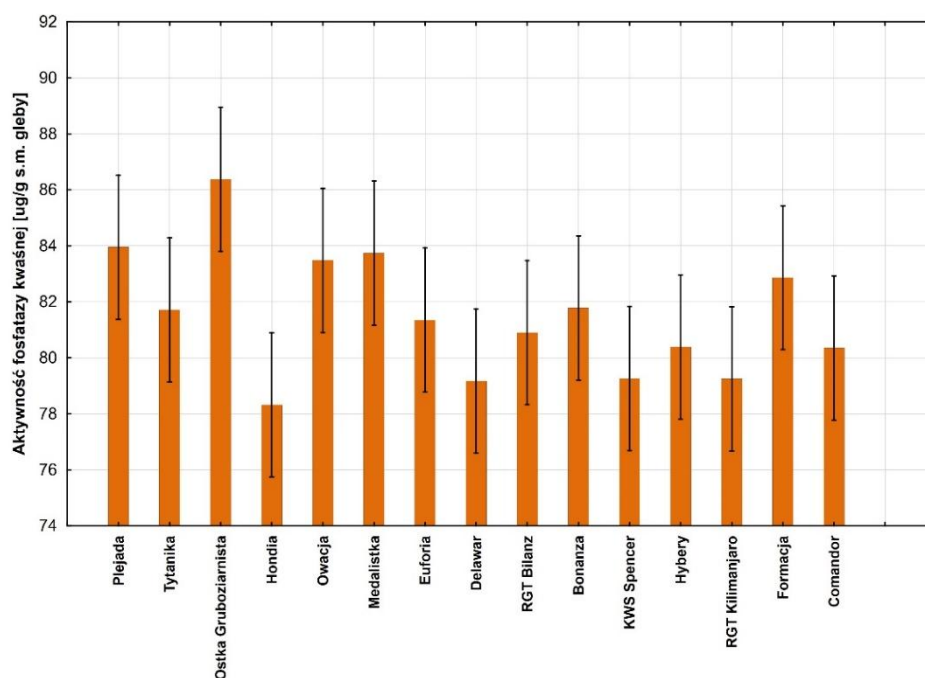
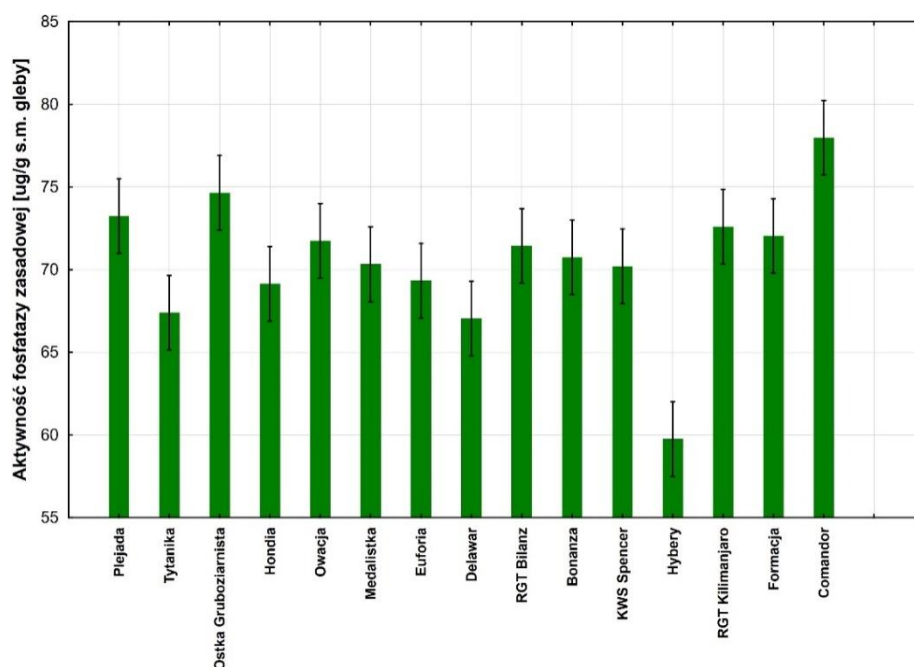


Fig. 7. Aktywność fosfatazy zasadowej w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariancji w latach 2019-2020.



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

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

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

Najwyższą wartość indexu Shannona stwierdzono w ryzosferze gleb pszenicy odmiany Ostka gruboziarnista, RGT Bilanz, KWS Spencer (Fig. 8). Natomiast najwyższą wartość wskaźnika AWCD potwierdzono także w ryzosferze odmiany pszenicy Ostka gruboziarnista, RGT Bilanz, KWS Spencer (Fig. 9).

Fig. 8. Wartość indexu Shannona w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariancji w latach 2019-2020.

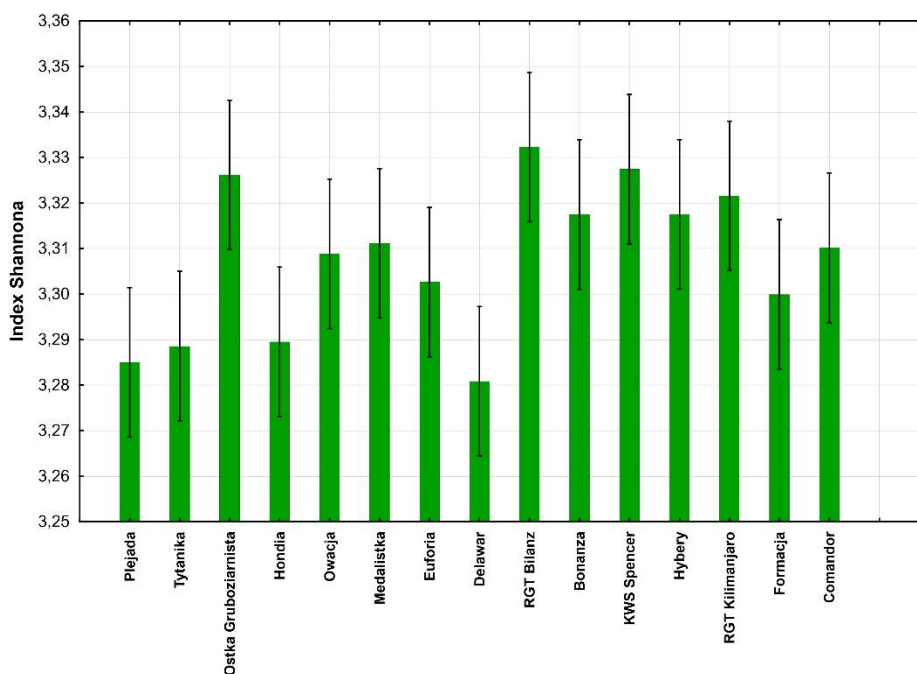
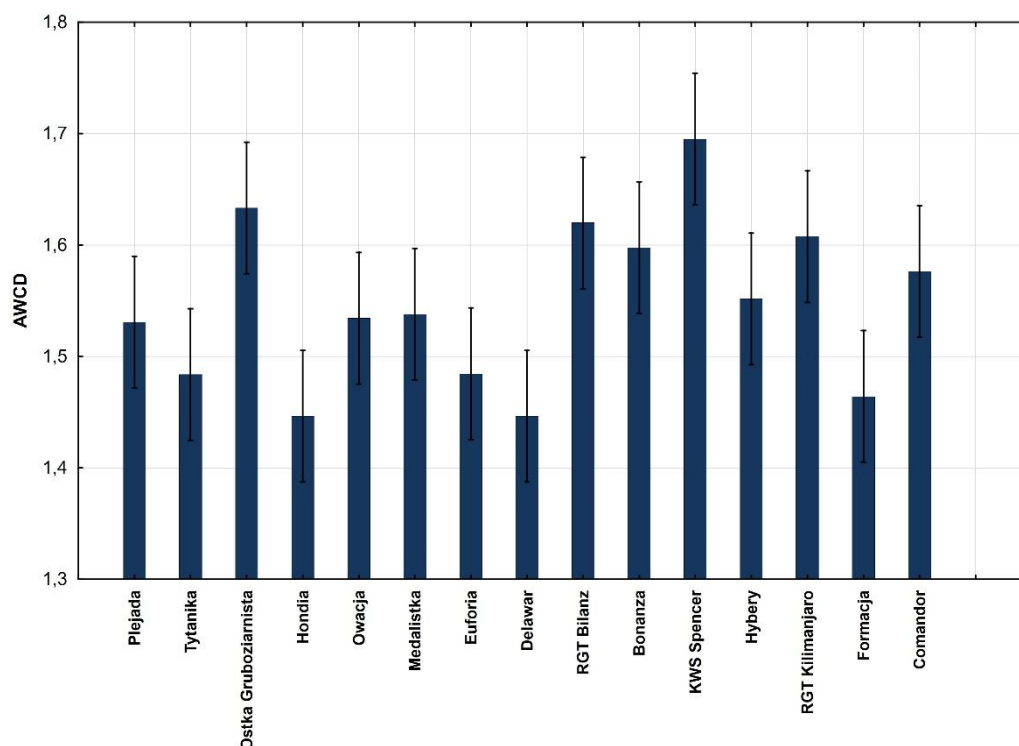


Fig. 9. Wartość wskaźnika AWCD w glebie ryzosferowej pszenic – analiza wariancji w latach 2019-2020.



W pierwszym terminie poboru próbek glebowych (czerwiec 2020) najwyższą aktywnością biologiczną wyrażoną współczynnikiem bioróżnorodności Shannon’a po 72h inkubacji płytek Biolog EcoPlates charakteryzowały się gleby spod uprawy odmian pszenicy: Ostka gruboziarnista, Euforia, KWS Spencer, RGT Bilanz, Plejada, Comandor ($H=3.33$). W pierwszej fazie poboru próbek w glebie ryzosferowej pszenic mikroorganizmy najaktywniej wykorzystywały węglowodany, kwasy karboksylowe, aminokwasy, zaś najslabiej aminy i amidy (Tabela 4a).

Tabela 4. Wartości współczynnika Shannona oraz procent wykorzystania przez mikroorganizmy w strefie ryzosferowej pszenic amin, aminokwasów, kwasów węglowodanów, polimerów.

Tabela 4a. Faza I

Odmiana	AWCD_72h	Shannon	Aminy/amidy [%]	Aminokwasy [%]	Kwasy karboksylowe [%]	Węglowodany [%]	Polimery [%]
Plejada	1,644	3,314	6,109	16,953	28,701	34,243	13,994
Tytanika	1,660	3,326	5,632	15,818	29,562	34,727	14,262
Ostka Gruboziarnista	1,646	3,335	6,033	17,640	30,419	31,506	14,403
Hondia	1,488	3,315	6,096	17,035	29,332	34,420	13,116
Owacja	1,430	3,287	4,662	17,912	29,170	34,099	14,157
Medalistka	1,622	3,323	4,811	17,252	29,022	33,607	15,308

Euforia	1,593	3,331	5,572	17,677	29,633	33,421	13,698
Artis	1,544	3,301	3,963	15,205	29,196	37,246	14,390
Delawar	1,358	3,267	4,566	17,030	28,767	35,340	14,296
RGT Bilanz	1,649	3,332	6,369	17,497	29,252	33,513	13,370
Bonanza	1,593	3,316	6,552	16,285	31,095	31,512	14,556
KWS Spencer	1,647	3,330	6,709	16,772	29,513	32,304	14,702
Hybery	1,501	3,302	4,892	17,860	28,623	34,753	13,872
RGT Kilimanjaro	1,515	3,329	5,284	15,507	33,478	32,034	13,697
Formacja	1,404	3,289	5,427	17,868	29,989	32,970	13,746
Comandor	1,474	3,331	5,657	16,743	29,574	33,094	14,933
Plejada	1,359	3,326	5,215	19,121	27,466	33,003	15,194

W drugiej fazie poboru próbek najwyższym wskaźnikiem bioróżnorodności Shannon'a charakteryzowały się gleby pobrane spod pszenicy odmiany Ostka gruboziarnista, Euforia, KWS Spencer, RGT Bilanz, Plejada, Comandor, Formacja, Owacja ($H=3.36$), (Tabela 2b).

Tabela 4b. Faza II

Odmiana	AWCD_72h	Shannon	Aminy/amidy [%]	Aminokwasy [%]	Kwasy karboksylowe [%]	Węglowodany [%]	Polimery [%]
Tytanika	1,442	3,328	5,104	18,804	28,671	32,542	14,879
Ostka Gruboziarnista	1,500	3,357	4,419	18,061	28,076	34,795	14,649
Hondia	1,363	3,332	3,568	17,535	26,612	36,452	15,833
Owacja	1,541	3,358	5,594	17,982	27,042	34,948	14,435
Medalistka	1,401	3,358	3,857	19,003	28,651	33,132	15,357
Euforia	1,500	3,369	4,002	17,892	30,007	33,209	14,890
Artis	1,502	3,363	4,955	18,975	28,854	31,937	15,279
Delawar	1,368	3,322	4,396	18,982	28,041	33,363	15,219
RGT Bilanz	1,524	3,394	7,054	17,704	29,454	30,940	14,848
Bonanza	1,573	3,347	5,644	17,672	27,572	34,741	14,372
KWS Spencer	1,624	3,369	5,073	17,222	28,880	33,618	15,207
Hybery	1,517	3,357	5,822	17,335	28,744	33,084	15,015
RGT Kilimanjaro	1,467	3,341	3,840	19,006	28,637	34,016	14,501
Formacja	1,433	3,362	6,332	17,774	29,198	31,347	15,348
Comandor	1,597	3,343	4,686	19,170	27,964	32,507	15,673

Biorąc pod uwagę wszystkie analizowane parametry mikrobiologiczne (liczebność bakterii i grzybów, aktywność mikrobiologiczną, współczynniki bioróżnorodności oraz procent wykorzystania przez mikroorganizmy związków węgla) wykonano analizę skupień metodą Warda z kwadratem odległości euklidesowej (Fig. 10, 11).

Fig. 10. Analiza skupień metodą Warda – faza I poboru próbek

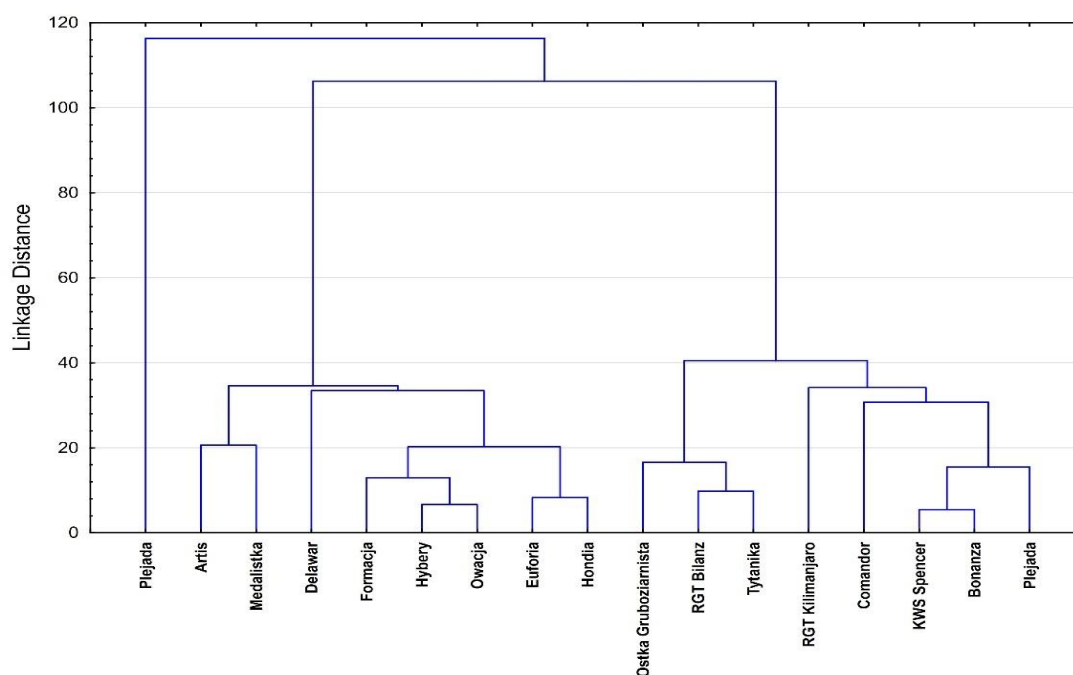
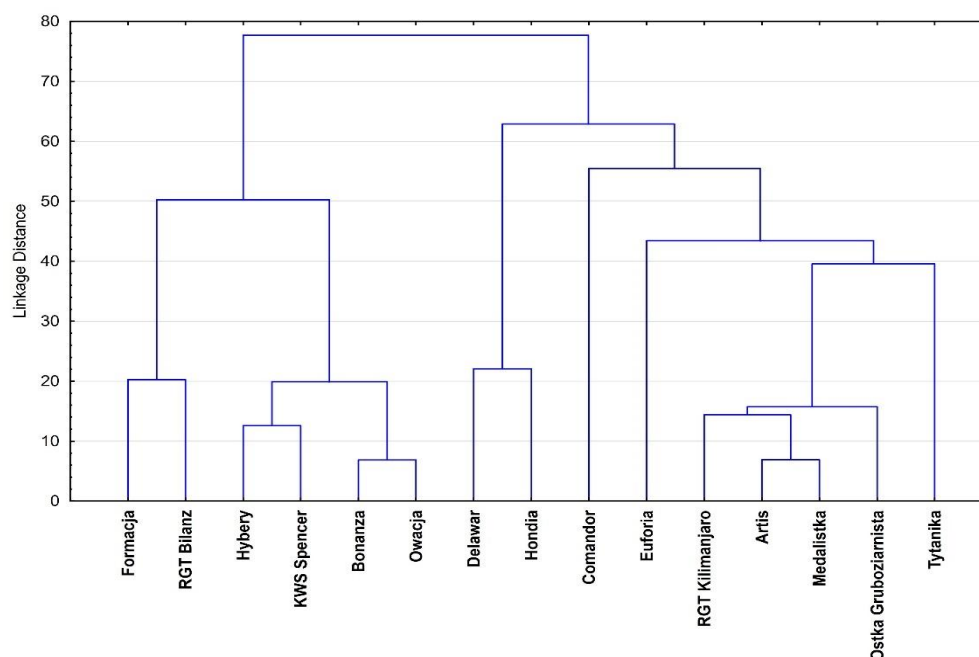


Fig. 11. Analiza skupień metodą Warda – faza II poboru próbek.



Na podstawie powyższych danych uwzględnionych także w metodzie Warda wykonano analizę głównych składowych PCA. W pierwszym terminie poboru próbek silną korelację dodatnią wykazano z odmianą Euforia, Formacja, Artis, Ostka gruboziarnista, Plejada, RTG Bilanz a ujętymi w badaniach parametrami aktywności biologicznej gleb, w tym parametrami metabolicznymi uzyskanymi w analizie Biolog EcoPlate (Fig. 12). Wyniki tych zestawień zostały potwierdzone także w drugim terminie poboru próbek, gdzie również wyżej wymienione gleby ryzosferowe odmiany pszenicy ozimej charakteryzowały się wysoką aktywnością metaboliczną oraz silnymi korelacjami dodatnimi pomiędzy badaną odmianą a parametrami aktywności metabolicznej (Fig. 13).

Fig. 12. Analiza głównych składowych PCA – faza I poboru próbek.

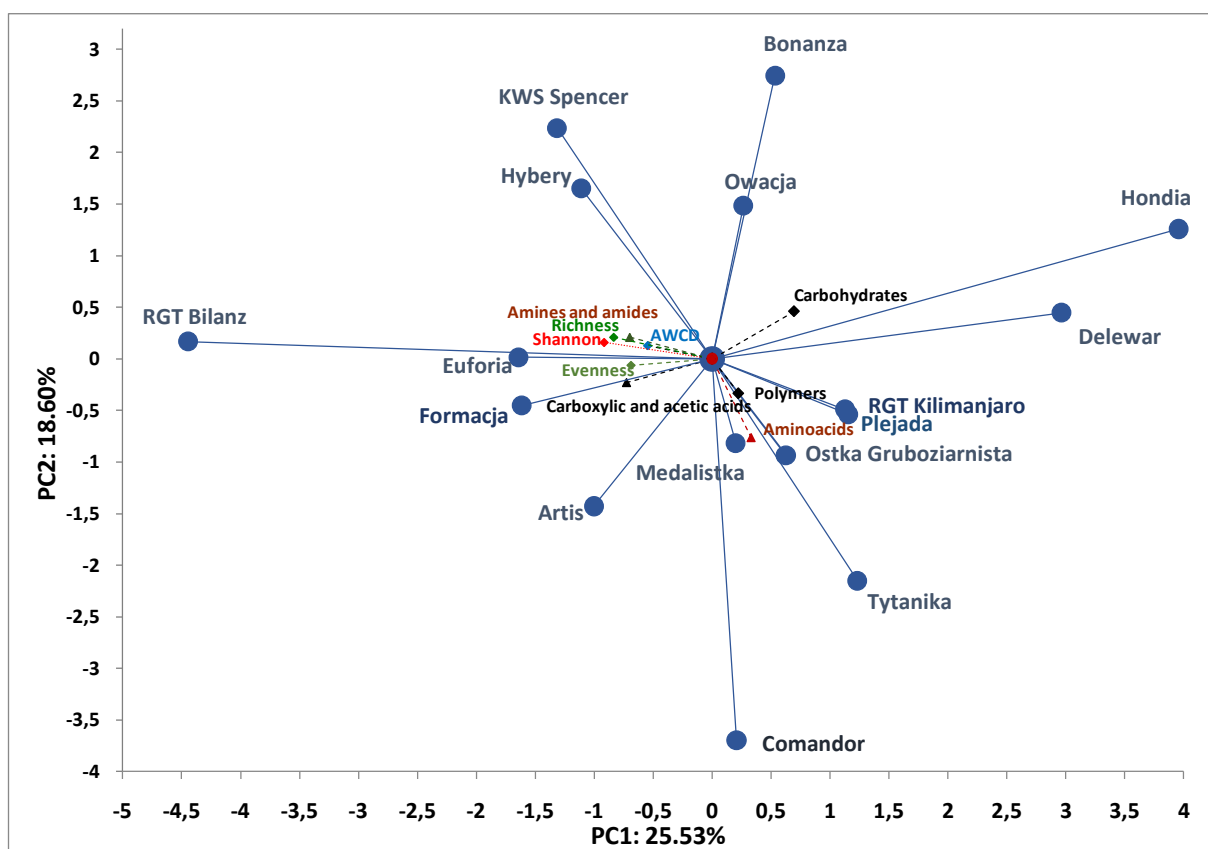
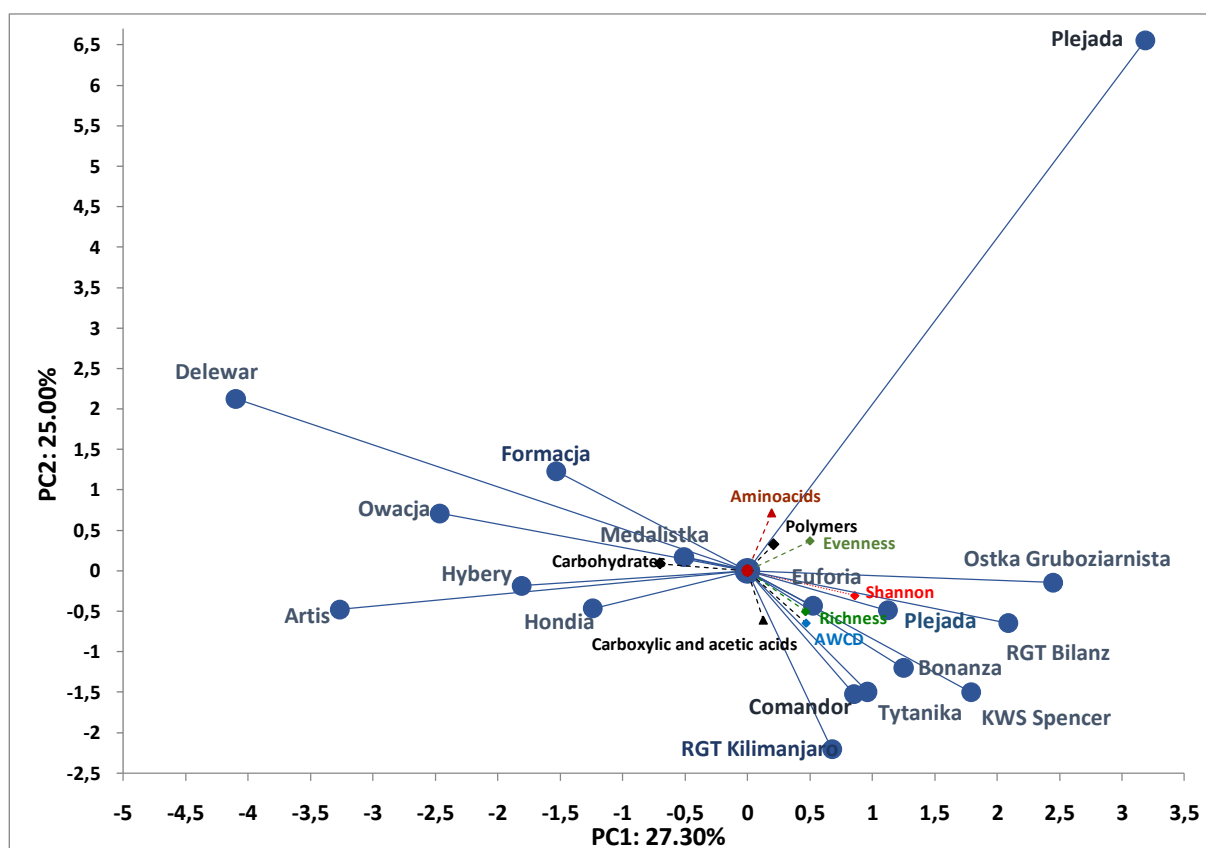


Fig. 13. Analiza głównych składowych PCA – faza II poboru próbek.



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

6.2. Ocena stanu odżywienia pszenicy ozimej w fosfor

Metodyka badań

Celem prowadzonych badań była ocena zawartości fosforu (P) w szesnastu odmianach (Artist, Bonanza, Comandor, Delawar, Euforia, Formacja, Hondia, Hybery, KWS Spencer, Medalistka, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka, Owacja, Plejada, RGT Bilanz, RTG Kilimanjaro, Tytanika) pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym.

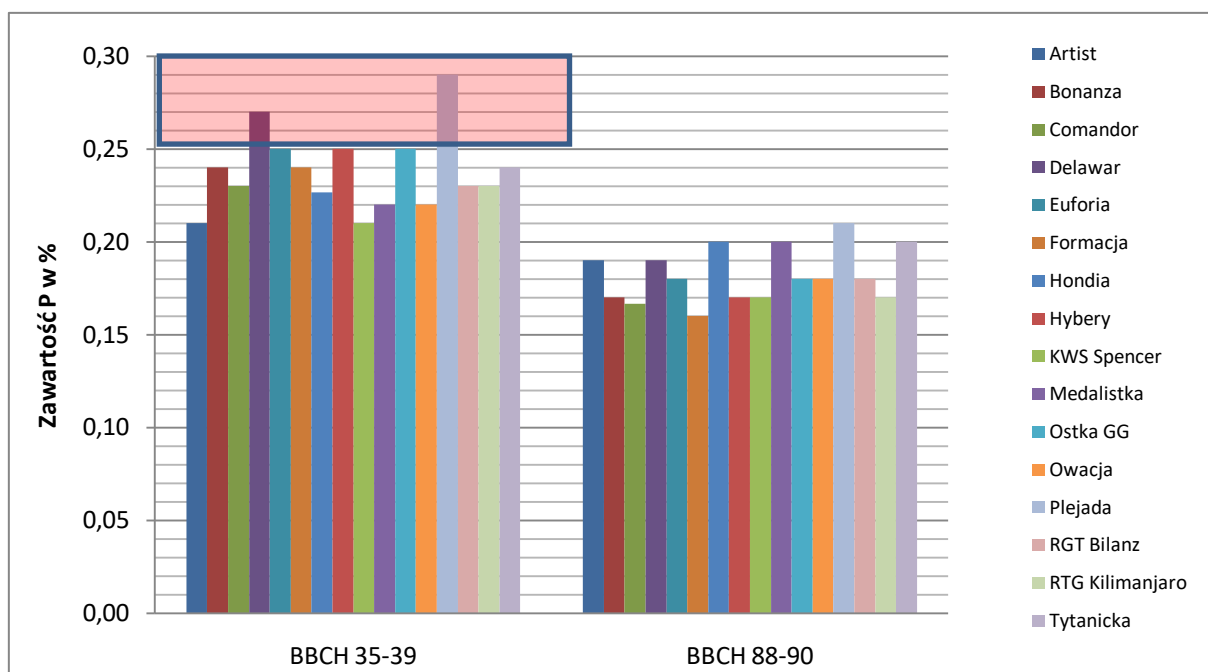
W celu oznaczenia w suchej masie badanych odmian pszenicy ozimej całkowitej zawartości P pobierano losowo z każdego poletka po 30 roślin w fazach BBCH 35-39 oraz BBCH 88-90.

Zgromadzony materiał roślinny pszenicy po wysuszeniu do stanu powietrznie suchego poddano mineralizacji na drodze mokrej stężonym H_2SO_4 i perhydrolem. Fosfor oznaczono metodą spektrofotometrii przepływowej w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych w Puławach.

Do oceny stanu odżywienia fosforem w fazie BBCH 35-39 wykorzystano metodę przedziału krytycznego. Układem odniesienia był przedział zawartości krytycznej (optymalnej) w zakresie od 0,25 do 0,5% zaproponowany przez Bergmanna (1992).

Wyniki

W fazie BBCH 35-39 najwyższą zawartością fosforu wynoszącą 0,29%, mieszczącą się w zakresie przedziału zawartości krytycznej charakteryzowała się odmiana Plejada. W przedziale zawartości krytycznej znalazły się również oznaczone zawartości fosforu dla odmiany Delawar oraz na dolnej granicy tego przedziału dla odmian Ostka GG, Euforia i Hybery. Najmniejszą koncentrację fosforu w tej fazie wynoszącą 0,21% odnotowano dla odmian Artist i KWS Spencer. W fazie dojrzałości pełnej (BBCH 88-90) odmiana Plejada charakteryzowała się również najwyższą zawartością fosforu wynoszącą 0,21% (rys. 1). Należy podkreślić, iż w 2019 r. odmiana ta charakteryzowała się także wysoką zawartością tego składnika, drugą w kolejności w obu fazach rozwojowych.



Rys. 1. Zawartość fosforu (w %) w suchej masie szesnastu odmian pszenicy ozimej w fazach BBCH 35-39 i BBCH 88-90.

Koordynator prowadzonych badań

Dr hab. Krzysztof Jończyk