

Innowacje w uprawie, przetwórstwie i wprowadzaniu na rynek pierwotnych form pszenic okrągłoziarnowej i perskiej o podwyższonej wartości odżywczej



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

Institucja Zarządzająca PROW 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Publikacja opracowana przez Grupę Operacyjną „Pradawne Ziarno”, współfinansowana jest ze środków Unii Europejskiej w ramach działania „Współpraca” PROW 2014-2020.

**Rezultaty projektu pt.
„Innowacje w uprawie, przetwórstwie
i wprowadzaniu na rynek
pierwotnych form pszenic
okrągłoziarnowej i perskiej
o podwyższonej wartości odżywczej”**



Bydgoszcz 2021

Wyniki badań i rezultaty projektu pt.
„Innowacje w uprawie, przetwórstwie i wprowadzaniu na rynek pierwotnych
form pszenic okrągłoziałowej i perskiej o podwyższonej wartości odżywczej”,
realizowanego w latach 2018-2021, przez Konsorcjum „Pradawne Ziarno”.

Praca zbiorowa:
dr hab. inż. Małgorzata Szczepanek, prof. uczelni
dr hab. inż. Tomasz Knapowski, prof. uczelni
dr inż. Piotr Prus, prof. uczelni
dr hab. inż. Grzegorz Lemańczyk, prof. uczelni
dr hab. inż. Wojciech Kozera, prof. uczelni
dr hab. inż. Robert Lamparski, prof. uczelni
dr hab. inż. Edward Wilczewski, prof. uczelni
dr inż. Aleksander Łukanowski, adiunkt
dr inż. Edward Majcherczak, adiunkt

Red. dr hab. inż. Małgorzata Szczepanek, prof. uczelni

Nakład: 200 szt.

Wydawca:



© Copyright by Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

ISBN 978-83-66530-34-8

SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
1. CHARAKTERYSTYKA BIOLOGICZNA GATUNKÓW	7
2. WYMAGANIA KLIMATYCZNE I GLEBOWE	8
3. TECHNOLOGIE UPRAWY	9
3.1. UPRAWA EKOLOGICZNA	9
3.1.1. Pszenica okrągłoziałowa	9
3.1.2. Pszenica perska	12
3.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA	15
3.2.1. Pszenica okrągłoziałowa	15
3.2.2. Pszenica perska	17
4. CHOROBY	19
4.1. UPRAWA EKOLOGICZNA	20
4.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA	22
5. SZKODNIKI	25
5.1. UPRAWA EKOLOGICZNA	25
5.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA	27
6. ZACHWASZCZENIE	29
6.1. UPRAWA EKOLOGICZNA	29
6.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA	30
7. WARTOŚĆ ODŻYWCZA ZIARNA	33
7.1. SKŁADNIKI MINERALNE	33
7.1.1. Uprawa niskonakładowa integrowana	33
7.1.2. Uprawa ekologiczna	36
7.2. AMINOKWASY	37
7.2.1. Wpływ nawożenia azotem	38
7.2.2. Wpływ sposobów uprawy roli	42
8. JAKOŚĆ TECHNOLOGICZNA	44
8.1. PSZENICA OKRĄGŁOZIARNOWA	44
8.2. PSZENICA PERSKA	47
9. TECHNOLOGIE PRODUKCJI I NOWE PRODUKTY	49
9.1. MAKARON	49
9.2. PŁATKI	53
9.3. CHLEB	56
10. STRATEGIA MARKETINGOWA	59
10.1. ANALIZA RYNKU	59
10.2. TWORZENIE MARKI	62
10.3. PROMOCJA	65
11. LITERATURA	72

WSTĘP

Potrzeba zrównoważonego zaopatrzenia w żywność o wysokiej wartości odżywczej jest największym bodźcem, który prowadzi do wzrostu zainteresowania pierwotnymi formami pszenic. Uprawa pierwotnych gatunków zbóż daje szansę pozyskania ziarna konsumpcyjnego o większej zawartości składników biologicznie czynnych w porównaniu z pszenicą zwyczajną. Częściowe rozpoznanie zbóż pierwotnych takich jak orkisz, płaskurka i samopsza wskazuje jednoznacznie na ich wartość prozdrowotną. Nierozpoznana jest jednak przydatność innych gatunków pszenic pierwotnych do gospodarczego wykorzystania. Przykładami takich gatunków są pszenica okrągłoziałowa oraz pszenica perska. Niezbędne dla ich reintrodukcji jest określenie wartości gospodarczej, opracowanie metod uprawy i przetwarzania oraz aktywna działalność marketingowa.

W niniejszym opracowaniu prezentowane są wyniki badań i rezultaty projektu pn. „*Innowacje w uprawie, przetwórstwie i wprowadzaniu na rynek pierwotnych form pszenic okrągłoziałowej i perskiej o podwyższonej wartości odżywczej*”. Projekt realizowany był przez Konsorcjum PRADAWNE ZIARNO, składające się z rolników, przetwórców, jednostek naukowych, samorządowych i doradczych. Celem realizacji projektu było:

1. Opracowanie nowych technologii uprawy pierwotnych form pszenic okrągłoziałowej i perskiej w systemie niskonakładowym integrowanym i ekologicznym.
2. Opracowanie procesów produkcji i wytworzenie innowacyjnych produktów: chleba, płatków, makaronu z pszenic okrągłoziałowej i perskiej.
3. Opracowanie nowych metod marketingu dotyczących wprowadzania na rynek innowacyjnych produktów z pszenic okrągłoziałowej i perskiej o podwyższonej wartości odżywczej.

Podstawą opracowania nowych technologii uprawy pszenicy okrągłoziałowej i perskiej były ściśle doświadczenia polowe, realizowane w systemie integrowanym (w Stacji Badawczej Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy) i ekologicznym (w pięciu gospodarstwach ekologicznych). Podstawą opracowania nowych procesów produkcji i wytworzenia innowacyjnych produktów (chleba makaronu i płatków) była ocena jakości technologicznej surowca w laboratoriach Uniwersytetu oraz testy produkcyjne w przedsiębiorstwach przetwórstwa rolno-spożywczego. Wykonano także analizę wartości odżywczej i innych cech jakościowych surowców oraz produktów końcowych. Opracowano i zastosowano nową metodę marketingu w celu wprowadzania na rynek innowacyjnych produktów z pszenicy okrągłoziałowej i perskiej. Wykorzystano m.in. 1. branding (budowanie świadomości i rozpoznawalności marki poprzez promowanie wspólnego logotypu; 2. wspólne dla członków konsorcjum działania promocyjne (m.in. targi, jarmarki, konferencje); 3. badanie rynku, analizę potrzeb i preferencji konsumentów, dającą możliwość lepszego dostosowania produktów spożywczych z pierwotnych form pszenic okrągłoziałowej i perskiej do oczekiwań odbiorcy.

Prezentowane Państwu opracowanie dedykowane jest dla producentów rolnych prowadzących gospodarstwa ekologiczne i konwencjonalne, podmiotów z branży rolno-spożywczej, jednostek samorządowych i doradczych. Cenne informacje nt. wartości odżywczej ziarna i produktów końcowych znajdą tu również konsumenci.

Bardzo dziękuję za pomoc w przygotowaniu broszury grupie naukowców z Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy.

Wszystkim Państwu życzę przyjemnej lektury, sukcesów we wdrażaniu rezultatów naszego projektu oraz szerokiej możliwości korzystania z jego efektów.

Dr hab. inż. Małgorzata Szczepanek, prof. uczelni

Kierownik projektu

1. CHARAKTERYSTYKA BIOLOGICZNA GATUNKÓW

Pszenica okrągłoziańska

synonim pszenica indyjska; nazwa łacińska *Triticum sphaerococcum* Percival, *Triticum aestivum* L. ssp. *sphaerococcum*; nazwa angielska Indian dwarf wheat

Pszenica okrągłoziańska to roślina endemiczna dla południowego Pakistanu i północno-zachodnich Indii. Gatunek ten zniknął z uprawy na początku XX wieku, po Zielonej Rewolucji, która wprowadziła nowoczesne odmiany pszenicy.

Pszenica okrągłoziańska jest formą nieoplewioną, całkowicie wylącinalną z plewek. Gatunek ten należy do grupy pszenic heksaploidalnych. Jedyną odmianą uprawną objętą ochroną prawną w Polsce (wpisaną do Księgi Ochrony wyłącznego prawa do odmiany w 2020 r.) jest 'Trispa', wyselekcjonowana w Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy. Odmiana ta wykształca długie (65-80 cm), dość sztywne źdźbła. Część nadziemna rośliny pokryta jest woskowym nalotem (na pochwie liścia flagowego bardzo silnym, na blaszce średnim), co zwiększa jej odporność na suszę. Kłos tej pszenicy jest biały, piramidalny, średnio-zbity, krótki, o długości 5-6 cm. Kłoski są dwu- lub trzykwiatowe, jedno- lub dwuziarnowe. Na kłosie widoczne są krótkie ostki. Ziarna pszenicy okrągłoziańskiej są półkuliste, z płytką bruzdką. Masa tysiąca ziaren wynosi przeciętnie ok. 30 g, a ciężar objętościowy 80 kg·hl⁻¹.



Rys. 1. Pszenica okrągłoziańska: łan, kłos, ziarno

Pszenica perska

nazwa łacińska *Triticum persicum* (Percival) Wawilow, *Triticum carthlicum* Nevski; nazwa angielska Persian wheat

Pszenica perska to gatunek pochodzący z południowych zboczy Wielkiego Kaukazu w Gruzji. Niektóre źródła wskazują, że pszenica ta powstała w wyniku

hybrydyzacji udomowionej pszenicy płaskurki i pszenicy zwyczajnej. Ze względu na to, że roślina ta jest odporna na stresowe czynniki siedliska, jej uprawy można nadal znaleźć w niektórych krajach, głównie na Kaukazie Południowym.

Pszenica perska należy do grupy pszenic tetraploidalnych. Jedyną odmianą uprawną pszenicy perskiej jest 'Persa', wyselekcjonowana na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy i objęta ochroną prawną w Polsce (wpisana do Księgi Ochrony wyłącznego prawa do odmiany w 2020 r.). Żdźbła tej odmiany są delikatne, długie (65-80 cm), bardzo podatne na wyleganie. Na blaszkach liściowych nie występuje nalot woskowy, co zwiększa wrażliwość roślin na suszę. Średnio długi kłos (7-8 cm) ma kształt piramidalny. Jest brunatno zabarwiony, luźny, ościsty (długość ości ok. 5 cm). Kłoski są dwu- lub trzykwiatowe, jedno- lub dwuziarnowe. Pszenica perska jest formą nieoplewioną i podczas omlotu bez trudu wymłaca się z plewek. Ziarno pszenicy perskiej jest wydłużone; masa tysiąca ziaren wynosi przeciętnie 28 g, a ciężar objętościowy 70 kg·hl⁻¹.



Rys. 2. Pszenica perska: łan, kłos, ziarno

2. WYMAGANIA KLIMATYCZNE I GLEBOWE

Pszenica okragłoziarnowa jest formą jara, ale w cieplejszych rejonach świata jest wysiewana jak roślina ozima. W warunkach Polski nie jest uszkodzana przez wiosenne przymrozki. W doświadczeniach rozpoznawczych prowadzonych w województwie kujawsko-pomorskim i pomorskim pszenica ta wysiana w końcu września, w warunkach niezbyt mroźnej zimy dobrze przetrzymała, a wydajność jej była znacznie większa niż z siewu wiosennego. Pszenica okragłoziarnowa ma średnie wymagania glebowe. Można ją uprawiać na glebach klasy bonitacyjnej od III do IVb. Gleba powinna być w dobrej kulturze, o średniej zasobności w składniki pokarmowe, o odczynie zbliżonym do obojętnego. Pszenicy okragłoziarnowej nie należy uprawiać na glebach bardzo żyznych, nadmiernie uwilgotnionych, ponieważ wykształca wówczas dużą biomasę słomy, która trudno dosycha, co utrudnia zbiór.

Pszenica perska uprawiana jest w Polsce jako roślina jara. Wiosenne przymrozki (minus 6-8°C), występujące w okresie rozwoju pierwszych liści mogą powodować uszkodzenia części nadziemnej, jednak roślina szybko się regeneruje.

W cieplejszych rejonach świata pszenicę perską wysiewa się jesienią. Pszenica perska ma szybsze tempo wzrostu i rozwoju, w porównaniu do pszenicy zwyczajnej czy okragłoziarnowej. Wymagania glebowe tego gatunku są podobne jak pszenżyta. Można ją uprawiać na glebach klasy bonitacyjnej od III do IVb. Pod uprawę tego gatunku nie nadają się gleby zbyt ciężkie, nadmiernie uwilgotnione ani zbyt lekkie, o niskiej retencji wody.



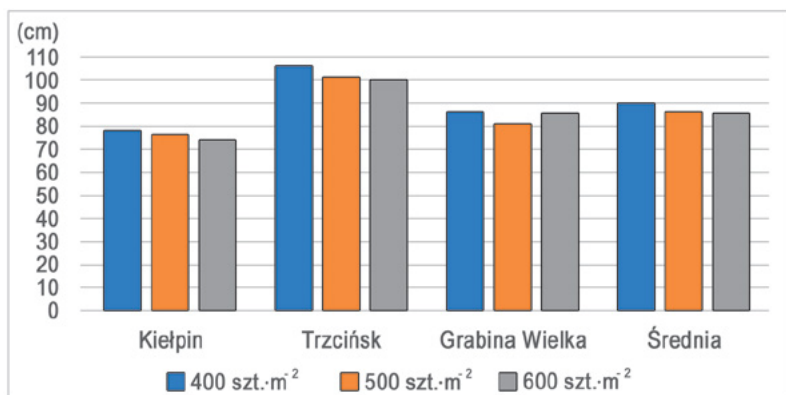
Rys. 3. Regeneracja pszenicy perskiej po wiosennych przymrozkach (-7°C), Trzcińsk 2019

3. TECHNOLOGIE UPRAWY

3.1. UPRAWA EKOLOGICZNA

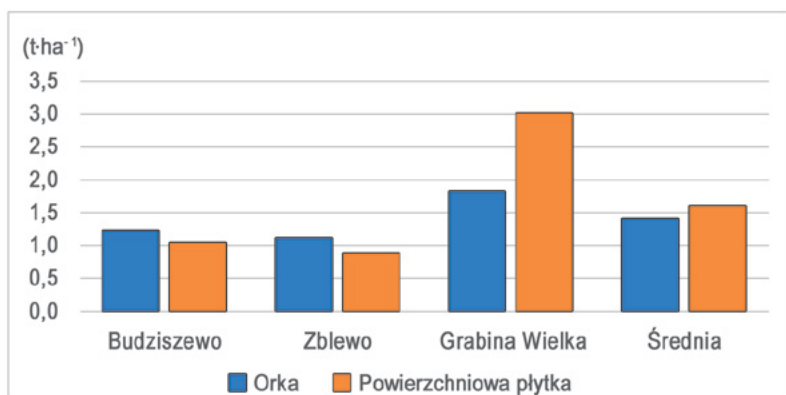
3.1.1. Pszenica okragłoziarnowa

Pszenica okragłoziarnowa nie powinna być wysiewana po przedplonach zbożowych, jednak, jeśli trudno tego uniknąć należy jesienią, pod orkę przedzimową zastosować obornik (w dawce 10-20 t·ha⁻¹). Dobre efekty daje również uprawa międzyplonu ścierniskowego z udziałem roślin bobowatych. Należy go wysiać zaraz po zbiorze rośliny przedplonowej i przyorać przed zimą, jednak przedtem, szczególnie przy dużej biomasie konieczne jest jego skoszenie, rozdrobnienie oraz lekkie przeschnięcie. Pszenica okragłoziarnowa na 1 t ziarna (z odpowiednią ilością słomy) pobiera ok. 36 kg N, 14 kg P₂O₅, 24 kg K₂O oraz 5 MgO. Podstawowymi źródłami składników pokarmowych są: gleba, resztki pozbiorowe z przedplonów oraz nawozy (dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym). Na bardzo żyznych i urodzajnych glebach i po dobrych przedplonach (bobowate wieloletnie) dodatkowe nawożenie jest zbędne, a nawet niewskazane. Szczególnie należy unikać zbyt dużej dostępności azotu, który stymuluje wydłużanie pędów, co zwiększa zagrożenie wyleganiem. Pszenica okragłoziarnowa wykształca bowiem długie pędy (Rys. 4), które przy dużej zasobności gleby w azot i nadmiernym uwilgotnieniu gleby wykazują skłonność do wylegania. Dla optymalizacji nawożenia niezbędna jest analiza gleby w zakresie zawartości składników pokarmowych oraz pH. Dla pszenicy okragłoziarnowej optymalne pH powinno wynosić 6,1-6,5.



Rys. 4. Długość pędów pszenicy okragłoziałowej (cm) w uprawie ekologicznej w zależności od gęstości siewu (400, 500 i 600 szt./m²). Doświadczenia w Kielpinie, Trzcińsku i Grabinie Wielkiej w 2019 r.

Podstawowym sposobem uprawy roli jest wykonanie późną jesienią orki przedzimowej (na głębokość 22-23 cm), uprawek przedsiewnych wiosennych i siew siewnikiem rzędowym, w wąskiej rozstawie rzędów (10-15 cm). Klasyczna uprawa płuzna jest szczególnie wskazana przy problemach z zachwaszczeniem. Jednak w przypadku gleb w dobrej kulturze i ograniczonej skłonności do zachwaszczania wystarczające dla tego gatunku pszenicy jest wykonanie płytkiej uprawy powierzchniowej. W doświadczeniach przeprowadzonych w Budziszewie i Zblewie, przy silnym zachwaszczeniu pszenica okragłoziałowa plonowała lepiej w uprawie płuznej, natomiast w Grabinie Wielkiej, przy małym zachwaszczeniu znacznie lepsze rezultaty uzyskano w uprawie powierzchniowej płytkiej (Rys. 5). Polegała ona na dwukrotnym użyciu kultywatora: przed zimą w celu wymieszania biomasy międzyplonu (grochu) z glebą oraz na wiosnę, wraz z wałem strunowym, do przedsiewnego doprowadzenia gleby. Głębokość pracy kultywatora nie przekraczała 10-12 cm.



Rys. 5. Plon ziarna pszenicy okragłoziałowej (t/ha) w uprawie ekologicznej w zależności od sposobu uprawy roli. Doświadczenia w Budziszewie, Zblewie i Grabinie Wielkiej, w 2019 r.

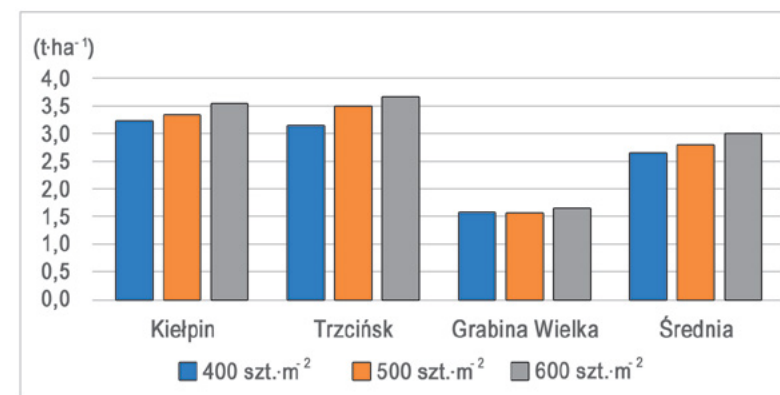
Pszenicę okragłoziałową należy wysiewać wcześniej na wiosnę (od połowy do 30 marca). Powinna być wysiewana nieco płycej niż pszenica zwyczajna, ponieważ jej ziarno jest drobniejsze. Właściwa głębokość siewu wynosi od 3 cm na glebach ciężkich do 4 cm na glebach lekkich. Siew wykonuje się siewnikami zbożowymi. W ustaleniu ilości wysiewu należy uwzględnić masę tysiąca ziaren (MTZ), zdolność kiełkowania (ZK %), gęstość siewu (liczbę kiełkujących ziaren na 1 m²) oraz polowy wskaźnik wschodów (stosunek liczby roślin po wschodach do liczby wysianych nasion, PWW). Ziarno pszenicy okragłoziałowej pochodzące z upraw ekologicznych, stanowiące materiał siewny jest przeważnie nieco drobniejsze (MTZ 28 g) niż ziarno z produkcji konwencjonalnej (MTZ 30 g). Dla uzyskania maksymalnego plonu ziarna pszenica okragłoziałowa powinna być wysiewana w gęstości 600 szt. kiełkujących ziaren na 1 m² (Rys. 6). W obliczaniu ilości wysiewu należy przyjąć polowy wskaźnik wschodów (PWW) równy 1 w optymalnych warunkach glebowych (właściwie przygotowane łóżka siewne) i wilgotnościowych. W przypadku gleb o gorszej strukturze, nazbyt zbitych lub luźnych, przesuszonych lub skłonnych do zaskorupiania PWW należy zmniejszyć do 0,9 lub nawet 0,8 (Tabela 1).

$$\text{Ilość wysiewu} = \text{MTZ (g)} \times \text{GS (szt. m}^{-2}\text{)} / \text{ZK (\%)} / \text{PWW}$$

$$\text{np. } 28 \times 600 / 94 / 0,9 = 199 \text{ kg ha}^{-1}$$

Tabela 1. Ilość wysiewu pszenicy okragłoziałowej dla PWW 0,8 i 0,9

Masa tysiąca ziaren (MTZ) g	Zdolność kiełkowania (ZK) %	Gęstość siewu (GS) szt. na 1 m²	Polowy wskaźnik wschodów (PWW)	Ilość wysiewu kg·ha ⁻¹
28,0	94	600	0,9	199
			0,8	223



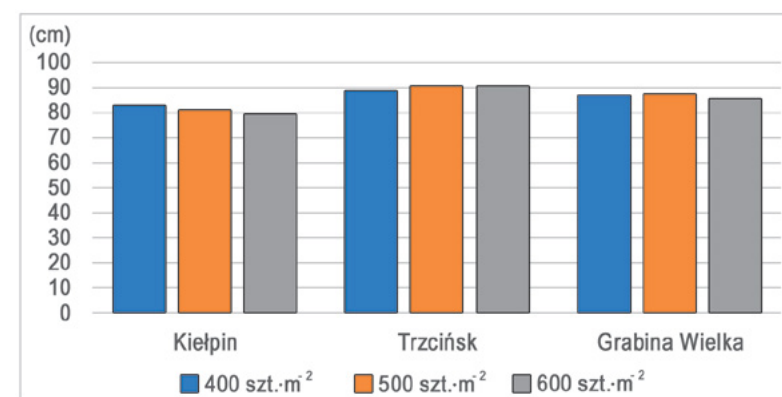
Rys. 6. Plon ziarna pszenicy okragłoziałowej (t/ha) w uprawie ekologicznej w zależności od gęstości siewu (400, 500 i 600 szt./m²). Doświadczenia w Kielpinie, Trzcińsku i Grabinie Wielkiej w 2019 r.

Zwalczanie chwastów w ekologicznym systemie gospodarowania jest trudne, dlatego należy wybierać pola wolne od chwastów wieloletnich. Podstawowym zabiegiem odchwaszczającym jest bronowanie. Aby skutecznie przeciwdziałać zachwaszczeniu zabieg ten powinien być wykonany w bardzo wczesnych fazach rozwojowych chwastów tj. fазie siewek (tzw. „białych nitek”). Wówczas chwasty zostaną zniszczone w 95-98%. Pszenicę bronuje się po raz pierwszy kilka dni po siewie (po wschodach chwastów, ale przed wschodami pszenicy), broną średnią z ostrymi zębami oraz kolejny raz w fazie 3-4 liści pszenicy, dwukrotnie (raz po razie), broną chwastownik. Plantację należy bronować jadąc wolno, ukośnie lub w poprzek rzędów. W razie konieczności bronowanie powtarza się po tygodniu. Ważne jest, żeby nie bronować pszenicy w okresie od wschodów do wykształcenia 3 liścia, gdyż w tym okresie jest ona bardzo wrażliwa na uszkodzenia mechaniczne.

Zbiór pszenicy okrągłoziałowej wykonywany jest w dojrzałości pełnej. Przypada on najczęściej w końcu lipca lub na początku sierpnia, przed zbiorem pszenicy zwyczajnej. Pszenica ta nie ma skłonności do osypywania i łatwo wymłaca się z plewek. Zbiór dokonuje się kombajnem zbożowym, który ze względu na drobne ziarno należy starannie wyregulować. Z tyłu za kombajnem należy sprawdzić, czy nie ma nasion w kłosach, pod słomą i ziaren połamanych. Jeśli w kłosie pozostają ziarna to oznacza, że jest za mała szczelina między klepiskiem a bębniem młocącym. Jeśli natomiast pod słomą znajdują się luźne ziarna to należy zmniejszyć prędkość obrotową wentylatora, aby nie tracić ziarna razem z plewami. Jeśli jest dużo zanieczyszczeń należy zwiększyć prędkość obrotową wentylatora lub zmniejszyć szczelinę sit. W przypadku obecności ziaren połamanych należy zmniejszyć prędkość obrotową bębna młocącego. Wydajność czystego ziarna pszenicy okrągłoziałowej w uprawie ekologicznej waha się w granicach od 1 do 3,7 t·ha⁻¹, w zależności od warunków siedliskowych i agrotechnicznych.

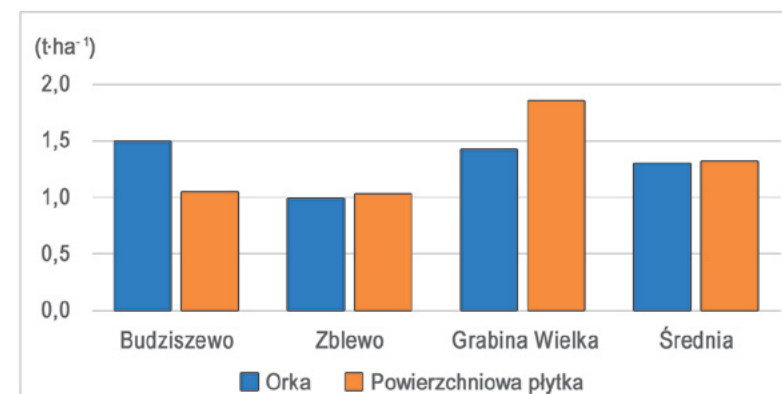
3.1.2. Pszenica perska

Pszenica perska, ze względu na brak owoskowania ma mniejszą tolerancję na deficyt wody w glebie, dlatego nie powinna być uprawiana na glebach szybko przesychających, o małej retencji wody. W przypadku uprawy po zbożach należy bezwzględnie zastosować międzyplon, najlepiej z roślin bobowatych np. grochu. Im wcześniejszy wysiew międzyplonu, tym większa biomasa i lepszy efekt przedplonowy. Przy dużej biomase międzyplon musi być rozdrobniony i podsuszony przed przyoraniem. Dobre efekty daje również zastosowanie obornika w dawce 10-20 t ha⁻¹. Pszenica perska na 1 t ziarna z ha wraz z odpowiednią ilością słomy pobiera ok. 48 kg N, 18 kg P₂O₅, 18 kg K₂O oraz 5 kg MgO. Przy ocenie bilansu składników pokarmowych należy uwzględnić wielkość oczekiwanego plonu, który w uprawie ekologicznej waha się od 1,0 do 2,8 t ziarna z ha. Pszenica perska wykształca nieco krótsze pędy niż pszenica okrągłoziałowa (Rys. 7), jednak są one bardziej wiotkie i wykazują dużą skłonność do wylegania. Z tego względu zbyt mocne przedplony (bobowate drobnonasienne), o dużej „sile nawozowej” są dla tego gatunku niewskazane.



Rys. 7. Długość pędów pszenicy perskiej (cm) w uprawie ekologicznej w zależności od gęstości siewu (400, 500 i 600 szt./m²). Doświadczenia w Kielpinie, Trzcińsku i Grabinie Wielkiej w 2019 r.

Na podstawie trzech doświadczeń polowych, których celem była ocena wpływu sposobu uprawy roli na plonowanie pszenicy perskiej (uprawa tradycyjna z orką przedzimową na głębokość 22-23 cm lub płytka uprawa powierzchniowa przy użyciu kultywatora) wykazano, że reakcja tego gatunku pszenicy zależy od warunków siedliskowych (Rys. 8). W przypadku gleby ciężkiej i dużym zachwaszczeniu (Budziszewo) lepsze efekty produkcyjne przyniosła tradycyjna orka. W Zblewie, na glebie średniej, w warunkach niedoboru opadów i silnym zachwaszczeniu sposób uprawy roli nie miał wpływu na wielkość plonów pszenicy perskiej. W Grabinie Wielkiej, na glebie średniej, w warunkach okresowych niedoborów wody i niewielkim zachwaszczeniu zdecydowanie lepsze efekty uzyskano stosując płytką uprawę powierzchniową zamiast orki.



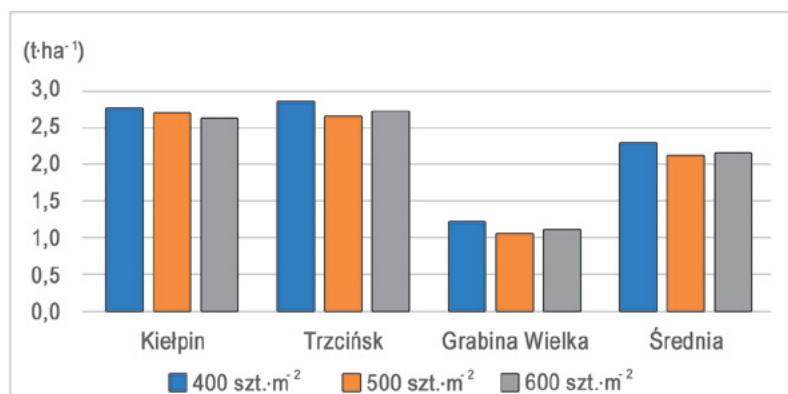
Rys. 8. Plon ziarna pszenicy perskiej (t·ha⁻¹) w uprawie ekologicznej w zależności od sposobu uprawy roli. Doświadczenia w Budziszewie, Zblewie i Grabinie Wielkiej, w 2019 r.

Pszenicę perską należy wysiewać od 20 do 30 marca, na głębokość 3 cm na glebach cięższych i 4 cm na glebach lżejszych. Siew wykonuje się dostępnymi

siewnikami zbożowymi, w wąskiej rozstawie rzędów (10-15 cm). Zasady obliczania ilości wysiewu są podobne jak w przypadku pszenicy okragłozianowej. Dobór gęstości siewu w uprawie pszenicy perskiej ma mniejsze znaczenie w porównaniu z pszenicą okragłozianową. Analiza wyników badań z trzech doświadczeń polowych, zlokalizowanych w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych, na glebach średnich nie wykazała istotnego wpływu gęstości siewu (400, 500 i 600 szt. na 1 m²) na plon ziarna pszenicy perskiej (Rys. 9). Dla masy tysiąca ziaren 27 g, zdolności kiełkowania 94 %, gęstości siewu 400 szt. m⁻² oraz polowego wskaźnika wschodów 0,8 ilość wysiewu wynosi 144 kg ha⁻¹ ($27 \times 400 / 94 / 0,9 = 144 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Tabela 2).

Tabela 2. Ilość wysiewu pszenicy okragłozianowej dla PWW 0,8 i 0,9

Masa tysiąca ziaren (MTZ) g	Zdolność kiełkowania (ZK) %	Gęstość siewu szt. na 1 m ²	Polowy wskaźnik wschodów (PWW) %	Ilość wysiewu kg·ha ⁻¹
27,0	94	400	0,9	128
			0,8	144



Rys. 9. Plon ziarna pszenicy perskiej (t ha⁻¹) w uprawie ekologicznej w zależności od gęstości siewu (400, 500 i 600 szt·m⁻²). Doświadczenia w Kielpinie, Trzcińsku i Grabinie Wielkiej w 2019 r.

Zwalczanie chwastów w ekologicznej uprawie pszenicy perskiej jest podobne do opisanego dla pszenicy okragłozianowej. Zbiór tego gatunku wykonywany jest w dojrzałości pełnej, co przypada najczęściej na koniec lipca (7-10 dni wcześniej niż pszenicy okragłozianowej). Pszenica perska nie wykazuje skłonności do osypywania i łatwo wyląca się z plewek. Głównym sposobem zbioru jest zbiór jednorazowy, przy użyciu kombajnu zbożowego. W przypadku silnego wylegnięcia plantacji należy wykonać zbiór dwuetapowy. W pierwszym etapie plantację należy skosić (na "wysokie ściernisko"), a w drugim etapie, gdy soma jest sucha, a wilgotność ziarna nie przekracza 15 % można wykonać omlot przy użyciu kombajnu zbożowego.

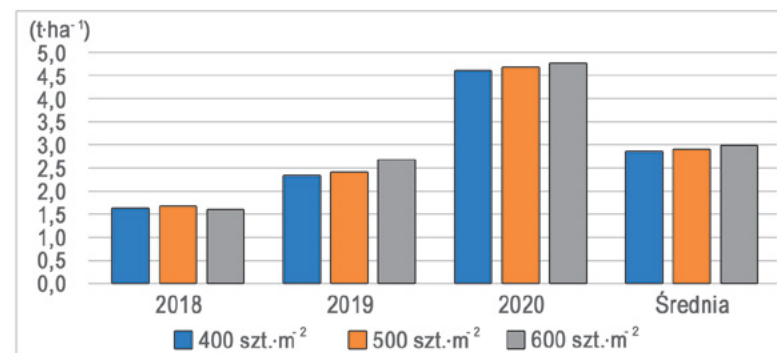
3.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA

3.2.1. Pszenica okragłozianowa

Najlepszymi przedplonami dla pszenicy okragłozianowej są: ziemniaki, rzepak oraz rośliny bobowate. Obecność międzyplonu z udziałem roślin bobowatych przyczynia się do łagodzenia skutków uprawy pszenicy okragłozianowej po przedplonach zbożowych. Pszenicę okragłozianową jako roślinę jarą należy wysiewać od 15 do 30 marca. Możliwy, ale mniej pewny jest siew jesienny (do połowy września). Badania rozpoznawcze nad pszenicą okragłozianową w zasiewach jesiennych, wykonane w latach 2018-2020 wykazały dobre przeziimowanie roślin, przy czym zimy nie były zbyt surowe. Przed siewem ziarno powinno być zaprawione jedną z zapraw zalecanych dla pszenicy zwyczajnej. Przy obliczaniu ilości wysiewu należy uwzględnić masę tysiąca ziaren, aktualną zdolność kiełkowania (ZK) oraz przewidywany polowy wskaźnik wschodów (PWW). Wskaźnik ten wynosi 1, jeśli są optymalne warunki do kiełkowania ziarna w warunkach polowych. W przypadku przewidywanych trudności w kiełkowaniu (niezbyt starannie doprawiona gleba przed siewem, odbiegające od optymalnych warunki wilgotnościowe) wówczas należy przyjąć PWW 0,9 lub nawet 0,8. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń ścisłych można stwierdzić, że dobór gęstości siewu nie ma istotnego wpływu na średni plon ziarna pszenicy okragłozianowej (Rys. 10.). Jednak analiza reakcji plonu w roku przeciętnym dla plonowania (2019 r) wskazuje, że zwiększenie gęstości siewu z 400 do 600 szt. m⁻² może przynieść istotną wyższkę plonu. Dla masy tysiąca ziaren 30 g, zdolności kiełkowania 94 %, gęstości siewu 600 szt·m⁻² oraz polowego wskaźnika wschodów 0,8 ilość wysiewu wynosi 213 kg·ha⁻¹ ($30 \times 600 / 94 / 0,9 = 213 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Tabela 3). Pszenicy okragłozianowej, ze względu na dość drobne ziarno, nie należy wysiewać zbyt głęboko. Właściwa głębokość siewu wynosi od 3 cm na glebach ciężkich do 4 cm na glebach lekkich. Siew wykonuje się siewnikami zbożowymi, w wąskich rozstawach rzędów (10-15 cm).

Tabela 3. Ilość wysiewu pszenicy okragłozianowej w uprawie integrowanej dla PWW 0,9

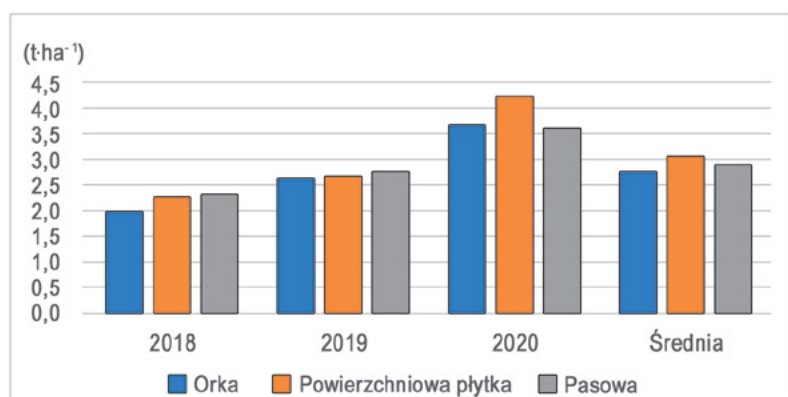
Masa tysiąca ziaren (MTZ) g	Zdolność kiełkowania (ZK) %	Gęstość siewu szt. na 1 m ²	Polowy wskaźnik wschodów (PWW)	Ilość wysiewu kg·ha ⁻¹
30,0	94	600	0,9	213



Rys. 10. Plon ziarna pszenicy okragłozianowej (t·ha⁻¹) w uprawie integrowanej w zależności od gęstości siewu (400, 500 i 600 szt·m⁻²). Doświadczenia w Mochelku, 2018-2020

Pszenica okrągłozłazowa produkowana w integrowanym systemie gospodarowania korzystnie reaguje na uproszczenia w uprawie roli. Większy plon ziarna uzyskuje się w przypadku uprawy powierzchniowej (płytke kultywatorowanie lub talerzowanie na głębokość 10-12 cm) w porównaniu z klasyczną uprawą płużną (orka przedzimowa), szczególnie w latach o przebiegu pogody korzystnym dla plonowania (Rys. 11).

W uprawie pszenicy okrągłozłazowej w systemie integrowanym do odchwaszczania można wykorzystać herbicydy stosowane w uprawie pszenicy zwyczajnej.

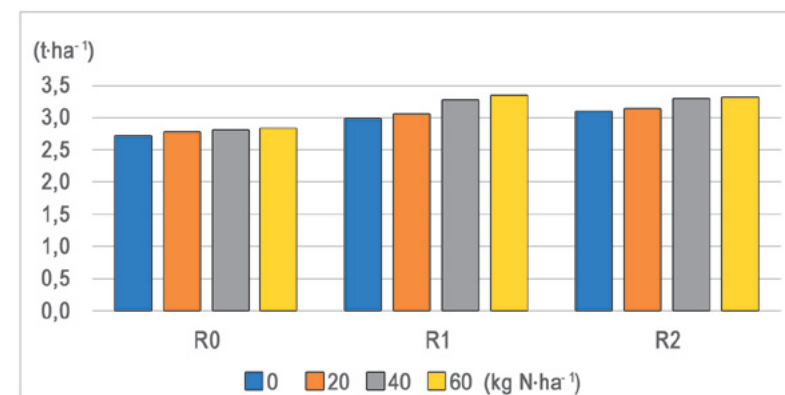


Rys. 11. Plon ziarna pszenicy okrągłozłazowej (t·ha⁻¹) w uprawie integrowanej w zależności od sposobu uprawy roli. Doświadczenia w Mochelku, 2018-2020

W produkcji integrowanej, na początku fazy strzelania w źdźbło należy zastosować zabieg ograniczający występowanie mączniaka prawdziwego zbóż i traw (*Blumeria graminis*, syn. *Erysiphe graminis*) oraz retardanty w celu skrócenia źdźbła.

Pszenica okrągłozłazowa na 1 t ziarna z odpowiednią ilością słomy pobiera ok. 38 kg N, 6 kg P (14 kg P₂O₅), 20 kg K (24 kg K₂O) oraz 3 kg Mg (5 MgO). Nawożenie fosforem, potasem i magnezem powinno być wykonane jesienią, przed orką zimową, ewentualnie wczesną wiosną (przed uprawkami przedsięwziętymi) i powinno uwzględniać zakładany poziom plonowania i zasobność gleby w przyswajalne formy tych składników. W warunkach średniej zasobności gleby dawki powinny pokrywać potrzeby pokarmowe. Dla uzyskania plonu 3 t ziarna z ha wynoszą one 40 kg P₂O₅, 70 kg K₂O i 15 kg MgO. Pszenica okrągłozłazowa dobrze wykorzystuje azot z rezerw glebowych i opadów. Badania reakcji pszenicy okrągłozłazowej na zróżnicowane dawki nawożenia N wykazały, że w warunkach stosowania retardantów (CCC 720 g s. a. + trinexapak etylu 75 g s.a.·ha⁻¹ lub CCC 720 g s.a. + etefon 255 g s.a.·ha⁻¹), przy wydajności ok. 3 t ziarna z ha dawka azotu nie powinna przekraczać 40 kg·ha⁻¹ (Rys. 12). Azot należy stosować jednorazowo wiosną, tuż przed siewem.

Zbiór pszenicy okrągłozłazowej wykonuje się w dojrzałości pełnej ziarna, przeważnie w pierwszej dekadzie sierpnia, jednorazowo, przy użyciu kombajnu zbożowego. Sposób regulacji pracy kombajnu opisano w rozdziale 3.1.1.



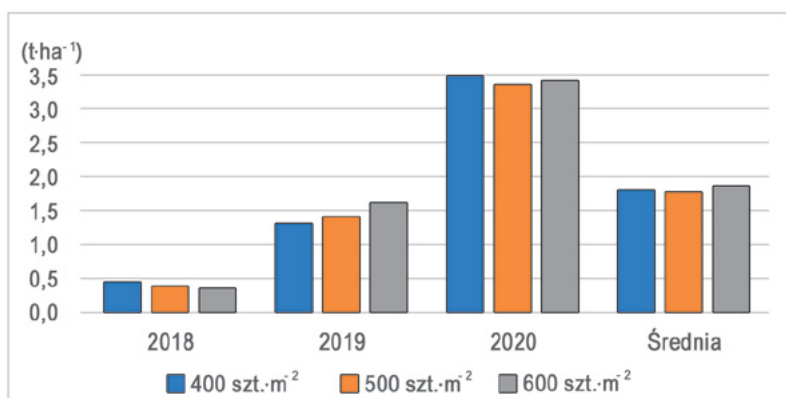
Rys. 12. Plon ziarna pszenicy okrągłozłazowej (t·ha⁻¹) w uprawie integrowanej w zależności od rodzaju retardantów (R0 – bez retardantów, R1 i R2 – mieszanka retardantów aplikowanych w fazie pierwszego kolanka: R1 – CCC 720 g s.a. + trinexapak etylu 75 g s.a.·ha⁻¹; R2 – CCC 720 g s. a. + etefon 255 g s.a.·ha⁻¹) i dawek nawożenia azotem (0, 20, 40 i 60 kg N ha⁻¹). Doświadczenia w Mochelku, średnia z lat 2018-2020

3.2.2. Pszenica perska

Najlepszymi przedplonami dla pszenicy perskiej są: warzywa, ziemniaki, rzepak oraz bobowate jednoroczne. Negatywne skutki uprawy pszenicy perskiej po zbożach można łagodzić poprzez uprawę międzyplonu ścierniskowego np. grochu siewnego lub mieszanek wielkogatunkowych z udziałem roślin bobowatych. Termin siewu pszenicy perskiej przypada na trzecią dekadę marca. Przy obliczaniu ilości wysiewu należy uwzględnić aktualną zdolność kiełkowania materiału siewnego oraz przewidywany połowy wskaźnik wschodów. W bardzo dobrych warunkach glebowych i pogodowych wynosi on od 1, w nieco gorszych 0,9. Jeśli warunki są wyraźnie niekorzystne wówczas PWW należy zmniejszyć do 0,8. Analiza danych z wielolecia (2018-2020) wskazuje, że dla pszenicy perskiej w uprawie integrowanej niskonakładowej wystarczająca jest gęstość siewu 400 ziaren na 1 m² (Rys. 13). Analizując dane roczne można stwierdzić, że gęstość siewu nie miała istotnego wpływu na plon ziarna w roku skrajnie niekorzystnym (2018) oraz wyjątkowo korzystnym (2020) dla plonowania. Z kolei w przeciętnych warunkach pogodowych (rok 2019) większe plony uzyskano dla gęstości siewu 600 szt. ziaren na 1 m². Nasiona przed siewem muszą być zaprawione jedną z dostępnych zapraw używanych dla pszenicy zwyczajnej. Nasiona należy wysiewać na głębokość 3 cm na glebach ciężkich i do 4 cm na glebach lżejszych. Siew wykonać można każdym dostępnym siewnikiem zbożowym.

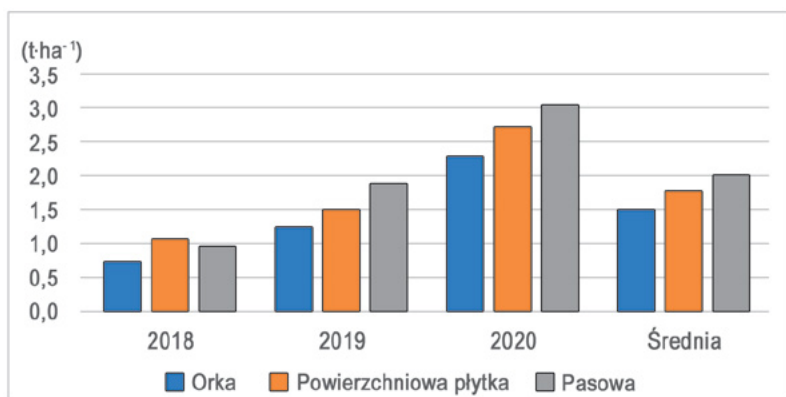
Tabela 4. Ilość wysiewu pszenicy perskiej dla gęstości siewu 400, 500 i 600 szt.·m⁻² i PWW 0,9

Masa tysiąca ziaren (MTZ) g	Zdolność kiełkowania (ZK) %	Gęstość siewu szt. na 1 m ²	Połowy wskaźnik wschodów (PWW)	Ilość wysiewu kg·ha ⁻¹
28,0	94	400	0,9	132
28,0	94	500	0,9	165
28,0	94	600	0,9	199



Rys. 13. Plon ziarna pszenicy perskiej (t·ha⁻¹) w uprawie integrowanej w zależności od gęstości siewu (400, 500 i 600 szt. m²). Doświadczenia w Mochelku, 2018-2020

Pszenica perska dobrze reaguje na uproszczone systemy uprawy roli. Nasze badania wykazały, że korzystniejsza od pełnej uprawy płużnej jest płytka uprawa powierzchniowa (talerzowanie lub kultywatorowanie na głębokość 10 – 12 cm), przy czym najlepsze efekty produkcyjne uzyskano w siewie pasowym (strip-till) (rozstawa 37,5 cm, pas siewny 24 cm) (Rys. 14).

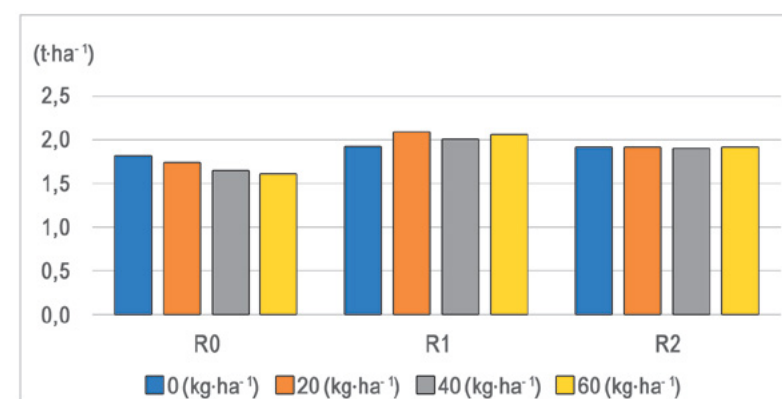


Rys. 14. Plon ziarna pszenicy perskiej (t·ha⁻¹) w uprawie integrowanej w zależności od sposobu uprawy roli. Doświadczenia w Mochelku, 2018-2020

Sposoby ograniczania zachwaszczenia są podobne jak w przypadku jarej formy pszenicy zwyczajnej. W przypadku ograniczania występowania mączniaka prawdziwego zbóż i traw (*Erysiphe graminis*) sposób postępowania jest podobny do opisanego dla pszenicy okrągłozirnowej. W warunkach sprzyjających nadmiernemu wydłużaniu pędów (obfite opady, zbyt duża dostępność azotu) należy zastosować retardanty (np. mieszaninę CCC z trineksapakiem etylu lub etefonem), po pojawieniu się pierwszego kolanka.

Pszenica perska na 1 t ziarna z ha wraz z odpowiednią ilością słomy pobiera ok. 48 kg N, 8 kg P (18 kg P₂O₅), 15 kg K (18 kg K₂O) oraz 3 kg Mg (5 kg MgO).

W warunkach wysokiej zasobności gleby w przyswajalne formy P i K można zrezygnować z nawożenia tymi składnikami. Przy średniej zasobności gleby dawki składników pokarmowych w nawozach powinny pokrywać potrzeby pokarmowe. Dla plonu 2 t ziarna z ha wynoszą one 36 kg P₂O₅ i 36 kg K₂O oraz 10 kg MgO. Nawożenie fosforowo-potasowe powinno być wykonane późną jesienią (przed orką zimową) lub wczesną wiosną (przed przedsięwziętymi zabiegami doprawiającymi glebę). W uprawie pszenicy perskiej nie należy stosować wysokich dawek azotu w nawozach mineralnych. Na podstawie trzyletnich doświadczeń polowych, prowadzonych na glebie klasy IV b wykazano, że dla uzyskania plonu 2,1 t ziarna z ha, w warunkach aplikacji retardantów (R1 – CCC + trineksapak etylu) wystarczająca jest jednorazowa dawka przedsięwzięta wynosząca 20 kg N·ha⁻¹ (Rys. 15). Przy zbyt wysokich dawkach azotu i dużej ilości opadów w okresie wegetacji znacząco zwiększa się podatność pszenicy perskiej na wyleganie.



Rys. 15. Plon ziarna pszenicy perskiej (t·ha⁻¹) w uprawie integrowanej w zależności od rodzaju retardantów (R0 – bez retardantów, R1 i R2 – mieszanina retardantów aplikowanych w fazie pierwszego kolanka: R1 – CCC 720 g s.a. + trineksapak etylu 75 g s.a.·ha⁻¹; R2 – CCC 720 g s.a. + etefon 255 g s.a.·ha⁻¹) i dawek nawożenia azotem (0, 20, 40 i 60 kg N·ha⁻¹). Doświadczenia w Mochelku, średnia z lat 2018-2020

Zbiór wykonywany jest jednoetapowo, przy użyciu kombajnu zbożowego. Tylko w przypadku bardzo silnego wylegania wykonuje się zbiór dwuetapowy (skoszenie i po kilku dniach omlót).

4. CHOROBY

Jednym z czynników wpływających na straty w plonach zbóż są choroby infekcyjne. Ich nasilenie zależy od warunków pogodowych, głównie od sumy i częstotliwości opadów deszczu, oraz od wilgotności w łanie. Czynniki te wpływają na występowanie chorób na liściach i kłosach. Z kolei występowanie chorób podsuszkowych zależy przede wszystkim od zmianowania, zwłaszcza od przedplonu. Nasilenie występowania chorób w uprawach pszenicy zależy także od innych czynników, w tym od nawożenia, zabiegów uprawowych, terminu siewu, zagęszczenia roślin oraz systemu uprawy, jednak decydujący jest genotyp rośliny. Poszczególne gatunki

roślin, czy też ich odmiany, różnią się genetycznie uwarunkowaną wrażliwością roślin na porażenie przez patogeny. W niniejszym opracowaniu przedstawiono zagrożenia roślin pszenicy okrągłoziałowej i pszenicy perskiej ze strony chorób infekcyjnych.

W przypadku pierwotnych form pszenic okrągłoziałowej i perskiej, cechujących się podwyższoną wartością odżywczą, bardzo istotne jest porażenie, zwłaszcza ziarna, przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Grzyby te i powodowane przez nie fuzariozy mogą w sprzyjających warunkach pogodowych stanowić poważny problem w uprawie zbóż oraz być przyczyną znacznych strat w ilości, a co równie ważne, także jakości plonu.

W niniejszym opracowaniu w analizie występowania grzybów rodzaju *Fusarium* wykorzystano nowoczesną technikę molekularną real-time PCR pozwalającą wykryć i ilościowo scharakteryzować DNA określonych gatunków grzybów będących patogenami roślin uprawnych. Technika ta umożliwiła identyfikację czterech gatunków *Fusarium*: *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. poae* oraz *F. avenaceum* nawet w roślinach nie wykazujących objawów chorobowych. Jest to istotne także z tego względu, że w niektórych przypadkach wykrywa się skażenie mykotoksynami w optycznie zdrowych kłosach pszenicy. Osobnym problemem jest również to, że nie zawsze widoczne objawy bytowania grzybów rodzaju *Fusarium* są równoznaczne z dużą ilością tworzonych przez nie mykotoksyn w materiale roślinnym. Trzeba w tym miejscu podkreślić, że mykotoksyny, jako wtórne produkty metabolizmu grzybów mikroskopowych zawarte w produktach pochodzenia roślinnego mogą stanowić bardzo poważne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz zwierząt. Oznaczone w ramach projektu gatunki *Fusarium* należą do jednych z najpopularniejszych producentów mykotoksyn.

4.1. UPRAWA EKOLOGICZNA

W uprawach ekologicznych, ze względu na brak możliwości stosowania konwencjonalnych fungicydów, choroby mogą stanowić bardzo duże zagrożenie. W literaturze brak jednak informacji o ich występowaniu na roślinach pierwotnych form pszenic. W niniejszym opracowaniu przedstawiono nasilenie chorób na pszenicy okrągłoziałowej i pszenicy perskiej uprawianych w kilku gospodarstwach ekologicznych, położonych w różnych rejonach Polski.

Dla liści pszenicy okrągłoziałowej największe zagrożenie stanowił mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*), którego objawów obserwowano najwięcej. Mniej odnotowano objawów brunatnej plamistości liści (*Pyrenophora tritici-repentis*) oraz rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*). Objawy septoriozy liści (*Zymoseptoria tritici*, *Septoria glumarum*) oraz rdzy żółtej (*Puccinia striiformis*) występowały sporadycznie. Na kłosach występowały również objawy septoriozy plew (*Septoria glumarum*) i fuzariozy kłosów (*Fusarium* spp.). Spośród chorób podsuszkowych dominowała łamliwość źdźbła zbóż i traw (*Oculimacula acuformis*, *O. yallundae*), a następnie zgorzeli korzeni (*Gaeumannomyces graminis*, *Fusarium* spp.). Stwierdzono znacznie mniej objawów fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.), a ostra plamistość oczkowa (*Rhizoctonia cerealis*, *R. solani*) występowała sporadycznie (Rys. 16).

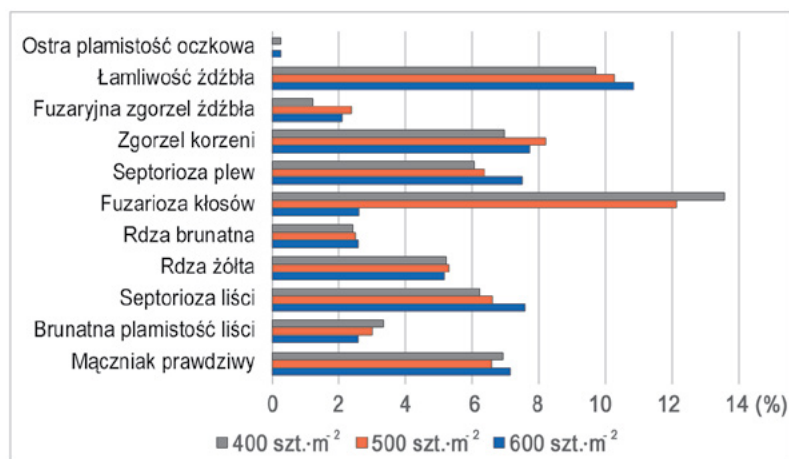


Rys. 16. Nasilenie chorób na pszenicy okrągłoziałowej i perskiej uprawianych w gospodarstwach ekologicznych (% powierzchni porażenia liści/kłosów; indeks chorobowy dla chorób podsuszkowych)

Zdrowotność pszenicy okrągłoziałowej istotnie zależała od lokalizacji gospodarstwa ekologicznego, gęstości siewu i rodzaju uprawy gleby. Gęstość siewu różnicowała nasilenie występowania objawów mączniaka prawdziwego i brunatnej plamistości liści. Średnio najwięcej objawów mączniaka prawdziwego odnotowano przy najmniejszej gęstości siewu (400 ziaren·m⁻²), natomiast brunatnej plamistości liści przy najwyższej gęstości siewu (600 ziaren·m⁻²). Gęstość siewu nie różnicowała natomiast występowania pozostałych chorób obserwowanych na liściach, kłosach, korzeniach i podstawie źdźbła. Nasilenie mączniaka prawdziwego i brunatnej plamistości liści zależało również od rodzaju uprawy. Więcej objawów tych chorób obserwowano w uprawie płuznej w porównaniu do płytkiej uprawy uproszczonej. Rodzaj uprawy nie różnicował nasilenia występowania pozostałych obserwowanych chorób.

Dla pszenicy perskiej w uprawach ekologicznych największe zagrożenie stanowił mączniak prawdziwy zbóż i traw. Na liściach tej pszenicy stwierdzono wyraźnie mniej objawów brunatnej plamistości liści. Nieliczne były objawy rdzy brunatnej oraz septoriozy liści. Na kłosach pszenicy perskiej nie odnotowano żadnych objawów chorób infekcyjnych. Z chorób podsuszkowych dominowała zgorzel korzeni i łamliwość źdźbła zbóż i traw. Objawy fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła występowały w znacznie mniejszej ilości, a ostrej plamistości oczkowej sporadycznie.

Na roślinach pszenicy perskiej średnio najmniej objawów mączniaka prawdziwego i brunatnej plamistości liści odnotowano przy najniższej gęstości siewu (400 szt.·m⁻²). Gęstość siewu nie różnicowała natomiast nasilenia występowania pozostałych chorób zaobserwowanych na liściach, kłosach, korzeniach i podstawie źdźbła. Występowania mączniaka prawdziwego zależało też od sposobu uprawy. Więcej objawów tej choroby obserwowano po zastosowaniu uprawy płuznej a wyraźnie mniej po zastosowaniu płytkiej uprawy uproszczonej. Sposób uprawy nie różnicował nasilenia występowania brunatnej plamistości liści i chorób podsuszkowych.



Rys. 17. Wpływ gęstości siewu (400, 500, 600 szt.·m⁻²) pszenicy okragłozianowej na występowanie chorób (%)

W analizowanych próbach ziarna pszenic pierwotnych, pochodzących z gospodarstw ekologicznych, stwierdzono głównie obecność DNA *F. avenaceum*, mniej było *F. poae*, a *F. culmorum* i *F. graminearum* występowały w bardzo niskich stężeniach. W ziarnie stwierdzono zróżnicowane stężenia tych grzybów w zależności od lokalizacji gospodarstw i gatunku pszenicy. Najwyższe stężenie *F. avenaceum* odnotowano w ziarnie pszenic pierwotnych uprawianych w obniżeniach terenu, gdzie panowała duża wilgotność w łanie. Jednocześnie na roślinach tych, zwłaszcza pszenicy okragłozianowej, obserwowano liczne objawy fuzariozy kłosów. Większe stężenie tego grzyba stwierdzono również w ziarnie pszenicy okragłozianowej, podczas gdy w ziarnie pszenicy perskiej były one dwu lub trzykrotnie niższe. Zasiadlenie ziarna przez Fusaria nie różniło się znacząco od sposobu uprawy i obsady roślin.

4.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA

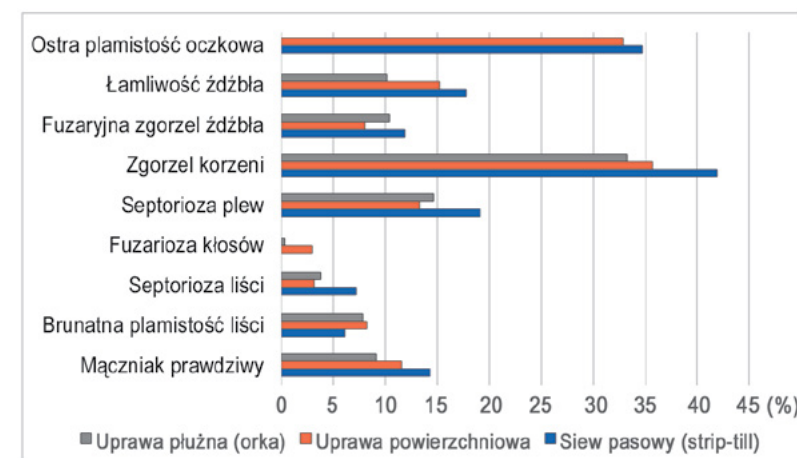
Zdrowotność zbóż pierwotnych w uprawie integrowanej również nie jest jeszcze przebadana. W toku wykonanych obserwacji stwierdzono, iż na liściach pszenicy okragłozianowej największe zagrożenie stanowi mączniak prawdziwy zbóż i traw, następnie brunatna plamistość liści oraz septorioza liści, natomiast rdza brunatna oraz rdza żółta występowały sporadycznie. Na kłosach pszenic okragłozianowej obserwowano bardzo dużo objawów septoriozy plew, a także fuzariozy kłosów. Spośród chorób podsuszkowych dominowała zgorzel korzeni, następnie fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i łamliwość źdźbła zbóż i traw, a ostra plamistość oczkowa występowała sporadycznie.

W uprawie integrowanej pszenicy okragłozianowej zdrowotność roślin zależała od sposobu uprawy gleby, gęstości siewu i stosowania retardantów, natomiast dawka nawożenia azotem nie wpływała na nasilenie obserwowanych chorób. Sposób uprawy gleby wpływał na nasilenie objawów mączniaka prawdziwego,

brunatnej plamistości, septoriozy liści, septoriozy kłosów i chorób podsuszkowych. Najwięcej symptomów mączniaka prawdziwego, septoriozy liści, septoriozy kłosów, zgorzeli korzeni i łamliwości źdźbła obserwowano w siewie pasowym (strip-till). Zastosowanie uprawy płużnej lub uprawy powierzchniowej (brona talerzowa) ograniczało występowanie tych chorób (Rys. 19). Gęstość siewu wpływała tylko na nasilenie występowania zgorzeli korzeni i fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła. Wraz ze wzrostem gęstości siewu wzrastało nasilenie tych chorób. Najwięcej objawów chorobowych zgorzeli korzeni i fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła obserwowano przy zaniechaniu stosowania retardantów.



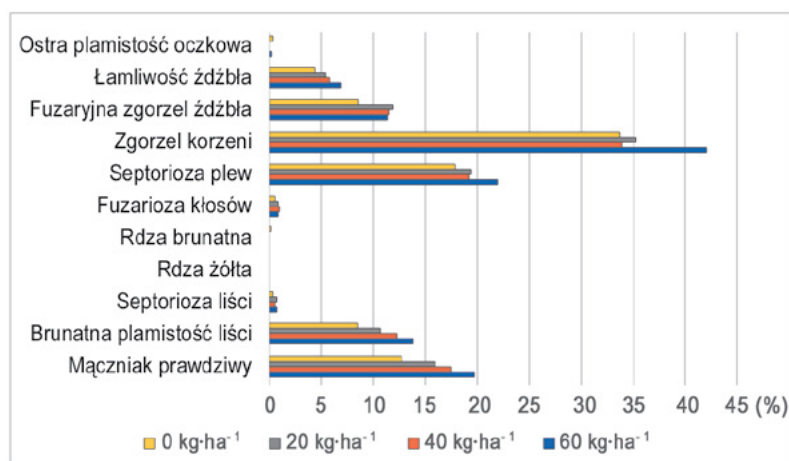
Rys. 18. Nasilenie chorób na pszenicy okragłozianowej i perskiej w uprawach integrowanych (%)



Rys. 19. Wpływ sposobu uprawy na nasilenie chorób na pszenicy okragłozianowej (%)

Na liściach pszenicy perskiej stwierdzono najwięcej objawów mączniaka prawdziwego zbóż i traw, następnie brunatnej plamistości, znacznie mniej septoriozy liści, a rdza brunatna występowała sporadycznie. Na kłosach pszenicy perskiej odnotowano objawy septoriozy plew, a także fuzariozy kłosów. Z chorób podsuszkowych dominowała zgorzel korzeni, znacznie mniej objawów obserwowano w przypadku fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i łamliwości źdźbła zbóż i traw, natomiast ostra plamistość oczkowa występowała sporadycznie.

Na zdrowotność roślin pszenicy perskiej wyraźnie wpływał rodzaj uprawy gleby, gęstość siewu, stosowanie retardantów i dawka nawożenia azotem. Rodzaj uprawy gleby wpływał na nasilenie objawów brunatnej plamistości, septoriozy liści i chorób podsuszkowych. Największe nasilenie brunatnej plamistości, septoriozy liści i zgorzeli korzeni obserwowano w siewie pasowym (strip-till). Występowanie chorób podsuszkowych wyraźnie ograniczało stosowanie uprawy płuźnej. Gęstość siewu pszenicy perskiej wpływała na nasilenie mączniaka prawdziwego, brunatnej plamistości liści, zgorzeli korzeni i fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła. Wraz ze wzrostem gęstości siewu wzrastało nasilenie tych chorób. Tylko w przypadku fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła objawów było najwięcej przy średniej gęstości siewu (500 ziaren·m⁻²). Poziom nawożenia azotem wpływał na występowanie mączniaka prawdziwego, brunatnej plamistości, septoriozy liści, septoriozy kłosów, zgorzeli korzeni, fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i łamliwości źdźbła. Najmniej objawów tych chorób stwierdzono przy zaniechaniu nawożenia azotem, a wzrost dawki azotu zazwyczaj powodował wzrost występowania objawów chorobowych. Na występowanie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła wpływało również stosowanie retardantów. Najwięcej objawów tej choroby stwierdzono przy zaniechaniu ich stosowania.



Rys. 20. Wpływ dawki nawożenia azotem na nasilenie chorób na pszenicy perskiej (%)

W analizowanym ziarnie pszenic stwierdzono głównie DNA *F. poae* i *F. avenaceum*, jednak w niskich stężeniach. W 2018 r. ilość DNA w poszczególnych próbach była niska lub śladowa. Obecności *F. culmorum* i *F. graminearum* nie stwierdzono (z wyjątkiem dwóch próbek ziarna). Bardzo niskie zasiedlenie ziarna przez patogeniczne gatunki *Fusarium*, najprawdopodobniej wynikało z wysokiej

temperatury powietrza i bardzo niskiej wilgotności w okresie kwitnienia pszenic, co skutecznie ograniczyło późniejszą kolonizację ziarniaków. W 2019 r. *F. poae* i *F. avenaceum* wykrywano w bardzo niskich lub śladowych ilościach. *F. poae* nie wystąpił w ziarnie pszenicy perskiej uprawianej pasowo. W 2020 r. zasiedlenie ziarna przez *Fusaria* nie różniło się znacząco od lat poprzednich. Stwierdzono jedynie znacząco wyższą liczbę prób, w których potwierdzono obecność *F. graminearum*, lecz w niskich stężeniach.

Podsumowując, należy stwierdzić, że w warunkach przeprowadzonych obserwacji, poza próbami pobieranymi z pszenic uprawianych w obniżeniach terenu, nie stwierdzono znaczących ilości badanych gatunków grzybów w ziarnie pszenicy, co nie stwarzało zagrożenia dla ilości i jakości uzyskanego plonu.

5. SZKODNIKI

Celem przeprowadzonych badań było rozpoznanie liczebności (szt. na 25 roślin) oraz wielkości szkód (%) powodowanych przez najważniejsze szkodniki owadzie na roślinach pszenicy jarej okragłozianowej i perskiej. Szkodnikami tymi były: stadium dorosłe i larwy skrzypionek zbożowych – *Oulema* spp. oraz mszyca zbożowa – *Sitobion avenae*. Prezentowane wyniki stanowią połączenie obserwacji w dwóch fazach rozwojowych pszenicy (faza liścia flagowego oraz początek kwitnienia) i dotyczą ekologicznego i integrowanego systemu uprawy. Porównywano wielkość uszkodzeń rośliny oraz liczebność tych szkodników w zależności od gęstości siewu pszenicy (400, 500 i 600 szt.·m⁻²), sposobu uprawy roli (orka, uprawa płytka powierzchniowa, strip-till) oraz stosowania retardantów (CCC + trinexapak etylu (TE) lub CCC + etefon (ET)) w połączeniu z dawkami nawożenia azotem (0, 20, 40 i 60 kg N·ha⁻¹).

Stwierdzono niską liczebność szkodników jak i wielkość wyrządzanych przez nie szkód, na badanych gatunkach pszenic pierwotnych. W żadnym doświadczeniu nie przekraczały one ustalonych progów ekonomicznej szkodliwości.

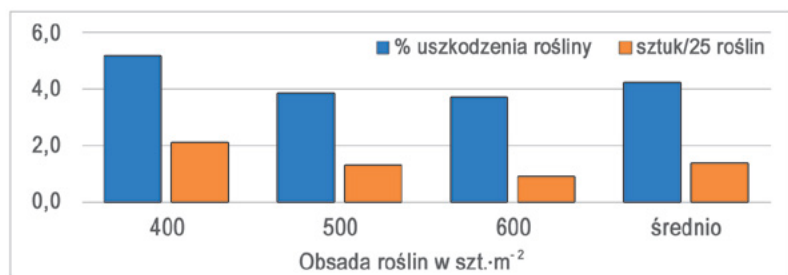
5.1. UPRAWA EKOLOGICZNA

Chrzęszcze skrzypionek najmocniej uszkadzały rośliny pszenicy okragłozianowej wysiewanej w najmniejszej obsadzie (400 szt.·m⁻²), a najslabiej w obsadzie największej (600 szt.·m⁻²). Podobną sytuację odnotowano w przypadku larw tego szkodnika (Rys. 21). Z kolei nie zauważono uszkodzeń spowodowanych żerowaniem mszycy zbożowej. Larwy skrzypionek najliczniej występowały na roślinach pszenicy okragłozianowej w najmniejszej obsadzie, a im większa była gęstość siewu, tym liczebność ich była mniejsza (Rys. 21). Mszyce zbożowej było najmniej na roślinach w obsadzie 500 szt.·m⁻².

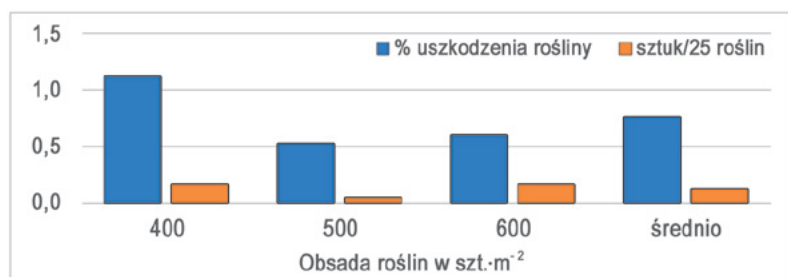
Chrzęszcze skrzypionek najmocniej uszkadzały pszenicę okragłozianową w uprawie powierzchniowej, a nieco słabiej w systemie pluźnym. W przypadku larw tego szkodnika wystąpiła sytuacja odwrotna. Uszkodzeń powstałych w wyniku żerowania mszycy zbożowej nie odnotowano. Liczebność chrząszczy skrzypionek oraz mszycy zbożowej na poletkach była niewielka.

Rośliny pszenicy perskiej w obsadzie 500 i 600 szt.·m⁻² były znacznie mniej

uszkodzane przez larwy i chrząszcze skrzypionek, w porównaniu do obsady najmniejszej 400 szt. $\cdot$ m⁻² (Rys. 22). Uszkodzeń powodowanych przez mszycę zbożową nie stwierdzono. Uszkodzenia spowodowane żerowaniem larw jak i chrząszczy skrzypionek na pszenicy perskiej były o wiele mniejsze niż na roślinach pszenicy okragłoziennej (Rys. 21 i 22). Na żadnym gatunku pszenicy nie stwierdzono uszkodzeń przez mszycę. Najwięcej larw skrzypionki oraz mszycy zbożowej zaobserwowano na roślinach w obsadzie 400 szt. $\cdot$ m⁻² (Rys. 24). Zauważono, że wszystkie poddane analizie szkodliwe owady: larwy skrzypionek (Rys. 23 i 24) oraz ich chrząszcze a także mszycę zasiedlające były mniej liczne na pszenicy perskiej, w porównaniu z roślinami pszenicy okragłoziennej.



Rys. 21. Wpływ gęstości siewu pszenicy okragłoziennej na liczebność oraz uszkodzenia roślin powodowane przez larwy skrzypionek zbożowych (technologia ekologiczna)



Rys. 22. Wpływ gęstości siewu pszenicy perskiej na liczebność oraz uszkodzenia roślin powodowane przez larwy skrzypionek zbożowych (technologia ekologiczna)

Larwy i chrząszcze skrzypionek w większym stopniu uszkadzały pszenicę perską w uprawie płytkej powierzchniowej, w porównaniu z uprawianą w systemie płuźnym. Nie stwierdzono uszkodzeń pszenicy perskiej powodowanych przez mszycę zbożową. Zauważono, że uszkodzenia spowodowane żerowaniem larw i chrząszczy *Oulema* spp. na pszenicy perskiej były znacząco mniejsze, w porównaniu z roślinami pszenicy okragłoziennej. W analizowanym doświadczeniu z różnymi sposobami uprawy roli nie stwierdzono na żadnym gatunku porównywanych pszenic pierwotnych uszkodzeń powodowanych przez mszycę zbożową. Występowanie larw skrzypionek było większe na poletkach z roślinami obu gatunków pszenic w uprawie powierzchniowej w porównaniu z systemem płuźnym. Na roślinach pszenicy okragłoziennej i perskiej chrząszczy skrzypionek oraz mszycy zbożowej praktycznie nie było.

5.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA

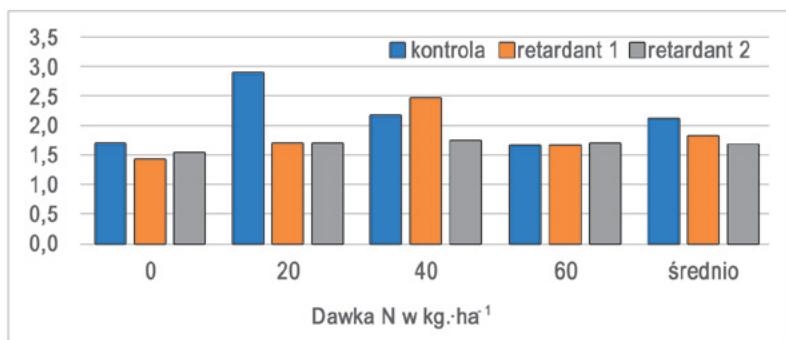
Chrząszcze skrzypionek najmocniej uszkadzały oraz najliczniej występowały na pszenicy okragłoziennej sianej w obsadzie 400 szt. $\cdot$ m⁻². Podobną sytuację odnotowano w przypadku mszycy zbożowej. Larwy skrzypionek uszkadzały pszenicę okragłoziennej w różnych gęstościach siewu na podobnym poziomie.

Pszenica okragłoziennej w uprawie powierzchniowej była najliczniej uszkadzana przez chrząszcze i larwy *Oulema* spp. Natomiast mszyca zbożowa preferowała równie chętnie pszenicę uprawianą powierzchniowo oraz płuźnie.

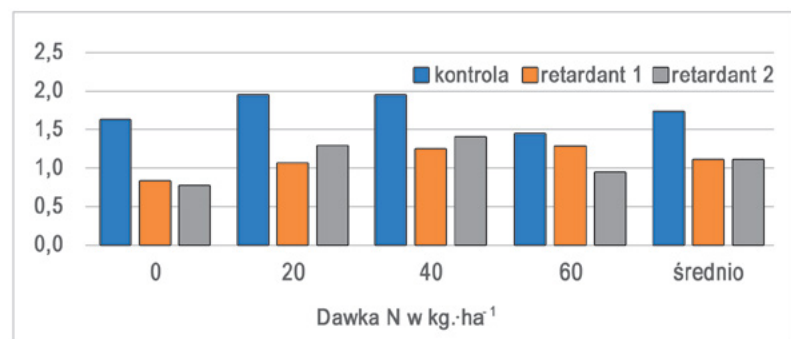
Chrząszcze skrzypionek (Rys. 23) oraz ich larwy uszkadzały najliczniej pszenicę nawożoną 20 i 40 kg N $\cdot$ ha⁻¹ na roślinach bez retardantów (kontrola) oraz w obu wariantach aplikacji retardantów. Mszyca zbożowa najchętniej uszkadzała rośliny nawożone dawką 40 kg N $\cdot$ ha⁻¹, zarówno na poletkach z retardantami, jak i w kontroli. Bez względu na dawkę azotu, wszystkie analizowane owady w najmniejszym stopniu uszkadzały pszenicę okragłoziennej traktowaną mieszaniną CCC i etefonu, natomiast w kontroli rośliny były najmocniej uszkodzone. Generalnie można stwierdzić, że zasiedlenie pszenicy okragłoziennej traktowanej retardantami lub bez zabiegu przez wszystkie analizowane szkodniki było niewielkie. Przy tak małej liczebności owadów trudno jest jednoznacznie określić wpływ retardantów i dawek N na liczebność tych szkodników.

Na pszenicy perskiej wysiewanej w obsadzie 400 szt. $\cdot$ m⁻² odnotowano największe uszkodzenia spowodowane żerowaniem chrząszczy i larw skrzypionek oraz mszycy zbożowej. Procent uszkodzeń malał wraz ze wzrostem obsady roślin. Zauważono, że uszkodzenia spowodowane żerowaniem wszystkich szkodników na pszenicy perskiej były mniejsze, niż na roślinach pszenicy okragłoziennej. Podobnie jak w przypadku pszenicy okragłoziennej, liczebność chrząszczy skrzypionek i mszycy zbożowej była największa u pszenicy perskiej wysiewanej w gęstości 400 szt. $\cdot$ m⁻² i malała wraz ze wzrostem gęstości siewu. Najwięcej larw skrzypionek stwierdzono w obsadzie 500 szt. $\cdot$ m⁻². Zauważono, że wszystkie poddane analizie szkodliwe owady zasiedlające pszenicę perską były mniej liczne, w porównaniu z roślinami pszenicy okragłoziennej.

Dorosłe skrzypionki oraz ich larwy najchętniej uszkadzały pszenicę perską w uprawie powierzchniowej, natomiast w systemie pasowym takich uszkodzeń było najmniej. Uszkodzenia i występowanie mszycy zbożowej było większe w uprawie powierzchniowej oraz pasowej w porównaniu do płuźnej. Larwy skrzypionek oraz mszyca zbożowa wystąpiły najliczniej na pszenicy perskiej z uprawy powierzchniowej. Zauważono, że uszkodzenia spowodowane żerowaniem wszystkich owadów oraz ich liczebność były znacząco mniejsze na pszenicy perskiej w porównaniu do roślin pszenicy okragłoziennej.



Rys. 23. Wpływ stosowania retardantów (kontrola – bez retardantów, R1 i R2 – mieszanina retardantów aplikowanych w fazie pierwszego kolanka: R1 – CCC 720 g s.a. + trinexapak etylu 75 g s.a.·ha⁻¹; R2 – CCC 720 g s.a. + etefon 255 g s.a.·ha⁻¹) i dawek nawożenia azotowego na uszkodzenie pszenicy okragłozianowej przez chrząszcze skrzypionek [%] (technologia integrowana)



Rys. 24. Wpływ stosowania retardantów (kontrola – bez retardantów, R1 i R2 – mieszanina retardantów aplikowanych w fazie pierwszego kolanka: R1 – CCC 720 g s. a. + trinexapak etylu 75 g s.a.·ha⁻¹; R2 – CCC 720 g s. a. + etefon 255 g s.a.·ha⁻¹) i dawek nawożenia azotowego na uszkodzenie pszenicy perskiej przez chrząszcze skrzypionek [%] (technologia integrowana)

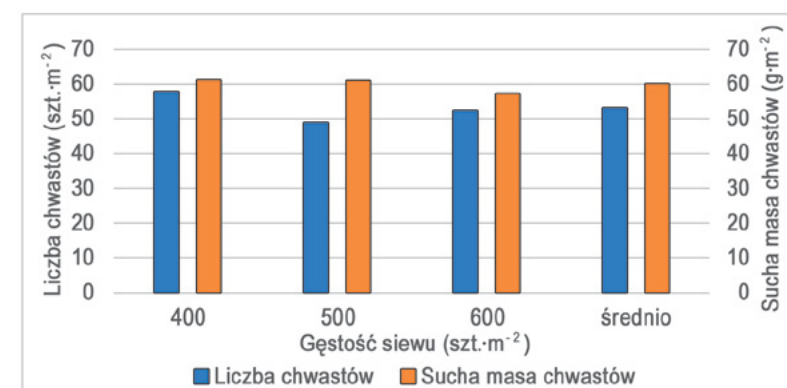
Chrząszcze skrzypionek (Rys. 24) oraz ich larwy uszkadzały najliczniej pszenicę perską nawożoną średnimi dawkami azotu: 20 i 40 kg·ha⁻¹. Bez względu na dawkę azotu wszystkie analizowane owady w najmniejszym stopniu uszkadzały rośliny traktowane retardantami (w obu kombinacjach), natomiast w kontroli rośliny były najmocniej uszkodzone. Zauważono, że uszkodzenia spowodowane żerowaniem wszystkich owadów na pszenicy perskiej były znacząco mniejsze w porównaniu do roślin pszenicy okragłozianowej. Wszystkie szkodniki zasiedlały pszenicę perską traktowaną retardantami w jeszcze mniejszej liczbie niż pszenicę okragłozianową. Ze względu na tak znikome zasiedlenie pszenicy perskiej przez szkodniki, trudno jest jednoznacznie określić wpływ dawki azotu i retardantów na ich liczebność.

6. ZACHWASZCZENIE

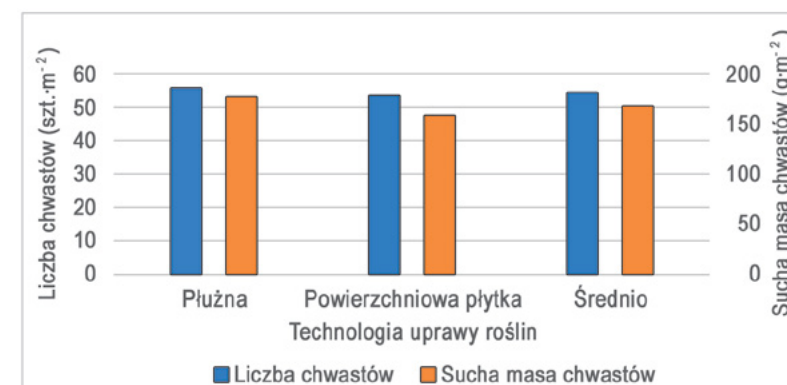
6.1. UPRAWA EKOLOGICZNA

Zachwaszczenie pszenic pierwotnych uprawianych w systemie ekologicznym było zróżnicowane w poszczególnych gospodarstwach, jednak średnio dla lokalizacji było ono duże (Rys. 25-28). Liczba chwastów w fazie dojrzałości młecznej wynosiła średnio 53,3 szt.·m⁻² i stanowiła zagrożenie dla prawidłowego rozwoju i plonowania pszenic. Najczęściej występującymi chwastami były: komosa biała (*Chenopodium album* L.), fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.), miotła zbożowa (*Apera spica-venti* L.) oraz wiechlina roczna (*Poa annua* L.).

Nie stwierdzono istotnego wpływu gęstości siewu na suchą masę i liczbę chwastów w zasiewach pszenicy okragłozianowej w fazie dojrzałości młecznej (Rys. 25). Zachwaszczenie tej pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym nie było również zależne od technologii uprawy roli (Rys. 26).

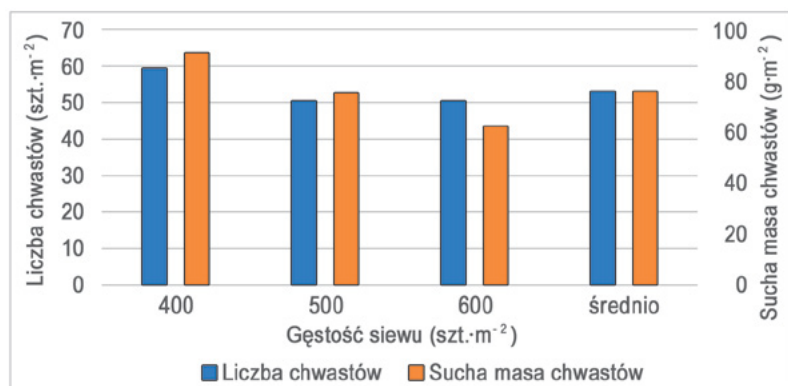


Rys. 25. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy okragłozianowej uprawianej w systemie rolnictwa ekologicznego w zależności od gęstości siewu

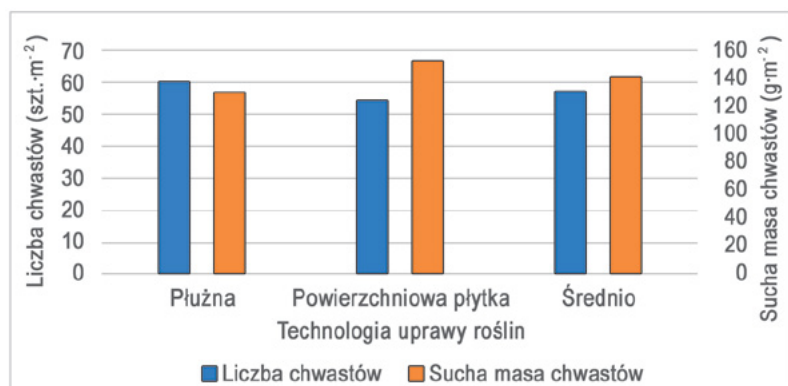


Rys. 26. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy okragłozianowej uprawianej w systemie rolnictwa ekologicznego w zależności od technologii uprawy roli

Wraz ze zwiększaniem gęstości siewu pszenicy perskiej następowało zmniejszenie suchej masy chwastów występujących w łanie w fazie dojrzałości młecznej (Rys. 27). Nie stwierdzono jednak wpływu tego czynnika na liczbę chwastów w pszenicy perskiej (Rys. 27).



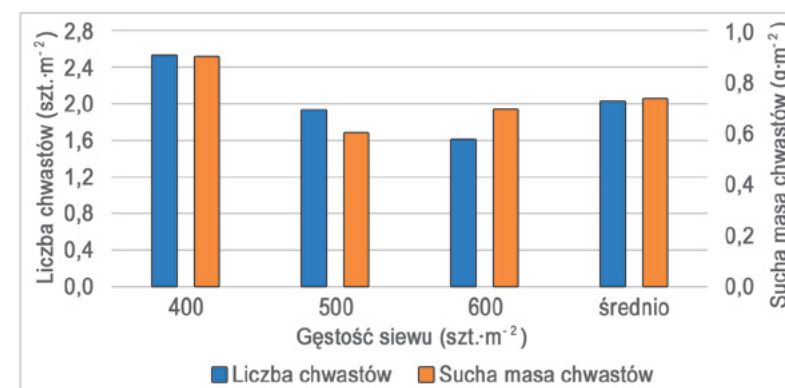
Rys 27. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy perskiej uprawianej w systemie rolnictwa ekologicznego w zależności od gęstości siewu



Rys. 28. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy perskiej uprawianej w systemie rolnictwa ekologicznego w zależności od technologii uprawy roli

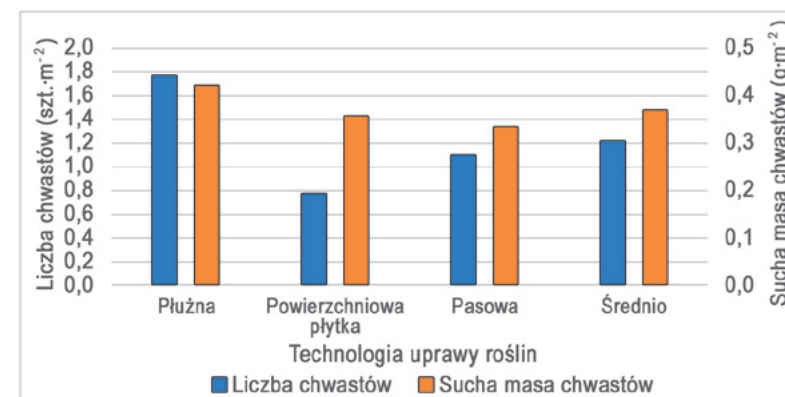
6.2. UPRAWA NISKONAKŁADOWA INTEGROWANA

Zachwaszczenie pszenic uprawianych w systemie integrowanym oceniane w fazie dojrzałości młecznej było bardzo niskie (Rys. 29-32). Chwasty nie stanowiły zagrożenia dla prawidłowego rozwoju i plonowania pszenic. Najczęściej występującymi chwastami były: wiechlina roczna (*Poa annua* L.) i miotła zbożowa (*Apera spica-venti* L.) Wykazano istotny wpływ gęstości siewu pszenicy okragłoziałowej na liczbę i suchą masę chwastów (Rys. 29). Liczba chwastów w pszenicy okragłoziałowej zmniejszała się wraz ze zwiększaniem gęstości siewu. Po wysiewie w ilości 400 ziaren na m² była ona istotnie większa niż po wysiewie 600 ziaren na m². Podobny trend stwierdzono w odniesieniu do suchej masy chwastów.



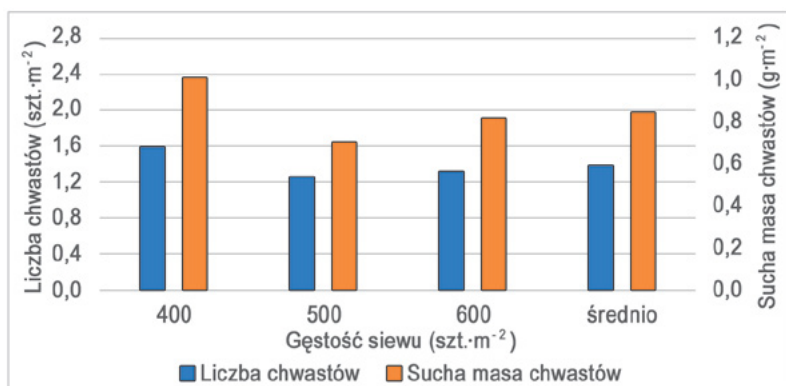
Rys. 29. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy okragłoziałowej, uprawianej w technologii integrowanej w zależności od gęstości siewu

W badaniach dotyczących wpływu technologii uprawy roli na uwarunkowania rozwoju i plonowania pszenicy okragłoziałowej stwierdzono niewielkie zachwaszczenie łanu w fazie dojrzałości młecznej (Rys. 30). Najczęściej występującymi chwastami były: wiechlina roczna (*Poa annua* L.), komosa biała (*Chenopodium album* L.), i fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.). Technologia uprawy roli i siewu nie wpłynęła na suchą masę chwastów. Liczba chwastów była natomiast istotnie wyższa w obiekcie z uprawą płużną niż z uprawą powierzchniową płytką.



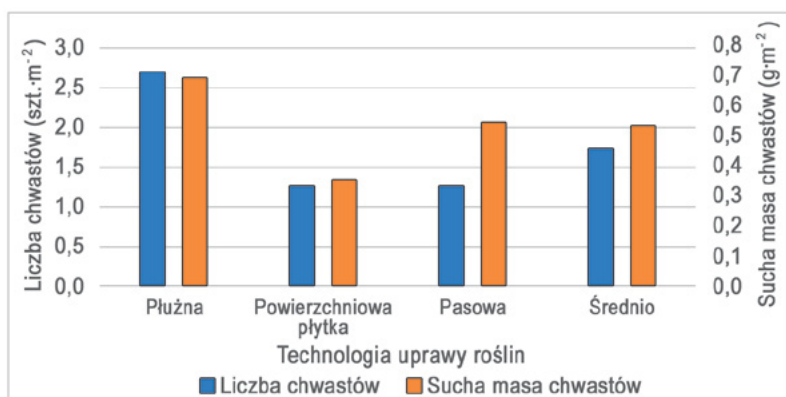
Rys. 30. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy okragłoziałowej, uprawianej w technologii integrowanej w zależności od technologii uprawy roli

Wykazano istotny wpływ gęstości siewu pszenicy perskiej na suchą masę i liczbę chwastów występujących w jej łanie w fazie dojrzałości młecznej (Rys. 31). Sucha masa chwastów w pszenicy perskiej wysiewanej w ilości 400 ziaren na m² była istotnie większa niż po wysiewie w ilości 500 i 600 ziaren na m². Stwierdzono również tendencję do zmniejszania się liczby chwastów w zasiewach pszenicy perskiej w wyniku zwiększenia gęstości siewu z 400 do 500 ziaren na m².



Rys. 31. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy perskiej uprawianej w technologii integrowanej w zależności od gęstości siewu

Liczebność i sucha masa chwastów w pszenicy perskiej w doświadczeniu dotyczącym wpływu technologii uprawy roli na uwarunkowania rozwoju i plonowania były również niewielkie (Rys. 32). Najczęściej występującymi chwastami były: wiechlica roczna (*Poa annua* L.), komosa biała (*Chenopodium album* L.) i fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.). Zarówno liczba jak i sucha masa chwastów w łanie pszenicy perskiej były po zastosowaniu uprawy powierzchniowej płytkiej istotnie mniejsze niż w obiektach z uprawą płuźną.



Rys. 32. Liczba i sucha masa chwastów w pszenicy perskiej, uprawianej w technologii integrowanej w zależności od technologii uprawy roli

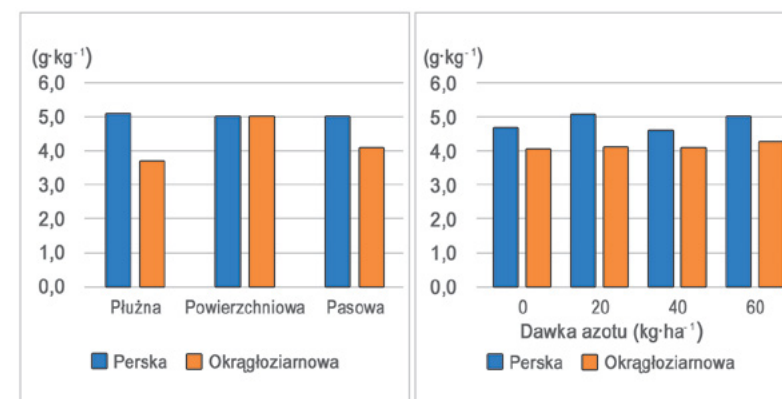
Zgodnie z powszechnie znanymi wynikami badań odnoszącymi się do pszenicy zwyczajnej zachwaszczenie w systemie ekologicznym było kilkadziesiąt razy większe niż w pszenicach uprawianych metodą integrowaną.

7. WARTOŚĆ ODŻYWCZA ZIARNA

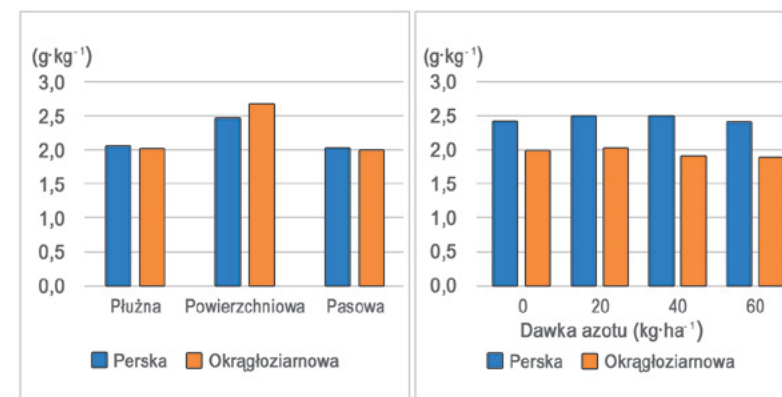
7.1. SKŁADNIKI MINERALNE

7.1.1. Uprawa niskonakładowa integrowana

Średnio z trzech lat badań (2018-2020) zawartość P w ziarnie była przeważnie większa u pszenicy perskiej niż u pszenicy okragłoziałowej (Rys. 33). Jedynie w uprawie powierzchniowej zawartość P u obu gatunków była podobna. Doświadczenia nad optymalizacją dawek nawożenia azotem potwierdziły większą zawartość P u pszenicy perskiej (Rys. 33). Ponadto koncentracja tego składnika była zależna od dawki azotu.



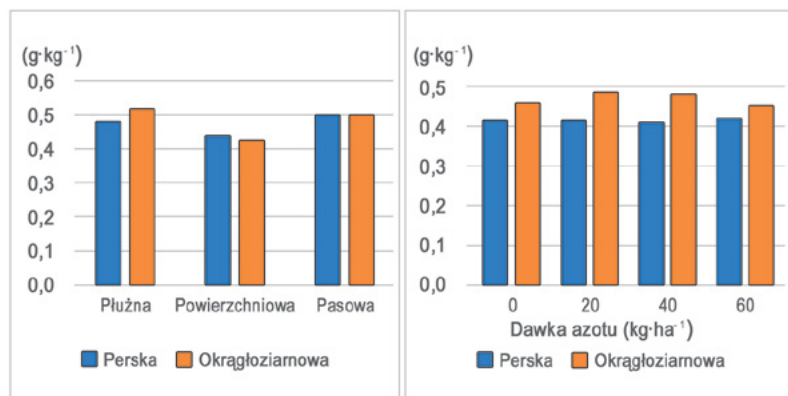
Rys. 33. Zawartość fosforu ogólnego w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (g.kg⁻¹)



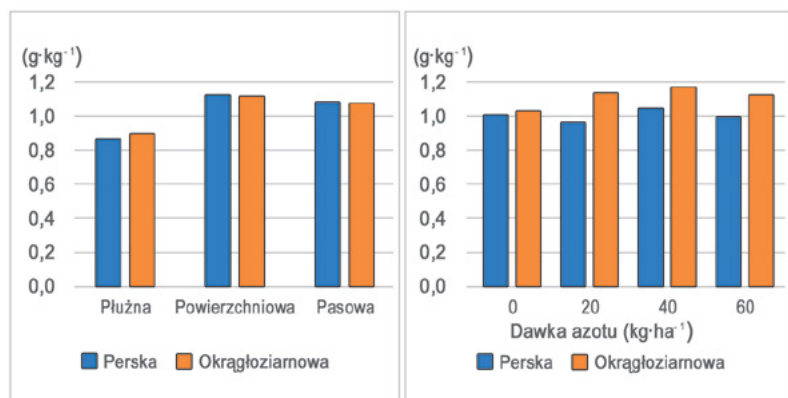
Rys. 34. Zawartość potasu w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (g.kg⁻¹)

Badania wykazały, że zawartość K w ziarnie pszenicy perskiej i okragłoziałowej jest większa, jeśli pochodzi ono z uprawy powierzchniowej (Rys. 34). W doświadczeniu z optymalizacją dawek nawożenia azotem wykazano, że poziom akumulacji K w ziarnie w pszenicy okragłoziałowej był niższy niż u pszenicy perskiej.

Nasze badania wykazały, iż poziom Ca w ziarnie był nieznacznie modyfikowany systemami uprawy oraz dawkami nawożenia azotem (Rys. 35). Zastosowanie uprawy powierzchniowej płytkiej miało negatywny wpływ na kumulację Ca w ziarnie obu gatunków pszenic. W doświadczeniu z dawkami azotu ilość Ca była wyraźnie wyższa w ziarnie pszenicy okragłoziałowej w porównaniu z pszenicą perską.



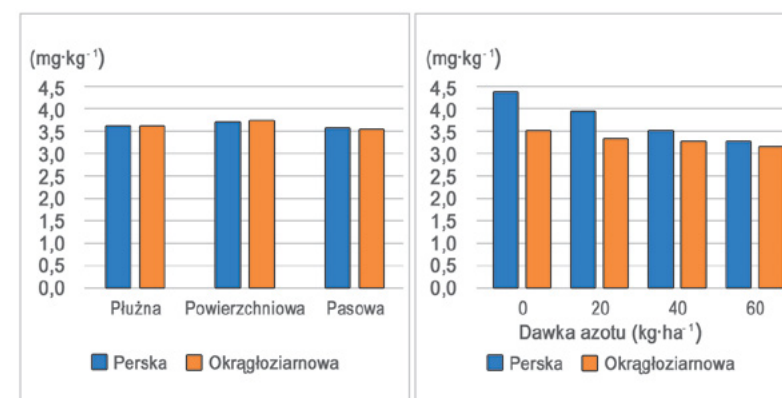
Rys. 35. Zawartość wapnia w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (g·kg⁻¹)



Rys. 36. Zawartość magnezu w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (g·kg⁻¹)

Ziarno omawianych pszenic uprawianych w systemie pluźnym charakteryzowało się wyraźnie niższą zawartością Mg w stosunku do uprawy powierzchniowej i pasowej (Rys. 36). Zastosowanie różnych dawek nawożenia azotem w niewielkim stopniu modyfikowało poziom magnezu w ziarniakach badanych gatunków pszenic, przy czym koncentracja tego składnika była przeważnie większa u pszenicy okragłoziałowej.

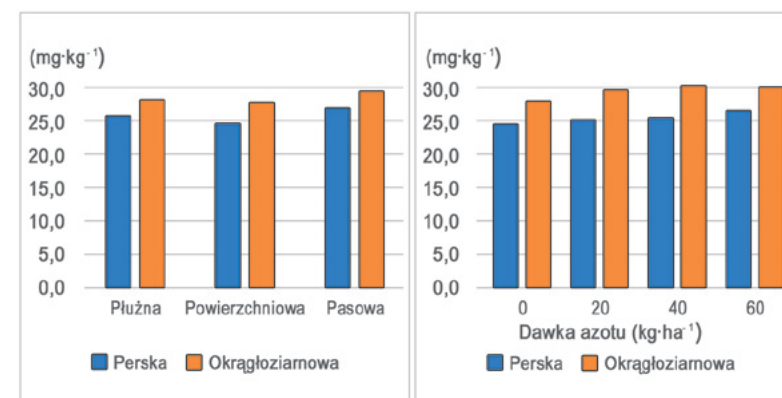
Sposoby uprawy roli w niewielkim stopniu modyfikowały ilość Cu w ziarnie badanych gatunków pszenic (Rys. 37). Wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotem zmniejszała się koncentracja tego mikroelementu w ziarnie, szczególnie u pszenicy perskiej.



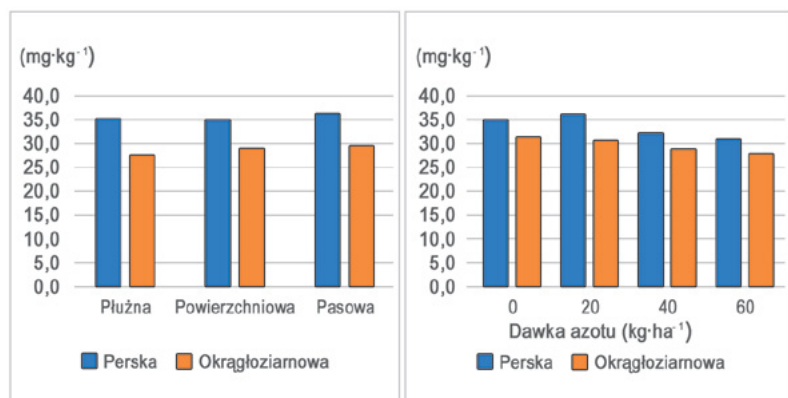
Rys. 37. Zawartość miedzi w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (mg·kg⁻¹)

Badane sposoby uprawy roli oraz zróżnicowane dawki nawożenia azotem w nieznacznym zakresie oddziaływały na ilość Mn w ziarnie pszenicy perskiej oraz okragłoziałowej (Rys. 38). Wyraźnie większą koncentracją Mn w ziarnie charakteryzowała się pszenica okragłoziałowa.

Trzyletnie badania wykazały, że sposób uprawy roli nie wpływa znacząco na ilość Zn w ziarnie badanych gatunków pszenic (Rys. 39). Z kolei nawożenie azotem w wysokości 40 N kg·ha⁻¹ i 60 N kg·ha⁻¹ spowodowało spadek koncentracji tego mikroelementu w ziarnie pszenic. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że niezależnie od zastosowanych czynników badawczych ziarno pszenicy perskiej jest znacznie zasobniejsze w cynk niż pszenicy okragłoziałowej.

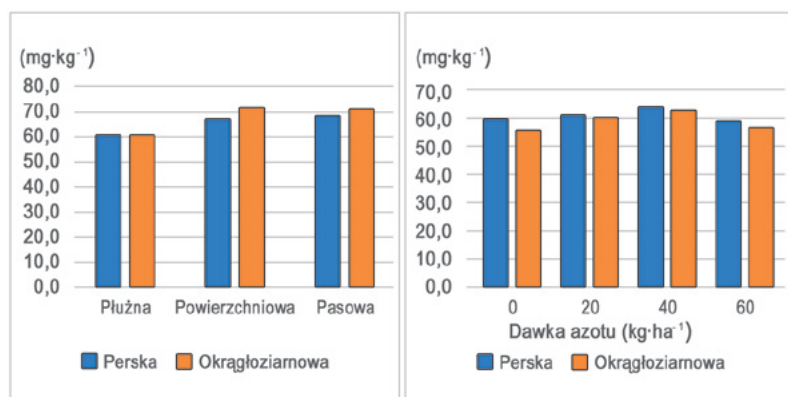


Rys. 38. Zawartość manganu w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (mg·kg⁻¹)



Rys. 39. Zawartość cynku w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (mg·kg⁻¹)

Ziarno badanych gatunków pszenic uprawianych w systemie plużnym charakteryzowało się niższą zawartością Fe w odniesieniu do uprawy powierzchniowej i pasowej (Rys. 40). Różnice pomiędzy gatunkami omawianych pszenic w koncentracji tego pierwiastka były niewielkie. Dawka nawożenia azotem miała nieco większy wpływ na koncentrację żelaza w ziarnie pszenicy okragłoziałowej.

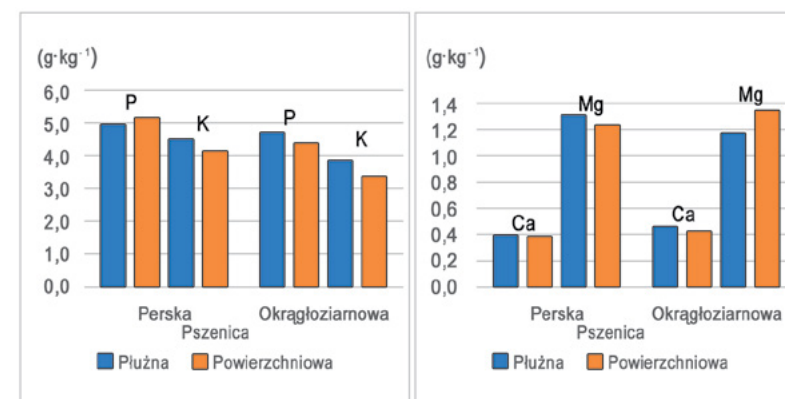


Rys. 40. Zawartość żelaza w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli i dawki nawożenia azotem (mg·kg⁻¹)

7.1.2. Uprawa ekologiczna

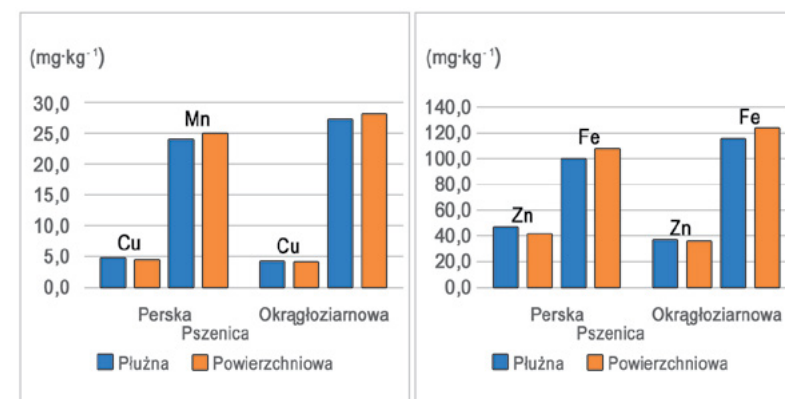
Wyniki badań przeprowadzonych w 3 gospodarstwach ekologicznych (Zblewo, Budziszewo i Grabina Wielka) wykazały, że system uprawy w nieznacznym stopniu modyfikuje zawartość P i Ca w ziarnie badanych pszenic (Rys. 41). Z kolei u obu gatunków pszenic ilość potasu w ziarniakach z uprawy powierzchniowej była niższa niż z systemu plużnego. Badania wykazały, że istnieje interakcja sposobu uprawy roli i gatunku pszenicy w kształtowaniu zawartości Mg. U pszenicy

perskiej wyższą koncentracją Mg charakteryzowało się ziarno pochodzące z uprawy plużnej, a w przypadku pszenicy okragłoziałowej ziarno z uprawy powierzchniowej. Niezależnie od sposobu uprawy pszenica perska miała więcej P i K, a okragłoziałowa więcej Ca.



Rys. 41. Zawartość fosforu ogólnego, potasu, wapnia i magnezu w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli (g·kg⁻¹)

Średnia zawartość Cu i Zn w ziarnie badanych gatunków pszenic nie była znacząco modyfikowana przez systemy uprawy (Rys. 42). Natomiast poziom Mn i Fe w ziarniakach pszenic uprawianych powierzchniowo jest wyższy w stosunku do systemu plużnego. Przeprowadzone badania wykazały, iż ziarno pszenicy perskiej zawiera więcej Cu i Zn a mniej Mn i Fe w porównaniu do pszenicy okragłoziałowej.



Rys. 42. Zawartość miedzi, manganu, cynku i żelaza w ziarnie pszenicy okragłoziałowej i perskiej w zależności od sposobu uprawy roli (mg·kg⁻¹)

7.2. AMINOKWASY

Wartość odżywcza ziarna zbóż zależy od czynników genetycznych gatunków i odmian, od warunków siedliskowych oraz czynników agrotechnicznych. Wartość odżywcza białka ziarna zbóż jest determinowana jego składem aminokwasowym.

Pośród dwudziestu aminokwasów białkowych człowiek, w tym również zwierzęta, są w stanie syntetyzować tylko dziewięć z nich. Nazywamy je aminokwasami endogennymi, do których zalicza się: alaninę, asparaginę, serynę, prolinę, glicynę, glutaminę, cysteinę, kwas glutaminowy oraz kwas asparaginowy. Pozostałe aminokwasy muszą być dostarczane organizmowi wraz z pożywieniem. Należą do nich: fenyloalanina, izoleucyna, leucyna, lizyna, metionina, treonina, tryptofan oraz walina. Nazywamy je aminokwasami egzogennymi.

Ilościowe proporcje pomiędzy aminokwasami oraz aminokwasowy skład jakościowy białka decydują o jego odżywczej wartości. Powszechnie wiadomo jest, że białko pszenicy jest ubogie w leucynę i izoleucynę.

W badaniach z pszenicą perską i okrągłozierną na podstawie składu aminokwasowego białka ziarna obliczono:

– zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych **EAAI** (Essential Amino Acid Index):

$$EAAI = (c_1/c_{01} \times c_2/c_{02} \times \dots \times c_n/c_{0n})^{1/n}$$

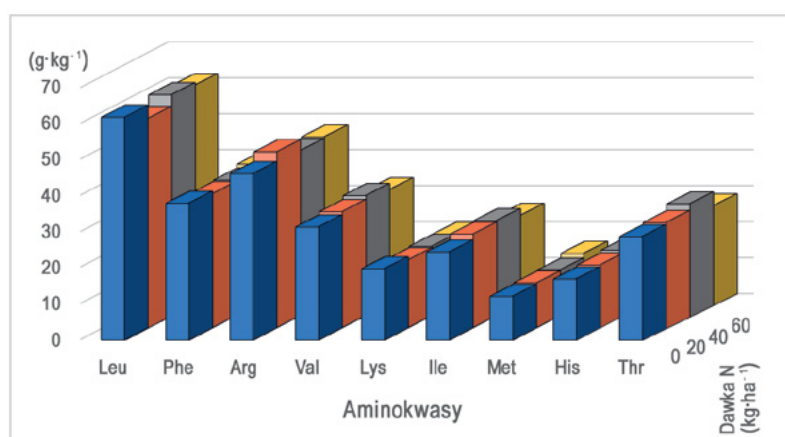
– wskaźnik aminokwasu ograniczającego **AS** (Aminoacid Score):

$$AS = (c_i/c_{0i}) \times 100\%$$

gdzie: $c_1, c_2, \dots, c_n$ – zawartość kolejnych aminokwasów egzogennych w badanym białku; $c_{01}, c_{02}, \dots, c_{0n}$ – zawartość kolejnych aminokwasów egzogennych w białku wzorcowym, za które przyjęto białko jaja kurzego

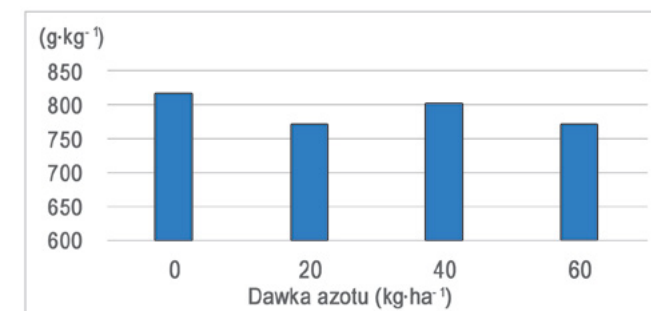
7.2.1. Wpływ nawożenia azotem

Na podstawie doświadczeń polowych zlokalizowanych w Mochelku na glebie klasy IV b, prowadzonych w latach 2018-2020, w integrowanym systemie gospodarowania, można stwierdzić, że nawożenie azotem różnicowało zawartość aminokwasów w białku ziarna pszenicy okrągłoziernowej (Rys. 43).



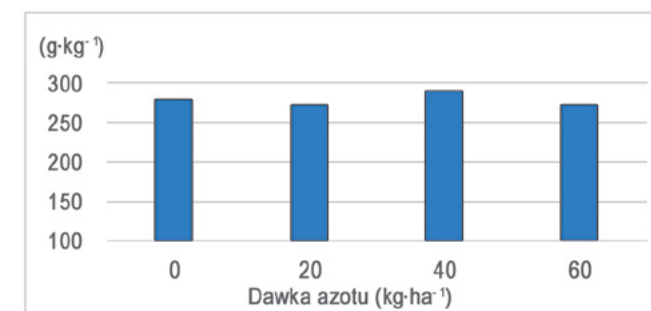
Rys. 43. Zawartość aminokwasów egzogennych w białku ziarna pszenicy okrągłoziernowej (g·kg⁻¹)

Pod wpływem zróżnicowanych dawek azotu w białku ziarna zmieniała się zawartość niektórych aminokwasów egzogennych – leucyny, izoleucyny, waliny, lizyny oraz histydyny. W wyniku zastosowania najwyższej dawki azotu (60 kg·ha⁻¹) dla każdego z powyższych aminokwasów stwierdzono obniżenie zawartości w stosunku do obiektu, nienawożonego tym składnikiem. W rezultacie sumaryczna zawartość aminokwasów uległa obniżeniu o blisko 6% (Rys. 44).

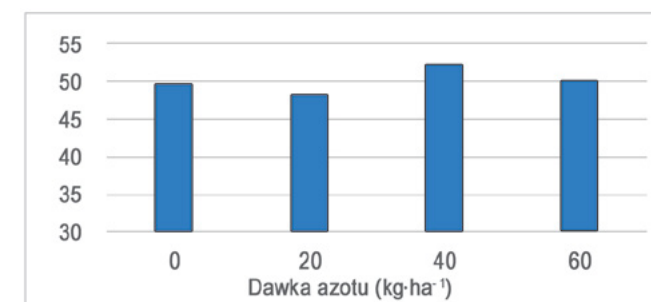


Rys. 44. Ogólna suma zawartości aminokwasów w białku ziarna pszenicy okrągłoziernowej (g·kg⁻¹)

Suma zawartości aminokwasów egzogennych (Rys. 45) osiągnęła dla obiektu z dawką 40 kg N·ha⁻¹ poziom większy, a dla 60 kg N·ha⁻¹ poziom porównywalny z wartością oznaczaną w ziarnie pszenicy zwyczajnej.



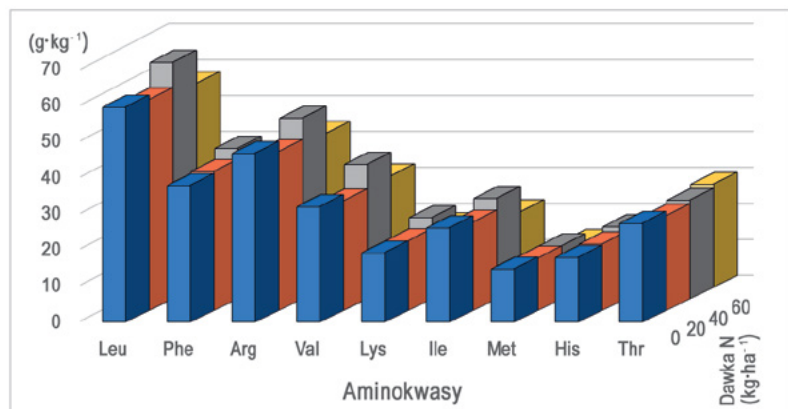
Rys. 45. Suma zawartości aminokwasów egzogennych w białku ziarna pszenicy okrągłoziernowej (g·kg⁻¹)



Rys. 46. Średnie wartości wskaźnika aminokwasów egzogennych EAAI dla białka ziarna pszenicy okrągłoziernowej w zależności od dawki azotu

Skład aminokwasowy białka ziarna pszenicy okragłoziennej w największym stopniu był modyfikowany przez dawkę 40 kg N·ha⁻¹. Następstwem aplikacji tej dawki były wyższe wartości wskaźnika aminokwasów egzogennych EAAI w porównaniu z obiektem bez nawożenia azotem (Rys. 46).

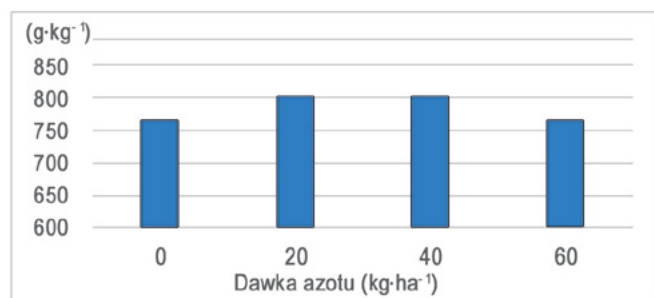
EAAI (Essential Amino Acids Index) jest to średnia geometryczna stosunku zawartości wszystkich aminokwasów egzogennych oraz histydyny i argininy w białku do zawartości tych aminokwasów w białku wzorcowym. Na podstawie analizy wartości EAAI dla białka ziarna testowanej pszenicy można stwierdzić, że w warunkach niezbyt intensywnego nawożenia azotem białko cechuje się wysoką wartością biologiczną. Z kolei zastosowanie najwyższej dawki azotu (60 kg·ha⁻¹) powodowało obniżenie wskaźnika EAAI.



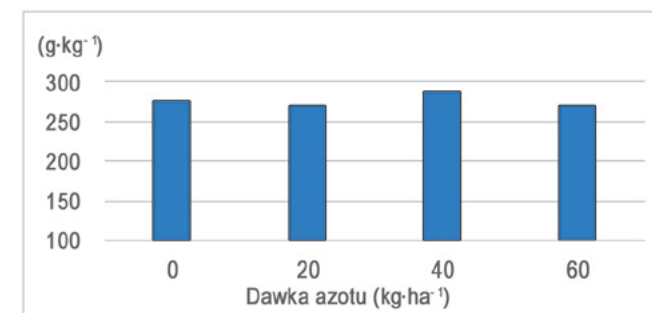
Rys. 47. Zawartość aminokwasów egzogennych w białku ziarna pszenicy perskiej (g·kg⁻¹)

Przy określaniu jakości białka metodą chemiczną wykorzystuje się pojęcie tzw. aminokwasu ograniczającego tj. aminokwasu egzogennego, który w danym białku występuje w najmniejszej ilości w porównaniu do wzorca. Aminokwas ten ogranicza wykorzystanie innych aminokwasów uzyskanych z pożywienia do syntezy białka ustrojowego w takim stopniu, w jakim stanowi odsetek zawartości tego samego aminokwasu w białku wzorcowym. Najważniejszym aminokwasem limitującym biosyntezę białka ziarna pszenicy okragłoziennej, podobnie jak w przypadku innych gatunków zbóż była lizyna.

W badaniach białka ziarna pszenicy perskiej stwierdzono, podobnie jak w pszenicy okragłoziennej, że nawożenie azotem powoduje istotne zróżnicowanie zawartości aminokwasów (Rys. 47).

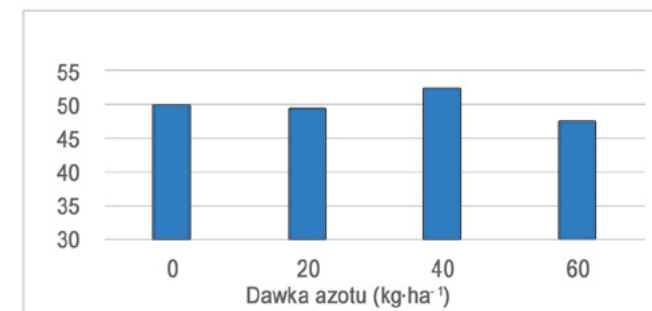


Rys. 48. Ogólna suma zawartości aminokwasów w białku ziarna pszenicy perskiej (g·kg⁻¹)



Rys. 49. Suma zawartości aminokwasów egzogennych w białku ziarna pszenicy perskiej (g·kg⁻¹)

Skład aminokwasowy białka pszenicy perskiej w największym stopniu był modyfikowany przez dawkę 40 kg N·ha⁻¹, po aplikacji, której były wyższe wartości wskaźnika aminokwasów egzogennych EAAI, w porównaniu z obiektem bez nawożenia azotem (Rys. 50).



Rys. 50. Średnie wartości wskaźnika aminokwasów egzogennych EAAI dla białka ziarna pszenicy perskiej w zależności od dawki azotu

Zastosowanie najwyższej dawki azotu (60 kg N·ha⁻¹) powodowało obniżenie wskaźnika EAAI. Najważniejszym aminokwasem limitującym biosyntezę białka ziarna pszenicy perskiej była lizyna.

Podsumowując można stwierdzić, że skład aminokwasowy białka ziarna badanych pszenic zmieniał się pod wpływem dawek azotu. Niższe dawki tego składnika do 40 kg·ha⁻¹, w stosunkowo niewielkim stopniu zmieniały zawartość aminokwasów w białku. Dopiero dawka 60 kg N ha⁻¹ obniżała udział niektórych aminokwasów w białku powodując spadek jego wartości biologicznej, czego wyrazem były niższe wartości wskaźnika EAAI. Wykazana w przeprowadzonych badaniach znaczna stabilność składu aminokwasowego białka badanych pszenic czyni te zboża atrakcyjne dla rolnictwa ekologicznego, w którym co prawda sztucznych nawozów azotowych się nie stosuje, ale jego wartościowym źródłem są nawozy naturalne.

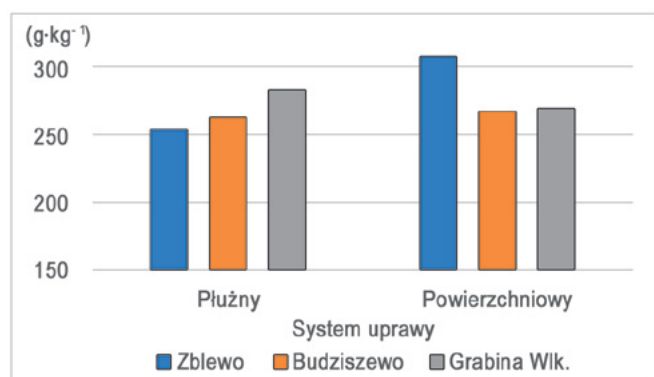
7.2.2. Wpływ sposobów uprawy roli

Uprawa roli generuje duże koszty i jest czasochłonna. W nowoczesnej uprawie obserwuje się przechodzenie z metod klasycznych do uproszczonych. Powodem tych zmian są względy ekonomiczne i przyrodnicze.

Na podstawie wyników trzyletnich doświadczeń prowadzonych w uprawie integrowanej można stwierdzić, że sposoby uprawy roli (płużny, płytki powierzchniowy i pasowy) nie różnicowały ogólnej sumy zawartości aminokwasów w białku ziarna pszenicy perskiej jak również okragłoziarowniej.

Badane gatunki pszenic nie różniły się także wartością wskaźnika aminokwasów egzogennych EAAI. Należy podkreślić, że nieznacznie wyższe wartości wskaźnika uzyskano po zastosowaniu pasowego i płużnego systemu uprawy w porównaniu do jego powierzchniowego odpowiednika. Średnie wartości wskaźników dla białka ziarna pszenicy perskiej oraz okragłoziarowniej uzyskane w warunkach badanych systemów uprawy potwierdzały jego wysoką wartość biologiczną.

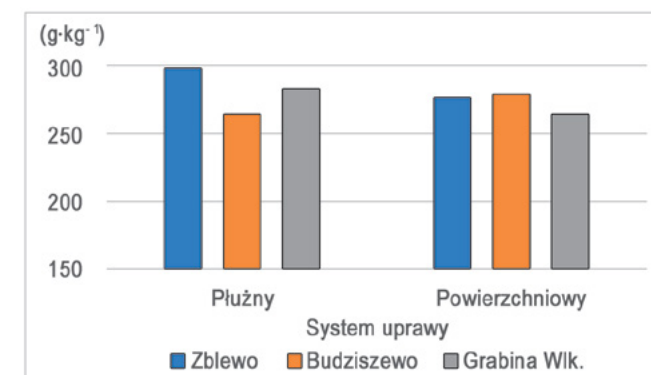
Wyniki badań pochodzące z doświadczeń zakładanych w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych potwierdzają wpływ sposobów uprawy roli na zawartości aminokwasów w białku ziarna badanych pszenic – perskiej i okragłoziarowniej. W wyniku zastosowania powierzchniowego systemu uprawy w gospodarstwie ekologicznym w Zblewie stwierdzono przyrost udziału m.in. metioniny i izoleucyny w białku ziarna pszenicy okragłoziarowniej, w porównaniu z systemem płużnym. Najmniej metioniny stwierdzono w białku ziarna z systemu powierzchniowego z miejscowości Budziszewo. Najuboższe w izoleucynę było ziarno pochodzące z Grabiny Wielkiej wyprodukowane w płużnym systemie uprawy. Tylko w Zblewie białko ziarna pszenicy okragłoziarowniej pochodzące z uprawy płytkiej powierzchniowej miało istotnie większą całkowitą sumę aminokwasów oraz sumę aminokwasów egzogennych (Rys. 51) w porównaniu do białka ziarna pochodzącego z uprawy płużnej.



Rys. 51. Suma zawartości aminokwasów egzogennych w białku ziarna pszenicy okragłoziarowniej (g·kg⁻¹) w zależności od sposobu uprawy roli i lokalizacji doświadczenia

Ponieważ uprawa powierzchniowa spowodowała największe zmiany w składzie aminokwasowym białka pszenicy okragłoziarowniej następstwem tego były wyższe wartości wskaźnika aminokwasów egzogennych EAAI. Na podstawie analizy

jego wartości można stwierdzić, że w warunkach uprawy powierzchniowej białko cechowało się wysoką wartością biologiczną, a najwyższą wartość wskaźnika odnotowano w białku ziarna z miejscowości Budziszewo. Białko ziarna pszenicy perskiej wyprodukowane w gospodarstwie ekologicznym w miejscowości Zblewo zawierało najwięcej metioniny, a powierzchniowy system uprawy sprzyjał jej kumulacji. Najmniej tego aminokwasu stwierdzono w białku ziarna z powierzchniowego systemu uprawy z miejscowości Budziszewo. Powierzchniowy system uprawy sprzyjał również kumulacji izoleucyny w białku, której najwięcej było w ziarnie z miejscowości Budziszewo.



Rys. 52. Suma zawartości aminokwasów egzogennych w białku ziarna pszenicy perskiej w zależności od (g·kg⁻¹) w zależności od sposobu uprawy roli i lokalizacji doświadczenia

Najwyższą wartość całkowitej sumy aminokwasów w białku ziarna stwierdzono w gospodarstwie ekologicznym z Grabiny Wielkiej po zastosowaniu płużnego systemu uprawy. Po zastosowaniu płużnego systemu uprawy w gospodarstwie w Zblewie stwierdzono najwyższą wartość sumy aminokwasów egzogennych (Rys. 52). Białko ziarna z pozostałych gospodarstw ekologicznych charakteryzowało się niższą i porównywalną wartością tego parametru jakości białka. Wartość sumy aminokwasów egzogennych była najwyższa dla płużnego systemu uprawy, co wynikało z wyraźnie wyżej ilości fenyloalaniny, leucyny oraz metioniny w białku ziarna z tego wariantu uprawy.

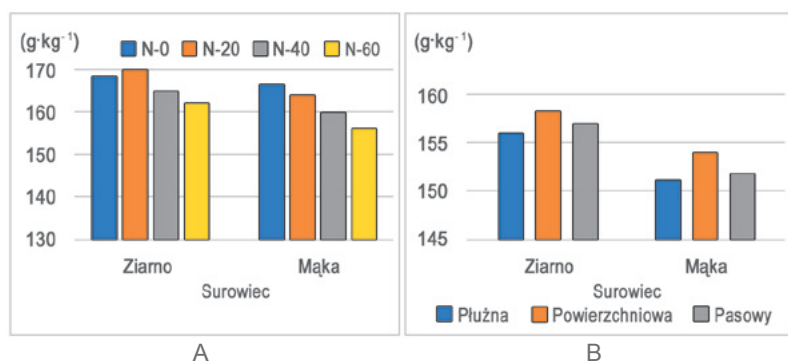
Średnio wskaźnik aminokwasów egzogennych EAAI dla białka ziarna pszenicy perskiej wynosił 55,19 a najwyższą jego wartością charakteryzowało się białko z płużnego systemu uprawy z miejscowości Grabina Wielka i Zblewo. Wartość uzyskanego wskaźnika świadczy o wysokiej wartości biologicznej białka gatunku pszenicy z tego systemu uprawy.

8. JAKOŚĆ TECHNOLOGICZNA

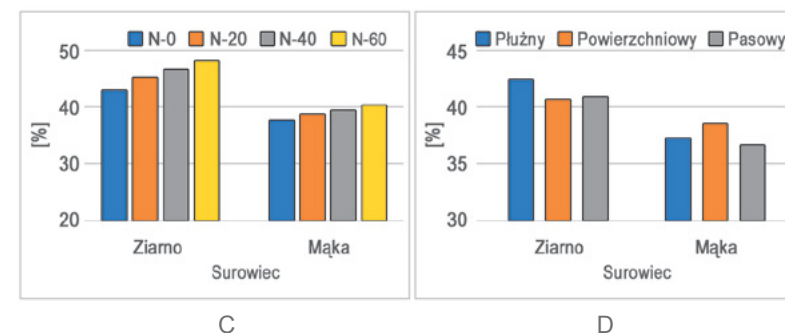
W zależności od wykorzystania mąki przez odbiorcę w zakresie wartości technologicznej funkcjonują różne wartości użytkowe, np. mąka przeznaczona na cele cukiernicze powinna charakteryzować się innymi cechami jakościowymi niż przeznaczona na cele makaronowe czy chleb. Ponieważ jednak zdecydowana większość produkcji mąki przeznaczona jest na cele piekarskie to ważnym zagadnieniem jest jej wartość wypiekowa. Charakteryzuje ona zdolność mąki do tworzenia ciasta o odpowiedniej konsystencji i sprężystości, a w konsekwencji do wytwarzania właściwie wyrośniętego pieczywa. Jednymi z najważniejszych parametrów decydujących o wartości wypiekowej są te, które określają kompleks enzymatyczny i białkowy danego surowca. To one wpływają na wartości cech przygotowywanego ciasta do wypieku, a w konsekwencji otrzymywanego w procesie wypieku chleba.

8.1. PSZENICA OKRĄGŁOZIARNOWA

Kompleks enzymatyczny ziarna pszenicy okrągłoziałowej, charakteryzowany przez liczbę opadania wskazuje, że po zastosowaniu pierwszej dawki azotu ($20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) wartość tej cechy wzrosła z 309 s (kontrola bez azotu) do 321 s. Natomiast aplikacja kolejnych dawek (40 i $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) skutkowała jej obniżaniem, odpowiednio do wartości 310 i 298 s. Badając systemy uprawy dla tego gatunku zboża odnotowano niższą aktywność α -amylazy w ziarnie (tj. wyższą wartość liczby opadania). Uzyskane wyniki przy systemie płuznym, powierzchniowym i pasowym wynosiły odpowiednio: 376, 383 i 391 s. Należy jednak zwrócić uwagę, że biorąc pod uwagę grupowanie pszenic podane przez COBORU [Podolska i Sułek 2003], wyniki tej cechy pozwalają na dalsze wykorzystanie tego surowca na cele spożywcze (osiągnęły minimalne wartości), w tym do wypieku chleba. Takie same wnioski można wyciągnąć w stosunku do wartości tego wskaźnika ziarna zebranego z pól trzech badanych gospodarstw ekologicznych, na których stosowano uprawę płuzną (okazała się lepsza) i powierzchniową. Liczba opadania w zebranym surowcu osiągnęła stosunkowo wysokie wartości (od 459 do 669 s). Jednak gorsza sytuacja istnieje, gdy chleb jest wypiekany z mąki wymielonej z ziarna o niskiej liczbie opadania (co odpowiada wysokiej aktywności alfa-amylazy), ponieważ może on być wówczas lepki, zakalcowaty, kruszyć się i być trudnym do krojenia.



Rys. 53. Zawartość białka ogólnego w ziarnie i mące pszenicy okrągłoziałowej w zależności od nawożenia azotem (A) i stosowanego systemu uprawy (B)



Rys. 54. Ilość glutenu mokrego w ziarnie i mące pszenicy okrągłoziałowej w zależności od nawożenia azotem (C) i stosowanego systemu uprawy (D)

Kompleks białkowy ziarna i mąki charakteryzowany jest głównie przez zawartość białka ogólnego, wydajność glutenu mokrego oraz wskaźnik sedymentacji. Wszystkie z tych cech, oznaczone zarówno w ziarnie jak i mące były istotnie weryfikowane nawożeniem mineralnym (N) oraz systemem zastosowanej uprawy, zarówno w gospodarstwach konwencjonalnych jak i ekologicznych. Im większą dawkę azotu wysiano pod pszenicę okrągłoziałową, tym zawartość białka i ilość glutenu mokrego w ziarnie i mące (Rys. 53 i 54) oraz wartość wskaźnika sedymentacji osiągały wyższe wartości, notując korzystne maksimum po aplikacji $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Z kolei z systemów uprawy stosowanych w gospodarstwie konwencjonalnym najkorzystniejszą w stosunku do wartości omawianych cech okazał się system powierzchniowy, z wyjątkiem ilości glutenu w ziarnie (Rys. 53 i 54), gdzie lepsza była uprawa płuzna. Ten system uprawy sprawdził się również lepiej w przypadku gospodarstw ekologicznych w stosunku do zawartości białka, natomiast ilość glutenu mokrego była wyższa przy uprawie płytkej. Im wyższa wydajność glutenu i lepsza jego jakość (tj. niższa rozpylność i wysoka wartość wskaźnika sedymentacji), tym ziarno stanowi lepszy surowiec na mąkę do wypieku chleba. Należy zawsze oceniać zarówno ilość jak i jakość glutenu, gdyż dla większości odmian uprawianej w Polsce pszenicy obserwuje się najczęściej zjawisko pogarszania jakości glutenu wraz ze wzrostem jego ilości w ziarnie. Właściwości fizykochemiczne glutenu umożliwiają zatrzymanie w cieście tworzących się podczas fermentacji gazów.

Przy odpowiedniej ilości i dobrej jakości glutenu gazy zostają równomiernie rozmieszczone w całej masie ciasta w postaci dużej ilości równych pęcherzyków oddzielonych cienkimi błonkami. Zła jakość glutenu obniża zdolność zatrzymywania gazów przez ciasto lub powoduje ich nierównomierne rozmieszczenie. W rezultacie pieczywo charakteryzuje się brzydkim, suchym miększem o dużych nieregularnych pęcherzach lub tworzy się zakalec. W przeprowadzonych badaniach nie udało się oznaczyć rozpylności glutenu w laboratorium ze względu na zbyt wysokie wartości, których aparat nie był w stanie oznaczyć. Z kolei najkorzystniejszą wartość wskaźnika sedymentacji mąki w gospodarstwie konwencjonalnym stwierdzono po zastosowaniu $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, przy jednocześnie nieróżnicującym wpływie na omawianą cechę badanych systemów uprawy. W uprawie ekologicznej natomiast lepiej sprawdził się system płytkej uprawy.

Krótkie czasy rozwoju ciasta charakterystyczne są dla mąk o słabym glutenie. Stałość ciasta to czas w minutach, w którym normalna konsystencja ciasta nie

ulega zmianie podczas miesienia. Jest ona miarą stabilności ciasta i tolerancji fermentacyjnej. Długi okres stałości charakterystyczny jest dla mąki mocnej, co pozwala na większą tolerancję w określaniu czasu fermentacji końcowej kęsów ciasta. Krótka stałość wskazuje na konieczność przestrzegania czasu rozrostu, a nawet rozpoczęcia wypieku przy niepełnym rozroście kęsów. Rozmiękczenie ciasta oznacza inaczej osłabienie ciasta w czasie procesu miesienia w okresie 12 minut. Uzyskaną wartość odczytuje się ze spadku wstęgi wykresu od punktu normalnej konsystencji ciasta, to jest 500 j.u. Spowodowane jest ono osłabieniem struktury ciasta, skróceniem wiązań glutenowych i rozmiękczeniem napęczniałych cząstek glutenu, co wpływa na zmniejszenie oporu jaki stawia ciasto miesidłom. Przy dużej wartości rozmiękczenia ciasto należy miesić krótko i nie doprowadzać do maksymalnego wzrostu uformowanych kęsów ciasta na skutek czego uzyskuje się bochenki płaskie charakterystyczne dla mąki porośniętej. Wartości tych cech w przeprowadzonych badaniach były zróżnicowane. Należy stwierdzić, że wyższy poziom nawożenia azotem oraz uprawa pasowa wpływały na ogół w korzystny sposób na te wskaźniki w gospodarstwach konwencjonalnych. W uprawie ekologicznej nie zauważono jednoznacznie kierunkowych zmian w wartościach omawianych cech ciasta pod wpływem uprawy płuznej lub płytkiej. Wszystkie powyżej opisane cechy mają istotne znaczenie przy próbnym wypieku chleba, wpływając na jego objętość i cechy organoleptyczne. Najwyższą wartość tego bezpośredniego parametru technologicznego odnotowano po zastosowaniu maksymalnej, stosowanej w badaniach, dawki azotu (444 cm^3) oraz w wyniku uprawy powierzchniowej (441 cm^3).



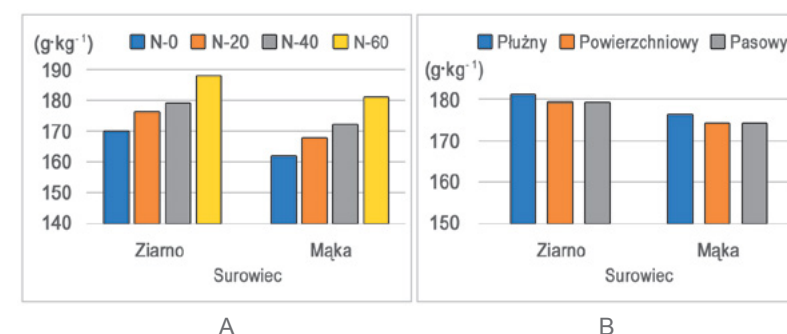
Fot. 55. Fotografie chlebów wypieczonych z mąki pszenicy okrągłoziałowej w zależności od poziomu nawożenia azotem (A – od lewej 0, 20, 40 i $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$), systemu uprawy (B – od lewej: płuzny, powierzchniowy, pasowy) w gospodarstwie konwencjonalnym oraz systemu uprawy (C – od lewej płuzna, płytka) w gospodarstwie ekologicznym

Pieczyno uzyskane z mąki pszenicy okrągłoziałowej posiadało dobrze wypieczoną skórkę o żółto-brązowym kolorze, górna część nieco ciemniejsza. Porowatość pieczywa dobra, z równomiernie rozłożonymi pęcherzykami i niewielką ilością nieco większych przestrzeni, z mięszem o kolorze nieco ciemniejszym w stosunku do pieczywa z mąki pszennej zwyczajnej. Smak i zapach wyraźny, specyficzny dla tego gatunku pszenicy.

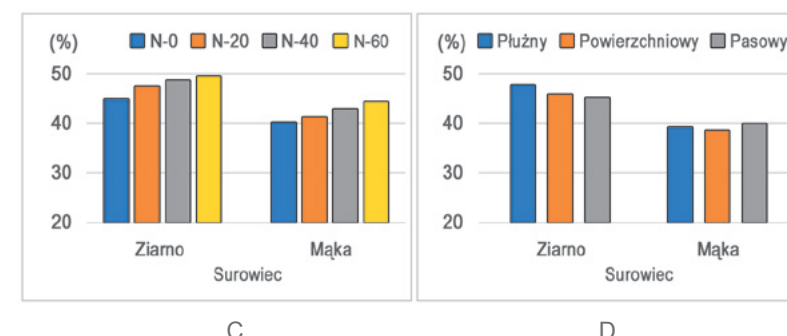
8.2. PSZENICA PERSKA

Badając ziarno pszenicy perskiej odnotowano niewielką zmienność w wartościach liczby opadania pod wpływem aplikowanych zróżnicowanych dawek azotu i mieściły się one w przedziale od 401 do 440 s. Podobny zakres ($400\text{--}427 \text{ s}$) zauważono przy analizowanych systemach uprawy, przy czym najwyższą aktywnością α -amylazy cechowało się ziarno zebrane po zastosowaniu uprawy płuznej. Z kolei surowiec ten zebrany z pól trzech gospodarstw ekologicznych cechował się liczbą opadania w zakresie wartości od 459 do 669 s. W dwóch z nich, lepszym systemem okazała się uprawa płuzna w stosunku do płytkiej.

Wszystkie analizowane wskaźniki kompleksu białkowego oznaczone w ziarnie i mące pszenicy perskiej determinowane były zróżnicowanym nawożeniem azotem oraz systemami zastosowanej uprawy, zarówno w gospodarstwach konwencjonalnych jak i ekologicznych. Wzrost aplikowanej dawki azotu w przeprowadzonych badaniach skutkowało każdorazowo zwiększeniem zawartości białka ogólnego i ilości glutenu mokrego w ziarnie i mące (Rys. 56 i 57) oraz wartości wskaźnika sedymentacji wg Zeleny'ego (Rys. 56). Maksimum dla powyższych cech zostało odnotowane po aplikacji azotu na poziomie 60 kg ha^{-1} .



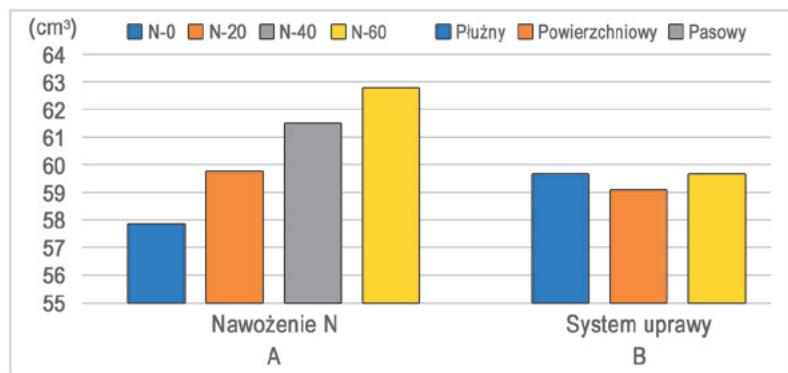
Rys. 56. Zawartość białka ogólnego w ziarnie i mące pszenicy perskiej ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) w zależności od nawożenia azotem (A) i stosowanego systemu uprawy (B)



Rys. 57. Ilość glutenu mokrego w ziarnie i mące pszenicy perskiej (%) w zależności od nawożenia azotem (C) i stosowanego systemu uprawy (D)

Płuzny system uprawy spowodował, że zawartość białka w ziarnie i mące oraz wydajność glutenu mokrego w ziarnie były najwyższe. Dla ilości glutenu mokrego

oznaczonego w mące wymielonej z ziarna pszenicy perskiej oraz jej wskaźnika sedymantacji, najwyższe wartości stwierdzono po uprawie odpowiednio: strip-till oraz strip-till i płużnej. Natomiast z systemów stosowanych w gospodarstwach ekologicznych najkorzystniejsza w stosunku do wartości omawianych parametrów okazała się na ogół uprawa płytka (z wyjątkiem gospodarstwa Brzozowskich, gdzie korzystniejszym był system płużny).



Rys. 58. Wartość wskaźnika sedymantacji pszenicy perskiej (cm³) w zależności od nawożenia azotem (A) i systemu uprawy (B) w gospodarstwie konwencjonalnym

Ważna cecha technologiczna mąki z punktu widzenia piekarzy, jej wodochłonność, po wysianiu w gospodarstwie konwencjonalnym dawki 40 kg N·ha⁻¹ w postaci nawozów azotowych oraz zastosowaniu uprawy strip-till pod uprawę pszenicy perskiej, osiągnęła najwyższe wartości (odpowiednio: 70,2% oraz 70,6%). Z kolei chłonięcie wody przez mąkę wymieloną z ziarna pszenicy perskiej w trzech gospodarstwach ekologicznych prowadzących doświadczenia polowe, charakteryzowały się średnimi wartościami w zakresie od 60,6 do 67,0%. Zatem można stwierdzić, że według grupowania pszenic podanych przez Podolską i Sułek (2003), osiągnęły one minimalne wartości dla pszenic chlebowych i można je przeznaczyć do dalszego wykorzystania na cele wypiekowe.

Nawożenie mineralne wpływało na parametry wyrabianego ciasta. W przypadku jego stałości wzrost nawożenia N skutkował spadkiem wartości tej cechy (od 3,4 do 2,1 min.) w całym zakresie aplikowanych dawek. Zmniejszał się także czas rozwoju ciasta (z 3,1 do 2,8 min.). Odnótowane niskie wartości tych cech świadczą o stosunkowo słabym glutenie i konieczności przestrzegania czasu rozrostu, a nawet rozpoczęcia wypieku przy niepełnym rozroście kęsów. Wysokie wartości stwierdzono także w stosunku do innego parametru ciasta - rozmiękczenia (198,6 – 237,9 j.u.). Czynnikiem badawczym, jakim były systemy uprawy w gospodarstwie konwencjonalnym, determinował wartości powyższych cech ciasta uzyskanego z mąki pszenicy perskiej. Dla stałości i czasu rozwoju najkorzystniejsze wyniki uzyskano po uprawie pasowej, a dla rozmiękczenia po uprawie powierzchniowej. Przy dużej wartości rozmiękczenia ciasto należy miesić krótko i nie doprowadzać do maksymalnego wzrostu uformowanych kęsów na skutek czego uzyskuje się bochenki płaskie. Okazało się, że stosując we wszystkich gospodarstwach ekologicznych w uprawie badanego zboża system płużny, ciasto można miesić istotnie dłużej w porównaniu do obiektów z zastosowaną uprawą płytką.

Wzrastający poziom nawożenia azotem w całym zakresie aplikowanych dawek powodował systematyczne zwiększanie objętości chleba ze 100 g mąki analizowanej pszenicy. Po zastosowaniu 60 kg N·ha⁻¹ odnotowano 396 cm³ objętości dla uzyskanego pieczywa, która w stosunku do niższych obiektów nawozowych była wyższa w zakresie od 2,9% do 18,2%. Z kolei badany w uprawie pszenicy perskiej system pasowy skutkował wypiekami chleba charakteryzującego się wartością omawianego wskaźnika na poziomie 418 cm³ i w porównaniu do objętości stwierdzonych na pozostałych obiektach badawczych był o 3,7% wyższy. Po zastosowaniu uprawy płytkiej, w dwóch z trzech doświadczeń prowadzonych w gospodarstwach ekologicznych, odnotowano wyższą objętość bochenków. Na fotografii 59. przedstawiono bochenki wypieczone z mąki pszenicy perskiej.



Fot. 59. Fotografie chlebów wypieczonych z mąki pszenicy perskiej w zależności od poziomu nawożenia azotem (A – od lewej 0, 20, 40 i 60 kg N·ha⁻¹), systemu uprawy (B – od lewej: płużny, powierzchniowy, pasowy) w gospodarstwie konwencjonalnym oraz systemu uprawy (C – od lewej płużna, płytka) w gospodarstwie ekologicznym

Chleb uzyskany z pszenicy perskiej miał wyraźny smak i zapach, charakteryzował się nieco większymi porami, czasami stosunkowo dużymi, z ciemniejszym miększem w porównaniu do chleba z innych pszenic (zwyczajnej i okrągłozłazowej). Skórka na wierzchu chleba cechowała się kolorem brązowym, była bardziej pomarszczona. Porowatość pieczywa dobra, z miarą równomiernie rozłożonymi pęcherzykami i niewielką ilością nieco większych przestrzeni, z miększem o kolorze nieco ciemniejszym w stosunku do pieczywa z mąki pszennej zwyczajnej.

9. TECHNOLOGIE PRODUKCJI I NOWE PRODUKTY

9.1. MAKARON

Tradycyjny proces produkcji makaronu zapoczątkowuje przygotowanie składników niezbędnych do jego wykonania. Najważniejszym z nich jest mąka. Uzyskujemy ją w wyniku przemiału ziarna. Przedtem masę ziarna należy dokładnie oczyścić. Czystczenie wstępne polega na usuwaniu zanieczyszczeń organicznych i mineralnych (nasion chwastów, resztek kwiatów, plew, łusek, kłosów, piasku, grudek gleby oraz ziarna pośledniego, porośniętego, spleśniałego, zbutwiałego,

uszkodzonego przez szkodniki itp.). W dalszej kolejności następuje mielenie i przesiewanie uzyskanej mąki w celu uzyskania równej granulacji. Tak przygotowany surowiec przeznaczony jest do dalszego przerobu, w tym do produkcji makaronu. Proces technologiczny wytwarzania makaronu polega na:

1. *zmieszaniu wody i mąki* w odpowiednich proporcjach (w celu uzyskania ciasta o odpowiedniej konsystencji, niezbędnej do jego dalszego przerobu)
2. *ugniataniu* (wyrabianiu) ciasta w określonym czasie – w celu dokładnego połączenia składników (wody oraz glutenów zawartych w mące)
3. *wytłoczeniu* (wyciśnięciu lub wyciąganiu) ciasta poprzez specjalne otwory rurowe, bądź też prasy w taki sposób, który umożliwia uzyskanie ostatecznego kształtu, znanego jako spaghetti, rurki, kokardki, muszelki, świderki, uszka, wstążki i wiele innych.

Formowanie kształtu makaronu ma miejsce w tłoczni, gdzie elementem roboczym jest ślimak przesuwający ciasto do wylotu zakończonego matrycą. Składa się ona z płyty o otworach pozwalających uzyskać pożądany kształt i grubość produktu makaronowego. Na tym etapie, wskutek tarcia dochodzi do znacznego wzrostu temperatury wewnątrz tłoczni ($> 50^{\circ}\text{C}$), co niekorzystnie może wpływać na właściwości ciasta, przyspiesza bowiem niepożądane w tym momencie pęcznienie i kleikowanie ziaren skrobi oraz koagulację białek. Dlatego też powinno dobierać się, m.in. prawidłowe profile ślimaka oraz odpowiednio wolne prędkości obrotowe w celu zmniejszenia tarcia. Makaron, który opuszcza tłocznę przez matryce nadaje się już do spożycia, lecz wskutek zawartości wody na poziomie około 30% jest nietrwały – podatny na działanie mikroorganizmów i enzymów. W celu wydłużenia okresu trwałości makaronu, konieczne jest zredukowanie zawartości wody do 10-12%. Osiąga się to w procesie suszenia.

4. *suszeniu* – ostatni cykl produkcji przed konfekcjonowaniem produktu. Należy odprowadzić wodę znajdującą się w makaronie, stosując optymalne parametry suszenia, gwarantujące zachowanie struktury i wartości smakowych. Etap ten przebiega bardzo wolno, co wynika z faktu, że przy wilgotności około 20% plastyczne ciasto makaronowe zaczyna wykazywać cechy ciała sprężystego i wszelkiego rodzaju naprężenia wynikające z dysproporcji wilgotności czy skoków temperatury, wpływają na osłabienie jego struktury. W tym etapie obniżenie wilgotności z 20% do 13% jest długotrwałe i trwa dla makaronów krótkich kilka (z reguły 4 - 6 godzin), a dla makaronów długich nawet do kilkunastu godzin. Nagrzany uprzednio makaron ochładza się, odparowuje wilgoć z jego powierzchni i stopniowo obniża się jego temperaturę.
5. *konfekcjonowaniu (pakowaniu)* całej partii produkcyjnej w wybrane opakowania, mając na uwadze typ i kształt produktu końcowego oraz wyniki kontroli jego jakości.

Do przechowywania makaronów służą torby celofanowe lub z innych tworzyw, pudełka kartonowe, pudła z tektury falistej. Pudełka kartonowe nie mogą mieć obcego zapachu, np. farby drukarskiej, który mógłby przejść do produktu. Makaron jest pakowany w opakowania o różnej pojemności, najczęściej 0,25; 0,40 i 0,50 kg.

Proces technologiczny wytwarzania makaronu z mąki uzyskanej z wymielenia ziarna pszenicy okrągłoziałowej i perskiej rozpoczyna się od czyszczenia wstępnego, które przeprowadza się na młynku powietrznym.



Rys. 60. Proces produkcji makaronu z ziarna pszenicy okrągłoziałowej

Usuwa się zanieczyszczenia mineralne i organiczne. W dalszej kolejności ziarno podlega procesowi polerowania na perlaku (młynek z łopatkami i kamieniami). Proces ten polega na delikatnym polerowaniu i szlifowaniu ziarna, w wyniku czego częściowo usunięta zostaje okrywa owocowo-nasienna i zarodki. Powyższe części stanowią około 2% całej masy ziarna (Rys. 60). Wydajność procesu polerowania ziarna pszenicy okrągłoziałowej to około 8 kg/min, a pszenicy perskiej 9,3 kg/min. Następnie wykonuje się sortowanie surowca na wialni wibracyjnej. Wydajność tego procesu dla pszenicy okrągłoziałowej wynosi 7,3 kg/min., a odpady stanowią 5,4%; dla pszenicy perskiej parametry te to odpowiednio: 5,0 kg/min i 6,2% (Rys. 60). W dalszej kolejności ziarno jest zgniatane na gniotowniku i przekazywane do młyna w celu wymielenia mąki – surowca do wyrobu makaronu. Wydajność mąki z ziarna pszenicy okrągłoziałowej oraz perskiej wprowadzonych do młyna osiągnęła poziom 67,2% oraz 69,3% (względem „ziarna z pola” odpowiednio 43,5% i 40,8%); pozostałą część stanowiły otręby rozdzielone na dwie frakcje (mniejszą i większą). Tak przygotowany surowiec – mąkę wykorzystuje się do wytworzenia makaronu. W przypadku jego produkcji z mąki pszenicy okrągłoziałowej proporcja mąki do wody wynosi 3:1, co pozwala uzyskać 20% wilgotność ciasta. Składniki te wyrabia się (ugniata) mieszadłami w dzieży (Rys. 61) przez odpowiedni czas (59,4 kg ciasta/10 min.). Po otrzymaniu elastycznej i jednolitej masy, ciasta są przekładane do tłoczni, gdzie elementem roboczym jest ślimak. Ten przesuwając ciasto do wylotu zakończonego matrycą o pożądanych otworach, pozwalających uzyskać odpowiedni kształt i grubość makaronu (np. świderki, Rys. 61). Świeży produkt przekładany jest na sito i wstawiany do komory suszącej na 16 godzin. Po zakończeniu procesu suszenia makaron pozostawia się do uzyskania temperatury otoczenia, a następnie pakuje w torebki celofanowe o pożądanej gramaturze.



Rys. 61. Produkcja makaronu z pszenicy okrągłoziałowej w przedsiębiorstwie „Bio-Babalscy”

Próbki makaronu świderki, wyprodukowanego z mąki pszenicy okrągłoziałowej w przedsiębiorstwie „Bio-Babalscy” zostały przebadane pod względem cech jakościowych. Makaron nieugotowany i po gotowaniu charakteryzuje się właściwą długością i nie jest zdeformowany, posiada swoisty wygląd dla tego rodzaju i kształtu. Barwa jest jednolita, swoista dla użytych surowców. Dotyczy to również zapachu. Minimalny czas gotowania mieści się w przedziale od 17 do 19 minut, a współczynnik pęcznienia makaronu, wskazujący na zdolność chłonięcia wody przez białka wynosi 3,6. Poza tym zbadano zawartości wybranych makro- i mikroelementów dla tego produktu spożywczego, a wyniki podano w tabeli 5.

Proces produkcji makaronu z pszenicy perskiej (Rys. 62) przebiega w podobny sposób, jak opisana wcześniej technologia otrzymywania makaronu z pszenicy okrągłoziałowej, przy czym niektóre wymagania są nieco inne. W trakcie przygotowania ciasta do mąki należy dodać więcej wody (proporcje odpowiednio: 1:0,3) i dłużej je wyrabiać (przez 10 minut dla 41 kg ciasta).

Tabela 5. Skład chemiczny makaronu wyprodukowanego z pszenicy okrągłoziałowej i perskiej

Pszenica	Zawartość								
	białka	K	P	Mg	Ca	Fe	Zn	Cu	Mn
	g·kg ⁻¹				mg·kg ⁻¹				
okrągłoziałowa	137	2,29	3,30	0,90	0,24	27,04	37,02	3,96	24,74
perska	150	2,92	4,50	1,12	0,24	36,27	44,51	7,38	28,80



Rys. 62. Proces produkcji makaronu z ziarna pszenicy perskiej

Makaron świderki z pszenicy perskiej, nieugotowany i po gotowaniu ma pożądaną długość, nie jest zdeformowany, cechuje się swoistym wyglądem dla uzyskanego rodzaju i kształtu. Barwa produktu i jego zapach są swoiste dla użytych surowców. Minimalny czas gotowania mieści się w zakresie od 19 do 21 minut, a współczynnik pęcznienia makaronu wynosił 3,5. Poza tym zbadano skład chemiczny, w tym zawartości wybranych makro- i mikroelementów dla tego produktu spożywczego, które podano w tabeli 1. Należy zaznaczyć, że zarówno dla makaronu wyprodukowanego z pszenicy okrągłoziałowej jak i perskiej, skład chemiczny charakteryzował się na ogół wyższymi wartościami w porównaniu do makaronów uzyskanych z innych pszenic. Dotyczyło to zwłaszcza zawartości białka ogólnego.

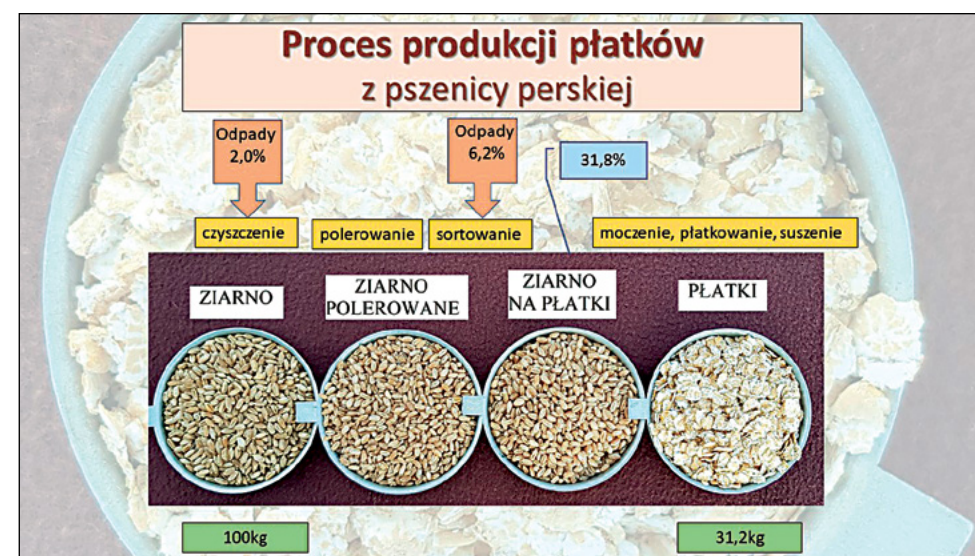
9.2. PŁATKI

Pierwszą czynnością procesu przerobu ziarna na płatki jest oczyszczenie ziarna poprzez usunięcie wszelkich zanieczyszczeń. Konieczne jest także oddzielenie ziaren poślednich, w celu wyodrębnienia najdorodniejszego ziarna, przydatnego do produkcji płatków. Uzyskanie wysokiej czystości i wyrównania ziarna do dalszego przerobu decyduje bowiem o skuteczności kolejnych operacji technologicznych.

Proces produkcji płatków z pszenic pierwotnych okrągłoziałowej i perskiej można podzielić na etapy:

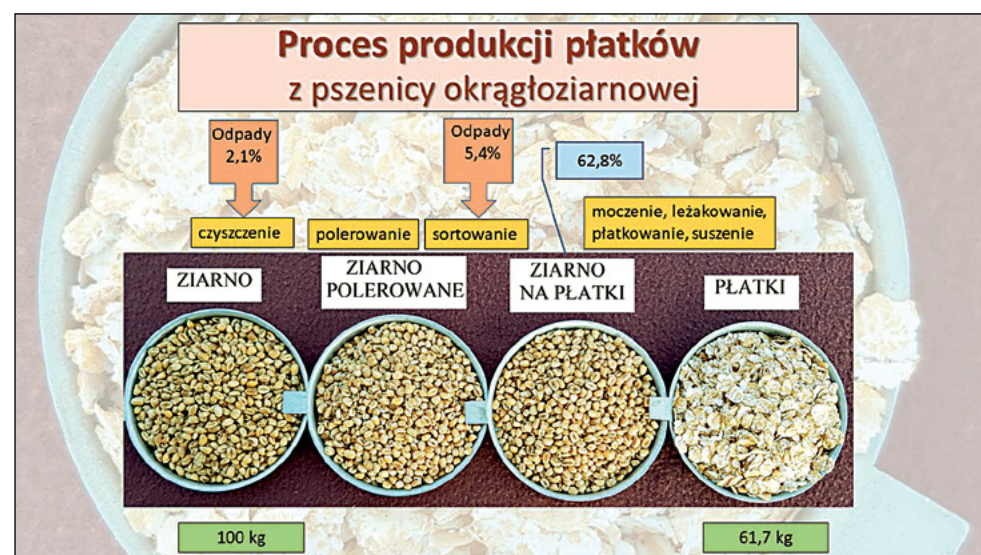
- ✓ czyszczenie wstępne,
- ✓ polerowanie,
- ✓ sortowanie,
- ✓ moczenie i leżakowanie,
- ✓ płatkowanie,
- ✓ suszenie.

Proces technologiczny wytwarzania płatków z ziarniaków pszenicy okrągłoziałowej i perskiej (Rys. 63, 64, 65), rozpoczyna się od czyszczenia wstępnego ziarna przeprowadzanego w młynku powietrznym (odpady stanowią odpowiednio: 2,1 i 2,0%). Dalsze czynności, do sortowania włącznie, są wykonywane w takiej kolejności jak przy produkcji makaronu (opisane w podrozdziale 9.1.). Przy czym po etapie polerowania, następuje sortowanie surowca skutkujące uzyskaniem odpadów na poziomie 5,4% dla pszenicy okrągłoziałowej i 6,2% dla pszenicy perskiej. Odpady te (ziarno drobne, połamane) mogą być wykorzystane do produkcji kasz. Do produkcji płatków śniadaniowych wykorzystywane jest ziarno najdorodniejsze, które umieszczone w workach jutowych jest moczone przez 2-3 minuty w wodzie o temperaturze pokojowej. Po tym czasie, przez około 17 h, surowiec podlega procesowi leżakowania i odsączania. Wilgotność ziarna zawiera się w przedziale od 22 do 24%. Dalej następuje główna część opisywanego procesu technologicznego, czyli płatkowanie, które przeprowadza się w gniotowniku. Ziarno jest zgniatane na cienkie płatki, charakteryzując się wilgotnością w zakresie od 17 do 18%. Musi więc zostać wysuszone, co następuje na specjalnych sitach w suszarni (Rys. 65), w której temperatura wynosi około 40-42°C. Po osiągnięciu docelowej wilgotności suche płatki chłodzi się, sortuje w sortownicy, a następnie pakuje do worków lub torebek.



Rys. 64. Proces produkcji płatków z ziarna pszenicy perskiej

W przypadku omawianego asortymentu spożywczego wymagania jakościowe dotyczą przede wszystkim: wyrównanej wielkości cząstek produktu (rzutuje na szybkość i równomierność pochłaniania wody i czas przygotowania), swoistego dla danego gatunku zapachu, braku mączki i rozdrobnionej łuski ziarna w danej partii produktu. Wszystkie powyższe wymagania dla płatków uzyskanych z ziarniaków pszenicy okrągłoziałowej i perskiej zostały spełnione. Należy również zwrócić uwagę, że ilość uzyskanego produktu końcowego uzyskanego z całkowitej ilości ziarniaków pszenicy okrągłoziałowej (łącznie z zanieczyszczeniami), osiągnęła poziom 61,7%, podczas gdy z ziarna pszenicy perskiej jedynie 31,2%.



Rys. 63. Proces produkcji płatków z ziarna pszenicy okrągłoziałowej



Rys. 65. Proces produkcji płatków z ziarna pszenicy perskiej w przedsiębiorstwie „Bio-Babalscy”



Rys. 66. Płatki z pszenicy okragłoziańowej (lewa strona) i perskiej (prawa strona)

Tabela 6. Skład chemiczny płatków wyprodukowanych z pszenicy okragłoziańowej i perskiej

Pszenica	Zawartość								
	białka	K	P	Mg	Ca	Fe	Zn	Cu	Mn
	g · kg ⁻¹				mg · kg ⁻¹				
okragłoziańowa	134	2,29	4,03	1,25	0,18	34,49	47,34	4,84	32,88
perska	169	3,12	4,61	1,28	0,30	32,64	45,04	4,44	29,94

Poza tym wykonano analizę składu chemicznego dla uzyskanego asortymentu spożywczego, który podano w tabeli 6.

9.3. CHLEB

Pieczywo jako produkt zbożowy, odgrywało i odgrywa bardzo dużą rolę w żywieniu ludzi na całym świecie i jest często wykorzystywane do zbilansowania codziennej diety. Niemniej jednak spożycie tego asortymentu drastycznie zmalało w ostatnich latach. W naszym kraju w latach 2000-2019 spożycie pieczywa w gospodarstwach domowych zmniejszyło się aż o 45% (z 6,65 do 2,98 kg/osobę/miesiąc) i ten spadkowy trend będzie się prawdopodobnie utrzymywał [Główny Urząd Statystyczny 2020]. Do deprecjacji pieczywa w diecie człowieka przyczyniły się w znaczący sposób przemiany społeczne, rozwój urbanizacji czy wzrost stopy życiowej społeczeństwa. Dlatego też w celu utrzymania jego spożycia przynajmniej na aktualnym poziomie, a jeszcze lepiej zwiększenia konsumpcji, poszukuje się nowości w podaży. Mogą to spełnić chleby uzyskiwane z mąk wymielonych z ziarna pszenic okragłoziańowej i perskiej. Powinny one jednak charakteryzować się optymalną jakością (wartość odżywcza, zdrowotność, smakowitość, świeżość i trwałość) i atrakcyjnością dla konsumenta. Na wymienione cechy wpływa przede wszystkim dobra jakość i czystość mikrobiologiczna podstawowego surowca, jakim jest mąka, a poza tym odpowiednie przygotowanie ciasta, prawidłowy proces wypieku oraz warunki przechowywania gotowych wyrobów.

W celu przeprowadzenia oceny procesu wypieku chleba w warunkach laboratoryjnych wykonano próbny wypiek metodą jednofazową. Jest on podstawą do oznaczenia objętości chleba ze 100 g mąki (w cm³). Ciasto przygotowano z 400 g mąki razowej prądawnych zbóż i mąki pszennej typ 550 w stosunku 50:50%, 12 g drożdży, 6 g soli, wody, której ilość uzależniona była od wodochłonności badanej mąki oraz 6 g zaparzacza żytniego. Wymienione powyżej składniki miesiano przez 10-15 minut w mieszarce laboratoryjnej do całkowitego połączenia składników (Fot. 67 a). Po tym czasie wyjęto ciasto z dzieży, uformowano z niego kulę, włożono do miski i wstawiono na 1. fermentację na 30 minut do komory pieca, w której temperatura była na poziomie 30°C (Fot. 67 b-c). Po upływie wymaganego czasu wyrosnięte ciasto wyjęto (fot. 67 d) i przemiesiono w celu przerwania fermentacji. Następnie poddano je kolejny raz fermentacji w tych samych warunkach i czasie. Kolejnym etapem było formowanie kulistych 300 g kęsów ciasta (Fot. 67 e, dolna część fotografii) i umieszczenie ich w wysmarowanych olejem jadalnym formach, przy czym górną powierzchnię ciasta zwilżono wodą za pomocą pędzelka. Tak przygotowane ciasto poddawano jeszcze raz fermentacji w celu uzyskania optymalnego rozrostu kęsa (Fot. 67 f). Gdy został on osiągnięty (po około 25-30 minutach) formy wyjmowano z komory, powierzchnię ponownie zwilżano wodą i wstawiano do rozgrzanej do 230°C oraz zaparowanej komory wypiekowej. Wypiek prowadzono przez 25-30 minut po czym wyjęto chleby (Fot. 67 g). Objętość bochenków zmierzono przy użyciu aparatu Sa-wy (po upływie 24 godzin), poprzez sprawdzenie ilości wypartego przez chleb ziarna prosa w objętościomierzu. Zebrane podczas wypieku dane podstawiono do wzoru na obliczenie wartości objętości pieczywa ze 100 g mąki:

$$X = (a \cdot b) / c$$

gdzie: X – objętość pieczywa przypadająca na 100 g mąki (wydajność objętościowa),
a – objętość pieczywa w cm³,
b – wydajność ciasta (ciężar ciasta otrzymanego ze 100 g mąki),
c – ciężar ciasta uformowanego do wypieku w g.

Podczas przygotowywania składników do ciasta, a w konsekwencji do późniejszego wykonania wypieku chleba z mąki uzyskanej z wymielenia całego ziarna pszenicy okragłoziańowej z 50% dodatkiem mąki pszennej zwyczajnej typ 550, naważki były dokładnie takie same, jak przy wyżej opisanej metodyce. Miesienie ciasta trwało 15 minut, a parametry zastosowane przy pieczeniu były zbliżone do podanych wyżej. Proces wypieku prowadzono przez 28-30 minut.

Z kolei przy prowadzeniu procesu wypieku chleba z mąki razowej pszenicy perskiej z 50% dodatkiem mąki pszenicy zwyczajnej typ 550, zredukowano do 5 g ilość drożdży w cieście, skrócono czas miesienia do około 13 minut oraz czas kolejnych fermentacji w komorze z 30°C oraz fermentacji końcowej w 230°C, do 24-27 minut. Uzyskane bochenki chleba mieszanego z pszenicy okragłoziańowej charakteryzowały się objętością z próbnego wypieku średnio na poziomie 340-355 cm³, dobrze wypieczoną skórą o żółto-brązowym kolorze, górna część nieco ciemniejsza i trochę pomarszczona. Porowatość pieczywa była dobra, z równomiernie rozłożonymi, choć nieco zbitymi porami i niewielką ilością nieco większych przestrzeni, z miększym o kolorze nieco ciemniejszym w stosunku do pieczywa z mąki pszennej zwyczajnej. Smak i zapach wyraźny, specyficzny dla

tego gatunku pszenicy. Chleb mieszany wypieczony z mąki pszenicy perskiej miał objętość o około 10-20 cm³ niższą w stosunku do chleba mieszanego z pszenicy okragloziarnowej. Cechował się również wyraźnym smakiem i zapachem, czasami stosunkowo dużymi porami, z nieco zbitym i ciemniejszym miększem w porównaniu do chleba z pszenicy okragloziarnowej. Skórka w górnej części pomarszczona, cechująca się zdecydowanym kolorem brązowym.



10. STRATEGIA MARKETINGOWA

10.1. ANALIZA RYNKU

Podstawową metodą gromadzenia materiału empirycznego w trakcie przeprowadzonych badań była metoda sondażu diagnostycznego. W tym celu przygotowano narzędzie badawcze w postaci kwestionariusza ankiety. Arkusz ankiety zawierał pytania zaopatrzone w „kafeterię” zamkniętą lub półotwartą. Badania przeprowadzono wśród konsumentów regularnie kupujących żywność ekologiczną, osób spożywających żywność konwencjonalną jak również wśród konsumentów poszukujących produktów regionalnych i niestandardowych. Łącznie w badaniach wzięło udział 1524 respondentów, w tym 548 w 2018 r., 552 w 2019 r. oraz 424 w 2020 r.

Tabela 7. Czy dokonując wyboru kupowanych produktów zbożowych (płatki, kasza, makaron, ciastka, chleb, bułki, mąka) kieruje się Pan(i) ich wartością odżywczą?

Wyszczególnienie	Odpowiedzi respondentów w %			
	2018	2019	2020	Razem
Tak	51,28	51,09	40,33	48,16
Raczej tak	28,65	31,52	34,67	31,37
Nie mam zdania	3,10	1,99	4,72	3,15
Raczej nie	12,41	10,33	14,15	12,14
Nie	4,56	5,07	6,13	5,18
Razem	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 8. Czy dokonując wyboru kupowanych produktów zbożowych (płatki, kasza, makaron, ciastka, chleb, bułki, mąka) kieruje się Pan(i) ich potencjalnym wpływem alergennym?

Wyszczególnienie	Odpowiedzi respondentów w %			
	2018	2019	2020	Razem
Tak	34,31	25,73	25,47	28,74
Raczej tak	18,98	17,39	13,68	16,93
Nie mam zdania	7,48	7,61	5,43	6,96
Raczej nie	20,98	25,54	29,95	25,13
Nie	18,25	23,73	25,47	22,24
Razem	100,00	100,00	100,00	100,00

Wśród respondentów najwięcej było kobiet (59,19%). W badaniach przeważały osoby w wieku od 31 do 50 lat (37,47%) oraz od 18 do 30 lat (34,51%). Osób powyżej 50 lat było 28,02%. Przewarżającą grupę stanowili mieszkańcy miast powyżej 150 tys. mieszkańców (39,17%) oraz wsi (35,18%). Mieszkańców

miast od 50 do 100 tys. oraz poniżej 50 tys. było odpowiednio 12,99% oraz 12,66%. Można było zauważyć, że wśród ankietowanych przeważały osoby dobrze wykształcone. Wykształcenie na poziomie wyższym deklarowało 54,66% badanych. Osób z wykształceniem średnim było 36,42%. Na dalszych miejscach znaleźli się ankietowani z wykształceniem zawodowym (6,36%) oraz podstawowym (2,56%). Zdecydowana większość respondentów deklarowała, że dokując wyboru produktów zbożowych kieruje się ich wartością odżywczą (Tabela 7). Okazało się jednak, że potencjalny wpływ alergenny tych produktów nie był już aż tak ważny dla ankietowanych (Tabela 8).

Przeprowadzone badania wykazały, że istnieje potencjalnie duży popyt na produkty wytwarzane z pierwotnych form pszenic (okragłoziańowej oraz perskiej) o podwyższonej wartości odżywczej (Tabela 9). Respondenci deklarowali największe zainteresowanie kupnem chleba (87,67%), bułek (78,41%) oraz mąki (76,31%). W dalszej kolejności wskazywali na makaron (72,37%), kaszę (67,65%), płatki śniadaniowe (66,60%), ciastka (60,43%) oraz inne produkty (16,08%), wśród których wymieniano: ziarno do własnego mielenia w domu, przekąski typu „pizzerki”, otręby, wafle i ciasta tortowe, jak również zakwas.

Tabela 9. Czy jest Pan(i) zainteresowany(a) kupnem produktów zbożowych wytwarzanych z pierwotnych form pszenic okragłoziańowej i perskiej o podwyższonej wartości odżywczej?

Wyszczególnienie	Odpowiedzi respondentów razem w ciągu 3 lat badań w %					
	Tak	Raczej tak	Nie mam zdania	Raczej nie	Nie	Razem
chleb	66,93	20,74	7,48	2,49	2,36	100,00
bułki	57,22	21,19	11,55	4,13	5,91	100,00
mąka	52,30	24,01	12,93	6,04	4,72	100,00
makaron	48,95	23,42	14,77	5,77	7,09	100,00
kasza	45,67	21,98	16,80	7,48	8,07	100,00
płatki	43,77	22,83	16,80	8,33	8,27	100,00
ciastka	37,99	22,44	19,88	8,93	10,76	100,00
inne	10,17	5,91	37,20	6,23	40,49	100,00

Zdecydowana większość respondentów (86,75%) była skłonna zaakceptować wyższe ceny produktów zbożowych wytwarzanych z pierwotnych form pszenic okragłoziańowej i perskiej w porównaniu do cen produktów wytwarzanych z pszenicy zwyczajnej (Tabela 10). Większość z nich (70,08%) deklarowała akceptację ceny do połowy wyższej od produktów konwencjonalnych. Ceny wyższe o 51-100% były do przyjęcia dla 7,15% respondentów. Tylko 0,66% ankietowanych zgodziłoby się zapłacić powyżej 100% ceny tradycyjnych wyrobów (Tabela 11).

Tabela 10. Czy jest Pan(i) skłonny(a) zaakceptować wyższą cenę produktów zbożowych wytwarzanych z pierwotnych form pszenic okragłoziańowej i perskiej w porównaniu do cen produktów wytwarzanych z pszenicy zwyczajnej?

Wyszczególnienie	Odpowiedzi respondentów w %			
	2018	2019	2020	Razem
Tak	43,79	43,11	42,93	43,31
Raczej tak	40,15	44,75	45,99	43,44
Nie mam zdania	8,03	5,98	4,48	6,3
Raczej nie	6,02	4,71	5,66	5,44
Nie	2,01	1,45	0,94	1,51
Razem	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 11. O ile więcej jest Pan(i) skłonny(a) zapłacić za produkty wytwarzane z pierwotnych form pszenic okragłoziańowej i perskiej w porównaniu do cen produktów wytwarzanych z pszenicy zwyczajnej?

Wyszczególnienie	Odpowiedzi respondentów w %			
	2018	2019	2020	Razem
0%	27,01	22,46	15,33	22,11
1% - 50%	67,33	70,29	73,35	70,08
51% - 100%	5,11	6,71	10,38	7,15
Powyżej 100%	0,55	0,54	0,94	0,66
Razem	100,00	100,00	100,00	100,00

W opinii respondentów głównym czynnikiem, który będzie decydował o kupnie tych produktów będą walory zdrowotne oraz smakowe. W dalszej kolejności wskazywano na cenę, reklamę i promocję (Tabela 12).

Tabela 12. Co Pana(i) zdaniem może decydować o wyborze i kupnie produktów wytwarzanych z pierwotnych form pszenic okragłoziańowej i perskiej?

Wyszczególnienie	Odpowiedzi respondentów w %			
	2018	2019	2020	Razem
Cena	16,97	17,21	19,58	17,78
Walory smakowe	45,26	52,17	49,29	48,88
Walory zdrowotne	72,44	70,47	73,58	72,05
Reklama/promocja	7,66	8,33	9,91	8,53
Inne	2,19	3,26	1,41	2,36
Razem*	144,52	151,44	153,77	149,6

*Suma odpowiedzi jest większa niż 100% ponieważ respondenci mogli zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź

10.2. TWORZENIE MARKI

Wspólne działania wszystkich członków Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno były skoncentrowane na opracowaniu nowej, wspólnej strategii marketingowej mającej na celu promocję pszenicy okrągłoziałowej i perskiej o podwyższonej wartości odżywczej oraz produktów z nich wytwarzanych. W tym celu wykorzystano innowacyjne narzędzie jakim jest branding – budowanie świadomości i rozpoznawalności marki, m. in. poprzez opracowanie i promowanie wspólnego logo (Rys. 68), zarówno dla produktów wytwarzanych ze zboża o podwyższonej wartości odżywczej (pszenicy okrągłoziałowej j i perskiej), jak również dla nieprzetworzonego ziarna. Miało to na celu nadanie tym produktom nowego, rozpoznawalnego wizerunku.



Rys. 68. Logo Pradawne Ziarno

Kolejnym zabiegiem było opracowanie kodu QR (Rys. 69) przekierowującego do strony www projektu, który umieszczano wraz z logo na różnego rodzaju materiałach informacyjnych i promocyjnych, w tym na zakupionym namiocie wystawienniczym (Rys. 70), roll-up'ach (Rys. 71) oraz koszulkach T-shirt (Rys. 72) noszonych przez członków GO Pradawne Ziarno w trakcie wydarzeń informacyjno-promocyjnych.



Rys. 69. Kod QR opracowany dla Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno



Rys. 70. Namiot wystawienniczy Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno



Rys. 71. Roll-up informacyjno-promocyjny Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno



Rys. 72. Koszulki T-shirt Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno

Obecnie najlepszym i najskuteczniejszym medium pozwalającym dotrzeć do szerokiego grona odbiorców jest Internet. Dlatego wykorzystując ten kanał przekazu uruchomiono:

- stronę internetową (<http://www.pradawneziarno.pl>), na której znajdują się
 - szczegółowe informacje o projekcie,
 - opis realizowanych zadań,
 - charakterystyka pszenic (perskiej i okragłoziaarowej)
 - relacje z prowadzonych działań marketingowych i promocyjnych,
 - informacje nt. uzyskanych rezultatów operacji,
- profil na portalu społecznościowym Facebook (<https://www.facebook.com/PradawneZiarnoPL>), który jest bardzo cennym narzędziem do tworzenia innowacyjnej i trwałej formy relacji z potencjalnymi klientami (nowoczesne działania B2C), opartej na interakcji,
- kanał w serwisie YouTube (<https://www.youtube.com/channel/UCf5VsTM0sAedLRdnCS4Hew>), na którym umieszczone zostały krótkie filmy (wywiady z rolnikami uprawiającymi pszenicę perską i okragłoziaarową, relacje ze zbiorów, pokaz/przepis na upieczenie domowego chleba, wystąpienie na konferencji naukowej itp.).

Należy w tym miejscu dodać, że dodatkowym atutem przeprowadzonych badań sondażowych (opisanych w poprzednim rozdziale) było to, iż nie pozostawały one obojętne w stosunku do respondentów. Były one skutecznym narzędziem służącym do budowania świadomości i rozpoznawalności marki. Dzięki tym badaniom ankietowani bardzo często dowiadawali się nie tylko o realizowanym projekcie, ale uzyskiwali informacje nt. pierwotnych odmian pszenicy (okragłoziaarowej oraz perskiej) i o ich wysokich walorach odżywczych. Można uznać, że prowadzony sondaż diagnostyczny był również ważnym elementem strategii marketingowej oraz wpływał na postawy i opinie respondentów, jak również kształtował ich wiedzę oraz potrzeby konsumpcyjne związane z kreowaniem chęci spożywania żywności o podwyższonej wartości odżywczej.

10.3. PROMOCJA

W celu popularyzacji rezultatów projektu, jak też pierwotnych form pszenic o podwyższonej wartości odżywczej (perskiej i okragłoziaarowej) zaplanowano i zrealizowano szereg działań promocyjnych. Członkowie zespołu promocyjnego Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno w trakcie trzech lat, w których był realizowany projekt, uczestniczyli w licznych kiermaszach, jarmarkach, targach, wystawach, konferencjach i tym podobnych wydarzeniach w kraju i za granicą.



Rys. 73. Przykład działań promocyjnych - Międzynarodowy Jarmark Ekologiczny w Brodnicy (2018 r.)

Do najważniejszych wydarzeń cyklicznych, na których promowano projekt, należy zaliczyć:

- FRYMARK bydgoski,
- Jarmarki Żywności Ekologicznej w Toruniu,
- Bydgoski Festiwal Nauki,
- Międzynarodowe Targi Rolno-Przemysłowe AGRO-TECH organizowane przez Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie,
- Międzynarodowy Jarmark Ekologiczny w Brodnicy,
- Festiwal Smaku w Grucznie,
- półfinał oraz finał Ogólnopolskiego Konkursu Indeks dla Rolnika,
- cykl degustacji „pradawnego chleba” oraz wykładów i pogadanek pt. “Grupa Operacyjna Pradawne Ziarno – porozmawiajmy o chlebie” zorganizowanych dla dzieci oraz ich rodziców uczestniczących w zajęciach Uniwersytetu Dziecięcego działającego na UTP w Bydgoszczy,

- spotkania z uczniami średnich szkół o profilu rolniczym oraz ze studentami połączone z degustacją chleba.

Ważniejsze wydarzenia, które nie miały charakteru cyklicznego, na których promowano projekt Pradawne Ziarno:

- 14 listopada 2018 r., referat pt. „Innovative activities of the PRADAWNE ZIARNO Consortium” w trakcie spotkania zorganizowanego w Regionalnym Centrum Innowacyjności UTP w Bydgoszczy z zagranicznymi gośćmi, w ramach projektu Emplnno Interreg Baltic Sea Region (zorganizowano stoisko informacyjne dotyczące realizowanego projektu i przeprowadzono degustację chleba),
- od 30 listopada do 2 grudnia 2018 r., udział w Narodowej Wystawie Rolniczej w Poznaniu,



Rys. 74. Przykład działań promocyjnych – Narodowa Wystawa Rolnicza (2018 r.)

- 30 marca 2019 r., udział w wydarzeniu „Bądź eko na wiosnę!” zorganizowanym przez Express Bydgoski (partnerem naukowym był Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy),
- 5 maja 2019 r., Wyspa Młyńska w Bydgoszczy, obchody 200 rocznicy urodzin wybitnego kompozytora Stanisława Moniuszki,
- 23 czerwca 2019 r., Festiwal Ster Na Bydgoszcz, Wyspa Młyńska w Bydgoszczy,
- 25-26 czerwca 2019 r., „Agri-Innovation summit 2019” (Lisieux, Francja),
- 17 lipca 2019 r., Ege Üniversitesi, (Izmir, Turcja), wygłoszenie wykładu pt. „Innovative solutions on rural areas on the example of the EPI-AGRI Operational Group Ancient Grain”,

- 30 sierpnia 2019 r., „Energetyczny Koniec Lata” zorganizowany przez TVP Bydgoszcz oraz firmę Enea,
- 8 września 2019 r., udział w seminarium zorganizowanym przez Agro Klaster Kujawy - Stowarzyszenie Na Rzecz Innowacji i Rozwoju w Ostrówku (gm. Kruszwica, pow. inowrocławski),
- 10 października 2019 r., ErasmusDays z Robertem Makłowiczem, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy (Rys. 74),



Rys. 75. Przykład działań promocyjnych - ErasmusDays z Robertem Makłowiczem (2019 r.)

- 13 stycznia 2020 r. – „Kiermasz inicjatyw innowacyjnych” zorganizowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w Warszawie,
- 19-20 czerwca 2020 r. Krajowe Dni Pola 2020 (Rys. 75),
- 30 sierpnia 2020 r. EKO Warsztaty w Kujawsko Pomorskim Centrum Edukacji Ekologicznej,
- XIII Międzynarodowe Targi Żywności Ekologicznej i Naturalnej NATURA FOOD & IX Targi Ekologicznego Stylu Życia beECO - Edycja: 2020-10-02 – 2020-10-04,
- 16-22 listopada 2020 r. – „ŚWIATOWY TYDZIEŃ PRZEDSIĘBIORCZOŚCI”,
- 7-8 grudnia 2020 r. – udział w V Forum Wiedzy i Innowacji zorganizowanym przez CDR w Brwinowie, projekt zdobył wyróżnienie w konkursie „NAJCIEKAWSZE INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA DLA POPRAWY KONKURENCYJNOŚCI POLSKIEGO ROLNICTWA”.

Konferencje (krajowe i zagraniczne), na których promowano projekt Pradawne Ziarno:

- 11-12 kwietnia 2019 r., The EGG Brussels (Bruksela, Belgia) Międzynarodowa Konferencja „networX - Inspiring Rural Europe”,
- 29 marca 2019 r., UTP Bydgoszcz, konferencja i targi „Zioła w terapii, żywieniu i kosmetyce”,



Rys. 76. Przykład działań promocyjnych – Krajowe Dni Pola Minikowo 2020

- 19-20 września 2018 r., międzynarodowa konferencja naukowa Agrarian Perspectives w Czech University of Life Sciences in Prague (Czechy), referat pt. „The Assessment of Market Demand for Products Obtained from Primary Wheat Forms with Increased Nutritional Value”,
- 27 września 2018 r. prelekcja na międzynarodowym kongresie „International Brand and Brand City Congress” zorganizowanym przez Gümüşhane Üniversitesi w Turcji, referat („Keynote Speaker”) pt. „Using Branding and Modern Marketing Tools as an Example of Innovation in Building the Relationship with Customers”, dotyczącym innowacyjnych metod marketingowych wykorzystywanych podczas realizacji działań promocyjnych w ramach projektu,
- w dniu 24 października 2018 r. udział w konferencji naukowej pt. „Współczesne trendy na rynku pracy”, zorganizowanej w Kujawsko-Pomorskim Urzędzie Wojewódzkim w Bydgoszczy przez Polskie Towarzystwo Ekonomiczne Oddział w Bydgoszczy, występnie z zaproszonym referatem pt. „Integracja pionowa jako działanie stymulujące rynek pracy na obszarach wiejskich – studium przypadku na przykładzie Konsorcjum PRADAWNE ZIARNO”,

- 7 maja 2019 r., UTP Bydgoszcz, konferencja „Uwarunkowania rozwoju rynku produktów ekologicznych w teorii i praktyce”, WZ UTP w Bydgoszczy, referat pt. „Grupa Operacyjna PRADAWNE ZIARNO jako przykład konsorcjum stymulującego rozwój produktów ekologicznych”,
- 4 czerwca 2019 r., międzynarodowa konferencja naukowa „Horyzonty i pomosty w nauce, kulturze, przedsiębiorczości – 30 lat wspólnych doświadczeń” (Wyższa szkoła Gospodarki w Bydgoszczy), degustacja chleba, promocja projektu, wygłoszenie referatu pt. „Innowacyjne rozwiązania na obszarach wiejskich na przykładzie Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno”,
- 25-29 czerwca 2019 r. 7th International Conference „Agriculture and Food” Burgas, Bułgaria, prezentacja projektu,
- 3-5 września 2019 r., XXVI Kongres Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu w Luboniu k. Poznania, wygłoszenie referatu pt.: „Stymulowanie innowacyjności na obszarach wiejskich w ramach działania „Współpraca” na przykładzie Grupy Operacyjnej Pradawne Ziarno – studium przypadku” (referat został wyróżniony),
- 11-12 września 2019 r. udział w międzynarodowej konferencji NICHE FINAL CONFERENCE w Timisoarze (Rumunia), wygłoszenie wykładu pt. „Ancient Grain - innovative solutions in agriculture and production of high quality bakery products”,
- 14.11.2019 r., międzynarodowa konferencja naukowa 3rd International Scientific Conference on Rural Development (Szent István University, Faculty of Agricultural and Economic Studies, Szarvas, Węgry), referat w trakcie sesji plenarnej rozpoczynającej konferencję „Stimulating innovativeness in rural areas and agriculture on the example of the EIP-AGRI Operational Group Ancient Grain”,
- 25 listopada 2019 r., konferencja „Innowacyjność w oparciu o tradycję” w Zespole Szkół Spożywczych w Bydgoszczy, wygłoszenie referatu pt. „Innowacyjność w oparciu o tradycję – na przykładzie działania Grupy Operacyjnej Pradawne Ziarno”,
- 14 stycznia 2020 r. – seminarium i konferencja FARMERS OF THE FUTURE (ROLNICY PRZYSZŁOŚCI), zorganizowane przez CGFP Wojnowo we współpracy z Komisją Europejską w Wierzchucicach,
- 1-3 września 2020 r. XVI European Society for Agronomy Congress, Sevilla, Spain, prezentacja posteru pt. Ancient wheat species (*Triticum sphaerococcum* and *T. persicum*) in organic farming: Influence of sowing density on agronomic traits, pest and disease occurrence and weed infestation,
- 4 grudnia 2020 r., wystąpienie on-line jako Keynote Speaker na międzynarodowej konferencji naukowej Scientific Researches Congress 2020 Gümüşhane (Gumushane University, Turcja).
- 9 grudnia 2020 r. Projekt Pradawne Ziarno wyróżniony w konkursie pn. „Najciekawsze innowacyjne rozwiązania dla poprawy konkurencyjności polskiego rolnictwa” zorganizowanym w ramach V Forum Wiedzy i Innowacji. Organizatorem Forum było Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Do konkursu zgłoszono 35 projektów z całego kraju (Rys. 76)



Rys. 77. Wyróżnienie w konkursie - V Forum Wiedzy i Innowacji (2020 r.)

Członkowie Grupy Operacyjnej EPI Pradawne Ziarno wiele razy występowali w licznych programach telewizyjnych (np. „Z pierwszej ręki”, „Akcja Innowacja”, „W innym stylu”, „Wiadomości rolnicze”, „Zbliżenia”, „Teleexpress”, „ZOSTAŃ ON-LINE”, „NA SZLAKU POLSKICH SMAKÓW” i in.) oraz radiowych (Polskie Radio PiK) dzieląc się informacjami o realizowanym projekcie oraz pełniąc rolę ekspertów. Nagrano też film promujący projekt pt. „Porozmawiajmy o chlebie” dla Punktu Informacji Europejskiej Europe Direct w Toruniu. Opublikowano również liczne artykuły naukowe (w prestiżowych czasopismach, takich jak np. Agriculture, Agronomy, Journal of Cereal Science, Agrarian Perspectives, Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu) oraz popularno-naukowe, dzięki którym starano się dotrzeć do szerokiego grona czytelników (np. w czasopiśmie „abc rolnika” i in.). Kolejne publikacje są w przygotowaniu.



Rys. 78. Wdrożenie rezultatów projektu - firma Granola



Rys. 79. Wdrożenie rezultatów projektu - Stowarzyszenie Polska Ekologia

11. LITERATURA

- Achremowicz B., Haber T., Kaszuba J., Puchalski Cz., Wiśniewski R. 2016. Płatki zbożowe – ocena porównawcza. Cz. I. Porównanie składu chemicznego i mineralnego. Postępy techniki przetwórstwa spożywczego 2, 97-102.
- Beres B.L., Turkington T.K., Kutcher H.R., Irvine B., Johnson E.N., O'Donovan J.T., Harker K.N., Holzapfel C.B., Mohr R., Peng G., Spaner D.M. 2016. Winter wheat cropping system response to seed treatments, seed size, and sowing density. J. Agron. 108, 3, 1101–1111.
- Biel W., Hury G., Maciorowski R., Kotlarz A., Jaskowska I., 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na skład chemiczny ziarna dwóch odmian orkiszu (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). Acta Sci. Pol., Zootechnica 9(4), 5-14
- Bomberski A., Prus P., Szczepanek M. 2020. Stimulating innovativeness in rural areas as part of the „Cooperation” measure with the ancient grain operational group – a case study. Annals PAAAE, 22, 1, 40-47, DOI: 10.5604/01.3001.0013.8478.
- Buczek J., Szpunar-Krok E., Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D. 2012. Wpływ gęstości siewu i dawki tribenuronu metylu na zachwaszczenie pszenicy jarej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52 (1), 62–66.
- Clifton, R. 2009. Brands and branding (Vol. 43). John Wiley & Sons.
- COBORU, 2019. Polish national list of varieties. WWW Document. <http://www.coboru.pl/Polska/szukaj.aspx>
- Eken C., Bulut S., Genc T., Öztürk A. 2014. Effects of different fertilizer sources and sowing density on root and crown rot disease agents of organic wheat. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 31, 1, 12–19.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I. 2007. Zachwaszczenie pszenicy jarej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w porównaniu z innymi systemami produkcji rolnej. J. Res. Applic. Agricult. Eng. 52 (3), 40–44.
- Gaj R., Górski D., Przybył J. 2013. Effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality. J. Elem. 18(1), 55–67.
- Hague, P. N. 2006. Badania marketingowe: planowanie, metodologia i ocena wyników. Wydawnictwo Helion.
- Jaskulska I., Jaskulski D., Gałęzewski L., Knapowski T., Kozera W., Wacławowicz R. 2018. Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. Journal of Chemistry, 1-7
- Josekutty, P.C., 2008. Defining the genetic and physiological basis of *Triticum sphaerococcum* Perc. University of Canterbury.
- Kaniuczak Z., Bereś P. 2008. The most harmful cereals pests in ecological farms of south-east Poland. J. Res. Appl. Agric. Eng., 53, 128-132.
- Kaniuczak Z., Bereś P. 2011. Occurrence and harmfulness of economically important cereals pests in ecological farms in Podkarpackie province in 2008-2010. J. Res. Appl. Agric. Eng., 56, 189-195.
- Knapowski T., Kozera W., Wszelaczyńska E., Pobereżny J., Cieślewicz J., Chmielewski J. 2017. The effect of environmental conditions on the content of selected micronutrients in spelt grain. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 28, 3(73), 26-31.
- Knapowski T., Ralcewicz M., Spychaj-Fabisiak E., Murawska B. 2012. Effect of the rate of nitrogen and zinc on the zinc and copper accumulation in grain of spring triticale cultivars Kargo. J. Elem., 17(3), 421-429.
- Knapowski T., Spychaj-Fabisiak E., Kozera W., Barczak B., Murawska B., Nowak K. 2015. Reakcja pszenicy orkisz na zastosowane nawożenie mineralne. Ekologia i Technika, XXIII, 3, 129-134.
- Lamparski R., Szczepanek M. 2008. Entomophagous insects of the red fescue in the various condition of nitrogen fertilization. Prog. Plant Prot., 48, 357-361.
- Lemanowicz J., Bartkowiak A., Lamparski R., Wojewódzki P., Pobereżny J., Wszelaczyńska E., Szczepanek M. 2020. Physicochemical and enzymatic soil properties influenced by cropping of primary wheat (*Triticum sphaerococcum* and *Triticum persicum*) under organic and conventional farming systems. Agronomy, 10, 1652, doi:10.3390/agronomy10111652
- Lemańczyk G. 2012. Effects of farming system, chemical control, fertilizer and sowing density on sharp eyespot and *Rhizoctonia* spp. in winter wheat. J. Plant Prot. Res. 52, 4, 381–396.
- Lemańczyk G., Piekarczyk M. 2013. Wpływ nawożenia, chemicznej ochrony roślin i gęstości siewu na zdrowotność pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze na glebie lekkiej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 2013, 53, 3, 487–493.
- Majcherczak E., Kozera W., Barczak B., 2005. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem na jakość białka ziarna jęczmienia ozimego. Fragm. Agron., 22(1), 493-502.
- Matsuoka, Y., 2011. Evolution of polyploid Triticum wheats under cultivation: the role of domestication, natural hybridization, and allopolyploid speciation in their diversification. Plant Cell Physiol. 52, 750–764. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr018>.
- Mori, N., Ohta, S., Chiba, H., Takagi, T., Niimi, Y., Shinde, V., Kajale, M.D., Osada, T., 2013. Rediscovery of Indian dwarf wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *sphaerococcum* (Perc.) MK.) an ancient crop of the Indian subcontinent. Genet. Resour. Crop Evol. 60, 1771–1775. <https://doi.org/10.1007/s10722-013-9994-z>.
- Podolska G., Sułek A. 2003. Jakość ziarna pszenicy w Polsce i UE. Pam. Puł., 132, 363-369. Brzozowska I., Brzozowski J. 2016. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego odmiany Grenado w zależności od metody pielęgnacji i poziomu nawożenia azotem. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 585, 35–44.
- Podolska G., Sułek A. 2003. Jakość ziarna pszenicy w Polsce i UE. Pam. Puł., 132, 363-369.

28. Prus P. 2018. Using Branding and Modern Marketing Tools as An Example of Innovation in Building the Relationship with Customers. [In:] Proceedings of the International Brand and Brand City Congress, September 27-29, Gumushane, Turkey, No: 40, 3. ISBN: 978-605-4838-20-2
29. Prus P. 2019. Grupa Operacyjna PRADAWNE ZIARNO jako przykład konsorcjum stymulującego rozwój rynku produktów ekologicznych. Materiały konferencyjne V Jubileuszowej Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Uwarunkowania rozwoju rynku produktów ekologicznych w teorii i praktyce”, UTP w Bydgoszczy, 7 maja 2019 r., s. 16-17. ISBN 978-83-63537-54-8.
30. Rozkrut D. (red.). 2020. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2019. Główny Urząd Statystyczny. Zakład Wyd. Statystycznych, Warszawa. ISSN 2080-8798. [stat.gov.pl]Skrajda-Brdak Marta, Iwona Konopka, Małgorzata Tańska, Małgorzata Szczepanek, Tadeusz Sadowski, Bogumił Rychcik. 2020. Low molecular phytochemicals of Indian dwarf (*Triticum sphaerococcum* Percival) and Persian wheat (*T. carthlicum* Nevski) grain. Journal of Cereal Science 91 (102887): 1-6. DOI: 10.1016/j.jcs.2019.102887.
31. Stankowski S., Hury G., Makrewicz A., Jurgiel-Malecka G., Gibczyńska M. 2016. Analiza zawartości składników mineralnych w ziarnie orkisz ozimego (*Triticum aestivum* ssp, *spelta* L.) w zależności od systemu uprawy, nawożenia azotowego i odmiany. Inżynieria Ekologiczna, 49, 227–232.
32. Szczepanek M., Prus P., Knapowski T. 2018. Opinie konsumentów na temat zapotrzebowania na produkty zbożowe wytwarzane z pierwotnych form pszenic. Materiały konferencyjne IV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Uwarunkowania rozwoju rynku produktów ekologicznych w teorii i praktyce”, UTP w Bydgoszczy, 23 maja 2018 r., s. 44. ISBN 978-83-63537-49-4.
33. Szczepanek M., Prus P., Knapowski T. 2018. The Assessment of Market Demand for Products Obtained from Primary Wheat Forms with Increased Nutritional Value. [In:] Proceedings of the 27th International Scientific Conference Agrarian Perspectives XXVII „Food Safety – Food Security”, Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Economics and Management, 381-387. ISBN 978-80-213-2890-7; ISSN 2464-4781 (Online); ISSN 1213-7960 (Print); ISSN 1213-7979 (CD-ROM)
34. Szczepanek, M.; Lemańczyk, G.; Lamparski, R.; Wilczewski, E.; Graczyk, R.; Nowak, R.; Prus, P. Ancient Wheat Species (*Triticum sphaerococcum* Perc. and *T. persicum* Vav.) in Organic Farming: Influence of Sowing Density on Agronomic Traits, Pests and Diseases Occurrence, and Weed Infestation. Agriculture 2020, 10, 556.
35. Vaid, H., Campbell, A. 2003. Branding. Watson-Guptill.
36. Witkowicz R. Pisulewska E., Kidacka A., Mickowska B. 2016. Skład aminokwasowy oraz jakość białka ziarna żółto- i brązowoplewkowych form owsa siewnego (*Avena sativa*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 4(107), 125-140.
37. Woźniak A., Makarski B., 2012. Content of minerals in grain of spring wheat cv. Koksia depending on cultivation conditions. J. Elem. 17(3), 517–523.



ISBN 978-83-66530-34-8