



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Państwowy Instytut Badawczy

Agnieszka Rachwalska

AUTOREFERAT ROZPRAWY DOKTORSKIEJ pt.

**Zróżnicowanie odmian regionalnych i populacji lokalnych
pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.)**

Diversity of regional varieties and local populations of common wheat
(*Triticum aestivum* L.)

Praca doktorska

wykonana w Zakładzie Doświadczalnym IHAR-PIB w Grodkowicach

pod kierunkiem

prof. dr hab. inż. Grzegorza Żurka z IHAR-PIB w Radzikowie

oraz promotora pomocniczego

dr Denise Fu Dostatny z Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach

Grodkowice 2022

1. WSTĘP

Rosnące potrzeby żywnościowe wynikające ze wzrostu liczby ludności w XX wieku spowodowały zmiany w sposobie użytkowania gruntów rolnych. Zmiany te charakteryzują się w głównej mierze wzmożoną produkcją, wzrostem zużycia nawozów sztucznych oraz chemicznych środków ochrony roślin. Konsekwencją tej tendencji okazało się pogorszenie stanu środowiska naturalnego [Semenov i in. 2001; Wik i in. 2008; Pingali 2012]. Rolnicy zostali niejako zmuszeni do zmiany technologii uprawy w celu utrzymania swoich gruntów w dobrej kondycji oraz wytwarzania produktów o wysokiej jakości zdrowotnej. Część z nich podjęło decyzję o przejściu do systemu rolnictwa ekologicznego. Ten rodzaj produkcji rolniczej, cieszący się coraz większym zainteresowaniem, dąży do poszerzenia różnorodności upraw, stwarzając jednocześnie szansę dla dawnych i zapomnianych gatunków i odmian na ponowne ich wprowadzenie do produkcji [Cyrkler-Degulis i Bulińska 2007]. W uprawach ponownie możemy spotkać odmiany pszenicy zwyczajnej ozimej wyhodowanej przed II wojną światową. Są one szczególnie przydatne w produkcji ekologicznej i wytwarzaniu potraw zgodnie z tradycyjnymi recepturami. Odmiany te oprócz tego mogą stanowić cenną pulę genową dla wykorzystania w hodowli twórczej [Carvalho i in. 2009; Rufo i in. 2019]. Mając na uwadze zalety dawnych zbóż, zaplanowana w niniejszej pracy analiza zróżnicowania na wielu poziomach przyczyni się do lepszego poznania tych cennych, z punktu widzenia zastosowania, odmian.

2. CEL PRACY ORAZ HIPOTEZA BADAWCZA

Celem pracy jest zaprezentowanie zróżnicowania odmian regionalnych oraz populacji lokalnych pszenicy ozimej z regionu Polski Południowej, zgromadzonych w Małopolskim Banku Genów Roślin Uprawnych, na tle innych form oraz odmian tego gatunku, zarówno współczesnych jak i uprawianych w okresie powojennym. Dla ułatwienia, w dalszej części pracy dla obydwu tych grup obiektów używana jest wspólna nazwa – odmiany.

Badania te poszerzają wiedzę o tej grupie odmian, wskazując ich ewentualne, potencjalnie zalety. Analiza zróżnicowania na wielu poziomach przyczyni się do lepszego poznania tych cennych, z punktu widzenia lokalnego zastosowania, odmian. Odmiany te adresowane są głównie do gospodarstw ekologicznych, lecz mogą być z powodzeniem uprawiane również w gospodarstwach konwencjonalnych. Praca ma na celu zweryfikowanie przydatności badanych odmian zarówno w rolnictwie ekologicznym jak i konwencjonalnym. Produkty otrzymane z tego typu odmian powinny stać się niezbędnymi składnikami do wypieku tradycyjnych rodzajów pieczywa. Przemawia za tym konieczność zachowania starych receptur

dlatego też niezbędne jest również określenie właściwości i przydatności mąki uzyskanej z przemiału ziarna tych odmian.

Pierwsze odmiany regionalne pszenicy ozimej zostały zarejestrowane i wpisane do Krajowego Rejestru (KR) dopiero w roku 2018 i 2019. Niniejsza praca stanowi zatem pierwsze, możliwie najbardziej kompleksowe podejście do zagadnienia zróżnicowania krajowych odmian regionalnych oraz populacji lokalnych pszenicy ozimej. Założony plan badań pozwolił na sformułowanie następujących hipotez, weryfikowanych w trakcie realizacji poszczególnych etapów pracy:

- badane odmiany pszenicy z Małopolskiego Banku Genów są zróżnicowane w niewielkim stopniu i różnią się znacznie od odmian aktualnie będących w doborze;
- badane odmiany plonują lepiej w warunkach ekologicznych;
- walory smakowe pieczywa otrzymanego z mąki badanych odmian nie odbiegają od watorów pieczywa otrzymanego z mąki odmiany współczesnej.

3. MATERIAŁY I METODY

Znacząca część materiału użytego do badań w tej rozprawie stanowią odmiany z początku XX wieku wyhodowane w stacja hodowli Władysława Żeleńskiego w Grodkowicach, gdzie zajmowano się głównie hodowlą pszenicy. Pozostała część badanych materiałów została pozyskana z przechowalni długoterminowej KCRZG IHAR-PIB w Radzikowie i rozmnażana na polach doświadczalnych ZD w Grodkowicach. W badaniach użyto również wzorca współczesnego w postaci odmiany Patras.

Badania podzielono na dwa etapy:

W **etapie I-szym** w badaniach wykorzystano łącznie 14 odmian pszenicy ozimej, w tym 13 - zgromadzonych w kolekcji Małopolskiego Banku Genów oraz współczesny wzorzec odmianowy COBORU (odm. Patras). Po 3 latach rozmnożeń uzyskane nasiona posłużyły do założenia poletek doświadczalnych o powierzchni 10 m². Trzy odmiany (Ostka Grodkowicka, Square Head Grodkowicka oraz Ostka Gruboziarnista Grodkowicka) to odmiany wyhodowane w Grodkowicach przed I-szą Wojną Światową oraz zarejestrowane jako odmiany regionalne w latach 2018 – 2019 (tab. 1). Na drodze krzyżowania odmian: Ostka Grodkowicka x Square Head Grodkowicka powstały odmiany: Egipcjanka, Nadwiślanka, Blondynka i Ostka Gruboziarnista Grodkowicka [Krzymuski 2003]. Obecnie trzy pierwsze z wymienionych wyżej form nie mają ustalonego statusu prawnego (brak formalnej rejestracji) dlatego w niniejszej pracy użyto dla nich określenia ‘populacje lokalne’.

W badaniach realizowanych w tym etapie uwzględniono również jako wzorzec – inne odmiany nie pochodzące z hodowli w Grodkowicach, w tym również odmiany zagraniczne oraz współczesny wzorzec odmianowy COBORU. Badania realizowane w tym w etapie obejmowały badania polowe, prowadzone w latach 2014 – 2016 w ZD IHAR w Grodkowicach oraz analizy genetyczne.

Tab. 1. Okres uprawy oraz dane dotyczące pochodzenia dla badanych odmian regionalnych pszenicy ozimej (wg. Krzymuski i in. 2003)

Lp.	Nazwa	Okres uprawy	Kraj pochodzenia/ miejsce wyhodowania	Hodowca/cy
1.	Blondynka	1919 - 1968	POL/ Grodkowice	Prażmowski, Przyborowski
2.	Egipcjanka	do 1929	POL/ Grodkowice	b.d.
3.	Nadwiślanka	1919 - 1965	POL/ Grodkowice	Targowski
4.	Ostka Grodkowicka	1930 - 1965	POL/ Grodkowice	Prażmowski
5.	Square Head Grodkowicka	1919 - 1939	POL/ Grodkowice	b.d.
6.	Ostka Gruboziarnista Grodkowicka	b.d.	POL/ Grodkowice	b.d.
7.	Antonińska	1946 - 1989	POL/ Antoniny	Kryczkowski
8.	Zyta	1946 - 1999	POL/ Strzelce	Nita
9.	Albea	b.d.	CSK / b.d.	b.d.
10.	Crvenka	b.d.	RUM / b.d.	b.d.
11.	Orovčanka	b.d.	RUM / b.d.	b.d.
12.	Wardarka	b.d.	RUM / b.d.	b.d.
13.	AK-Bugda Maestnaja	b.d.	SUN / b.d.	b.d.
14.	Patras	obecnie	DEU / Saaten Union	b.d.

Z grupy odmian wyodrębniono sześć (numery od 1 do 6 w tabeli 1), spośród których na podstawie analizy plonowania i zdrowotności wytypowano odmiany do włączenia do badań rejestrowych COBORU, celem umieszczenia ich na liście odmian regionalnych. Odmiany te badano w **etapie II-gim** w latach 2016 – 2018 pod względem cech agronomicznych,

użytkowych oraz jakościowych. W doświadczeniach realizowanych w tym etapie zastosowano następujące czynniki: 1 – system uprawy – konwencjonalny oraz ekologiczny; 2 – odmiany pszenicy ozimej – Blondynka, Egipcjanka, Nadwiślanka, Ostka Grodkowicka, Squarehead Grodkowicka, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka.

W **systemie ekologicznym** doświadczenia założono w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym Słoneczna Zagroda położonym w Woli Batorskiej. W trakcie prowadzenia doświadczenia użyto wyłącznie naturalnego nawozu w postaci obornika, gnojowicy oraz dopuszczonego w uprawach ekologicznych nawozu poprawiającego właściwości gleby - Wapniaka Kornickiego. W **systemie konwencjonalnym** doświadczenia prowadzono na polu doświadczalnym Zakładu Doświadczalnego w Grodkowicach z wykorzystaniem nawozów mineralnych oraz środków ochrony roślin. Realizację badań polowych prowadzono w oparciu o Metodę Badania Wartości Gospodarczej Odmian (WGO), wydawnictwo Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych z roku 2013. Powierzchnia pojedynczego poletka w doświadczeniach polowych wynosiła 10 m².

W wyżej wymienionych etapach przeprowadzone następujące badania i analizy:

- analizę genetyczną DArTSeq dla uzyskania informacji o zmienności pojedynczych nukleotydów (SNP) w obrębie kilku do kilkunastu tysięcy równomiernie rozłożonych w genomie loci (tylko w etapie I);
- analizę cech użytkowych: stopień porażenia przez mączniaka prawdziwego, rdzę brunatną, rdzę żółtą, septoriozę, odporność na wyleganie, wysokość.
- struktura plonu: długość kłosa w cm, liczba kłosków w kłosie, zbitość kłosa.
- analiza plonowania – MTZ, gęstość w stanie zsypanym
- Zawartość składników odżywczych oraz wskaźnik wartości odżywczej ziarna (tylko w etapie II);
- Wypiek laboratoryjny (tylko w etapie II);
- Ocena konsumencka (tylko w etapie II);
- Analiza statystyczna

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

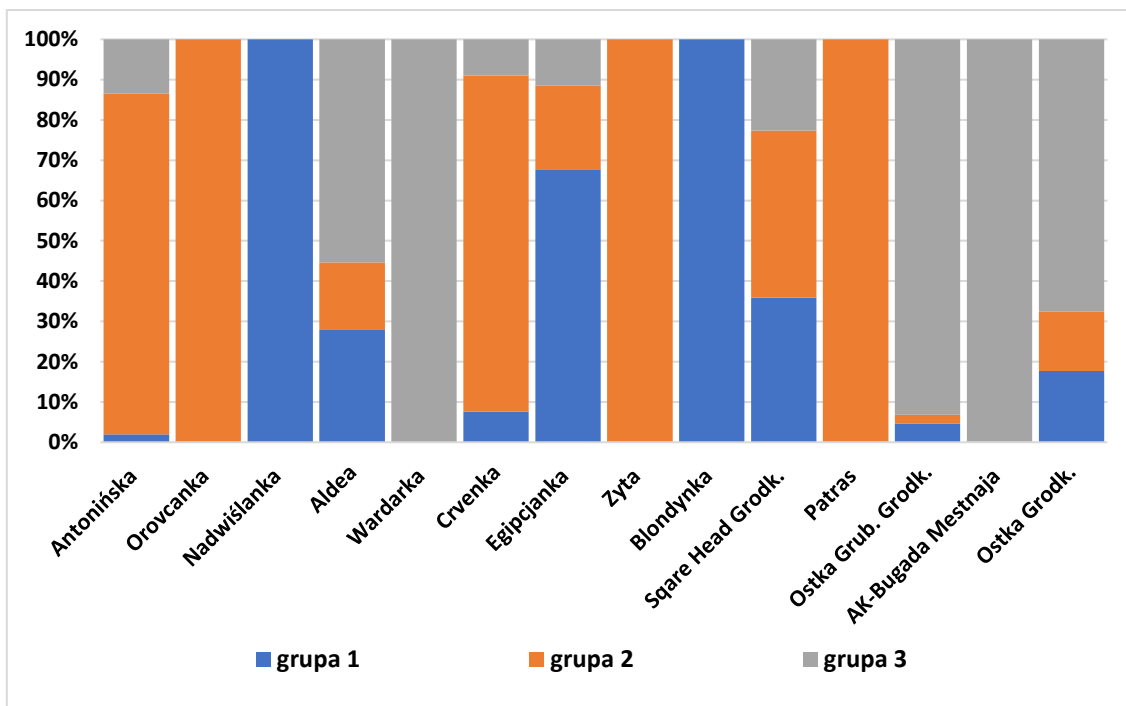
Analiza genetyczna

Współczynnik polimorfizmu wybranych markerów DArTseq mieścił się w przedziale 0,01 do 0,5 ze średnią 0,171. Około 33% wytypowanych markerów charakteryzowało się niską wartością PIC tj. poniżej 0,05. Około 13% wytypowanych markerów było wysoce polimorficznych (PIC >0,4).

Średnia heterozygotyczność obserwowana w badanej grupie odmian regionalnych i populacji lokalnych pszenicy ozimej wynosiła 0,285 i była porównywalna do heterozygotyczności oczekiwanej (u_{He}), która wynosiła 0,284. W związku z tym wartość współczynnika wsobności była bliska 0 (0,011) co wskazuje na zachowanie równowagi Hardy'ego-Weinberga w badanej grupie roślin. Jednakże szczegółowa analiza tych współczynników w poszczególnych odmianach wykazała istotne statystycznie zróżnicowanie ich wartości. W sześciu odmianach (Crvenka, Ostka Grodkowicka, Aldea, Zyta, Egipcjanka i Square Head Grodkowicka) wartość heterozygotyczności oczekiwanej była na zbliżonym poziomie do heterozygotyczności obserwowanej - wartość współczynnika wsobności była bliska 0 i wahała się od +0,011 do -0,041. Natomiast w pozostałych ośmiu odmianach wartość heterozygotyczności oczekiwanej była znacząco niższa od heterozygotyczności obserwowanej. Dla odmian tych wartości współczynnika wsobności oscylowały w okolicach -0,25 i wahały się od -0,152 (Ostka Gruboziarnista Grodkowicka) do -0,332 (Patras). Wskazuje to na znaczny poziom wsobności tych ośmiu odmian.

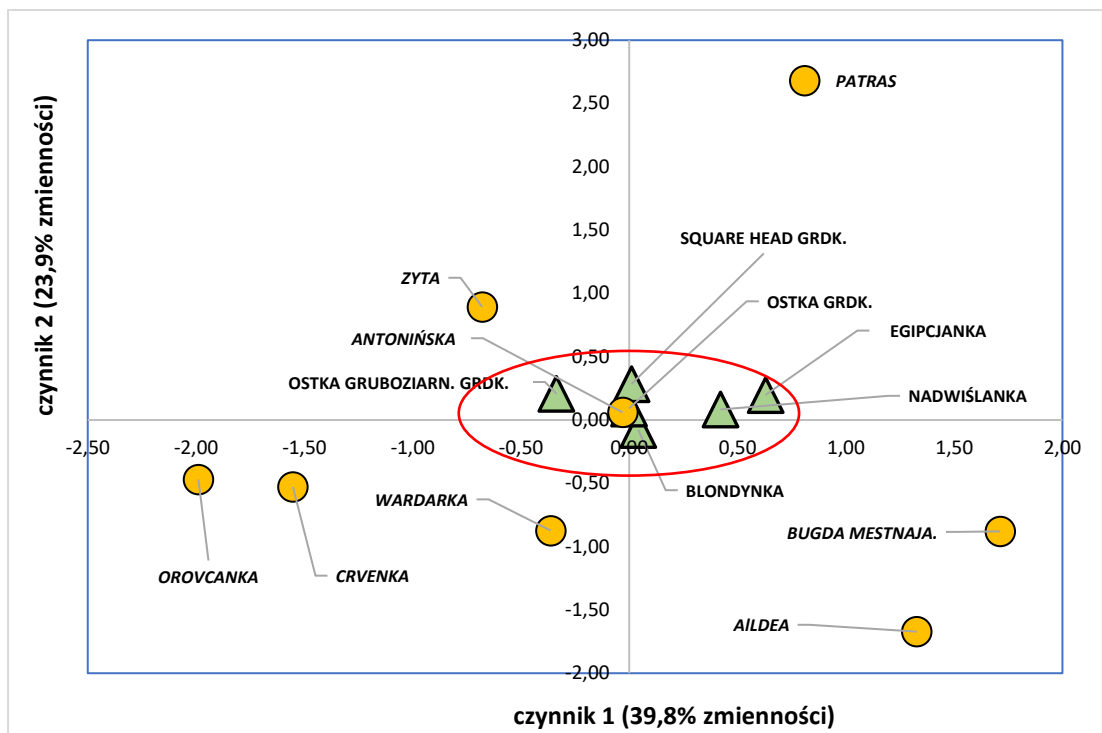
Na podstawie analizy struktury populacji wyznaczonej przy użyciu algorytmów grupowania bayesowskiego, przy użyciu zobrazowanej graficznie wartości delta K (ΔK), wskazano, że w badanym materiale występuje struktura pierwszorzędowa, w której występują trzy grupy, oraz struktura drugorzędowa, w której występuje 13 grup.

Do pierwszej puli genowej zakwalifikowane zostały odmiany: Antonińska, Patras, Orovcanka, Zyta i Crvenka. Do drugiej puli genowej zostały zakwalifikowane odmiany: Ostka Gruboziarnista Grodkowicka, AK-Bugada Mestnaja i Wardarka. Do trzeciej puli genowej zostały zakwalifikowane Nadwiślanka i Blondynka. Natomiast w pozostałych czterech odmianach występowała admiksja, czyli przepływ genów między trzema pulami genowymi (ryc. 1).



Ryc. 1. Graficzna prezentacja udziału wyodrębnionych trzech pul (grup) genowych zidentyfikowanych na poziomie pierwszorzędownym.

W oparciu o średnie wartości 12 cech (tab. 2) uzyskane dla 14 badanych odmian pszenicy ozimej wykonano analizę czynnika głównego. Wyodrębniono 4 czynniki, objaśniające łącznie 89,7% zmienności ogólnej badanej populacji odmian. Z czynnikiem pierwszym (39,8% zmienności) najsilniej związane były cechy odporności na porażenie przez rdze oraz septoriozę. Z czynnikiem drugim (23,9% zmienności) najsilniej związane były plonowanie oraz ocena wylegania w dwóch terminach (ryc. 2).



Ryc.2 Graficzna prezentacja wyników analizy czynnika głównego.

Projekcja badanych odmian w układzie dwóch wymienionych powyżej czynników, objaśniających łącznie niemal 90% zmienności, wskazuje na znaczne podobieństwo odmian pochodzących z Grodkowic oraz odmiany Antonińskiej, które ułożyły się wspólnie w centralnej części układu współrzędnych (ryc. 2). Bardzo podobne są do siebie np. odmiany Square Head Grodkowicka, Ostka Grodkowicka oraz Blondynka. Wyraźnie wyodrębniła się odmiana wzorcowa Patras jako najlepiej plonująca i nie wylegająca. Odmiany pochodzące z Rumuni (Orovcanka, Crvenka i Wardarka) znalazły się z kolei na przeciwległej stronie układu współrzędnych jako najslabiej plonujące i najbardziej podatne na porażenie przez choroby grzybowe.

W oparciu o powyższe analizy do dalszych, pogłębionych prac badawczych nad zróżnicowaniem cech agronomicznych oraz jakościowych w systemie uprawy ekologicznej i konwencjonalnej wyodrębniono sześć odmian pochodzących z Grodkowic (Blondynka, Egipcjanka, Nadwiślanka, Square Head Grodkowicka, Ostka Grodkowicka oraz Ostka Gruboziarnista Grodkowicka) oraz odmianę Patras jako wzorzec odmianowy.

Tab. 2. Wykaz wartości średnich dla cech 14 odmian pszenicy ocenianych w I-szym etapie badań.

Odmiana	Stopień porażenia [skala 1-9]:				Cechy agronomiczne:							
	mączniak	rdza żółta	rdza brunatna	septorioza	plon ziarna [Mg ha ⁻¹]	MTZ [g]	wysokość [cm]	wyleganie I-szy termin	wyleganie II-gi termin	długość kłosa [cm]	liczba ziaren w kłosie	masa ziaren z kłosa [g]
Blondynka	6,8	7,0	6,2	4,5	3,7	40,8	131,5	8,5	3,8	12,5	49,2	2,2
Egipcjanka	6,8	7,3	6,3	5,3	3,5	42,3	135,7	8,4	4,1	12,1	43,0	2,2
Nadwiślanka	6,8	7,2	5,8	5,9	4,1	42,6	130,9	8,1	3,9	11,4	48,4	2,3
Ostka Grodkowicka	7,3	6,9	6,3	5,1	4,0	43,8	132,1	8,3	4,0	12,6	50,1	2,3
Square Head Grodkowicka	6,5	6,9	6,4	5,2	4,2	42,5	134,2	8,7	4,6	11,4	49,2	2,2
Ostka Gruboziarn.Grodk.	6,8	6,4	6,3	4,7	4,5	45,4	133,8	8,3	4,5	11,2	49,6	2,3
Patras	7,7	8,7	7,3	5,6	8,8	42,0	86,9	9,0	8,3	11,7	43,2	2,2
Ak-Bugda Mestnaja	6,0	8,0	4,0	5,7	2,2	41,2	138,7	7,0	2,7	11,1	41,0	1,8
Aldea	7,0	8,3	4,3	4,3	2,6	40,6	150,3	5,7	1,7	12,4	48,8	2,0
Antonińska S.46	6,7	7,0	8,3	2,3	2,7	36,0	95,0	8,0	2,7	8,0	37,5	1,2
Crvenka	5,7	5,3	9,0	2,3	2,0	43,1	97,0	7,0	3,3	10,4	43,6	1,9
Orovcanka	6,7	3,7	8,7	2,7	2,1	36,4	81,3	7,3	3,0	10,1	46,1	1,8
Wardarka	4,3	6,0	7,7	4,7	1,5	42,2	148,3	7,3	3,0	8,8	39,7	2,5
Zyta	6,3	5,3	6,3	5,3	4,2	45,9	118,0	9,0	6,3	10,1	46,7	2,2
Wsp. zmienności (%)	12,3	19,6	22,0	27,0	50,2	6,8	18,6	11,7	41,6	12,4	9,0	15,3

Ocena zdrowotności

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono istotny wpływ warunków klimatycznych na zróżnicowanie stopnia porażenia chorobami grzybowymi badanych odmian pszenicy ozimej. Badane odmiany pszenicy ozimej wykazały znaczną odporność na te niesprzyjające warunki. Kilkuletni cykl badań potwierdził ich znaczną odporność na mączniaka. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych systemów uprawy na ekspresję nasilenie porażania za wyjątkiem rdzy żółtej.

Badane odmiany pszenicy ozimej, uprawiane w systemie konwencjonalnym wykazywały się średnio niższym stopniem porażenia przez mączniaka i rdzę brunatną od tych samych odmian, uprawianych w systemie ekologicznym. Jedynie dla objawów porażenia septoriozą stwierdzono zależność odwrotną.

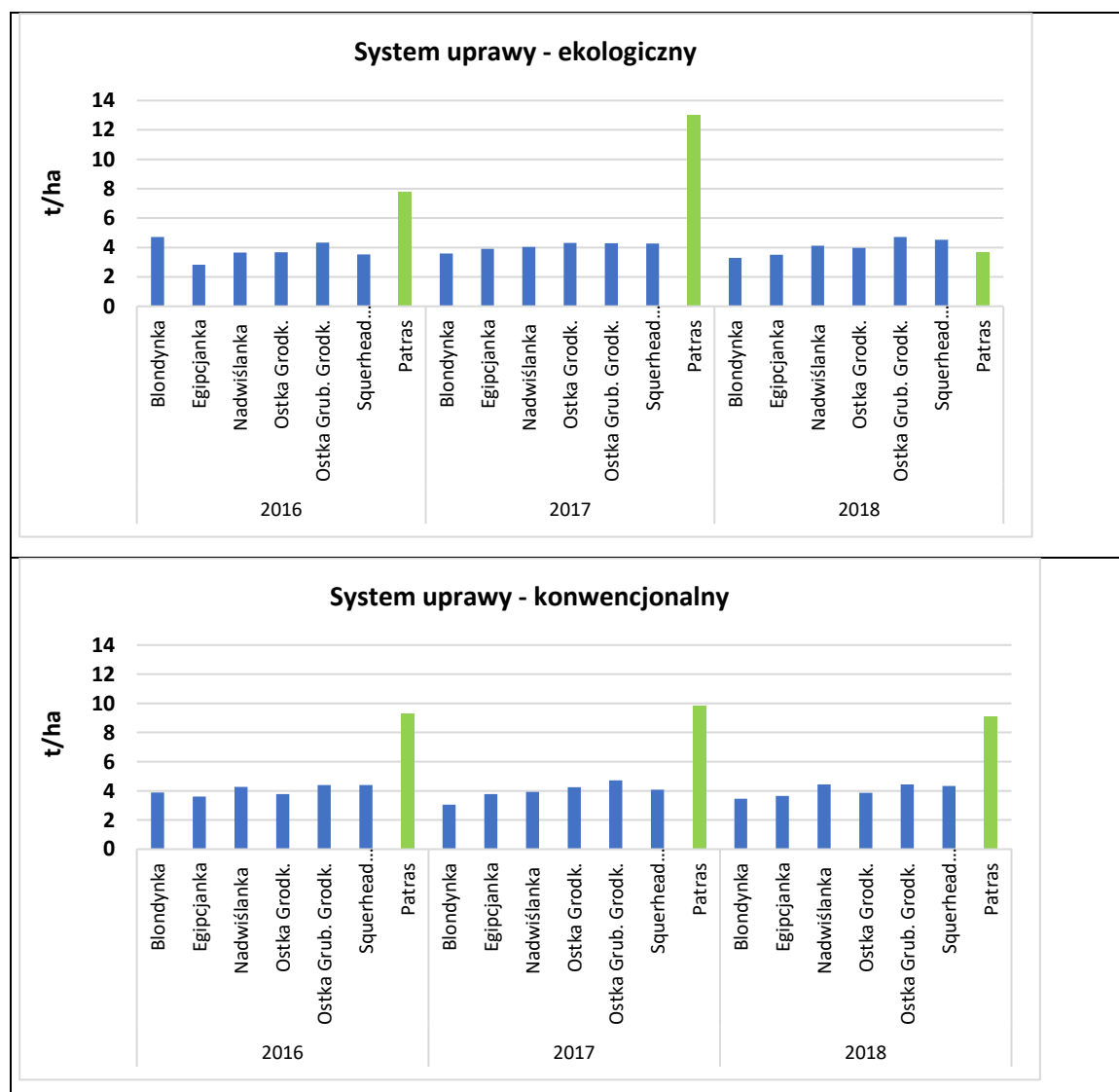
Ocena plonowania

Średni plon ziarna, uzyskiwanego z badanych odmian pszenicy ozimej nie podlegał istotnym zmianom wynikającym ze zróżnicowania warunków pogodowych w kolejnych latach badań i wahał się od 3,92 do 4,03 Mg·ha⁻¹. Nie stwierdzono również różnicy w plonowaniu w zależności od zastosowanego systemu uprawy. Zupełnie inaczej kształtowało się zróżnicowanie tej cechy dla odmiany wzorcowej Patras (ryc.3). Odmiana ta wykształcała plony średnio niemal dwukrotnie większe w stosunku do odmian badanych, aczkolwiek jej zmienność plonowania w latach była znacznie większa, zwłaszcza w ekologicznym systemie uprawy. Z kolei wielkość nasion, wyrażana np. za pomocą masy tysiąca nasion była również zmienna w latach i systemach uprawy, aczkolwiek odmiany regionalne nie różniły się istotnie pod względem tej cechy od odmiany Patras.

Wysokość roślin, wyleganie oraz struktura plonu

Stwierdzono istotne statystycznie efekty głównych źródeł zmienności oraz ich interakcji w kształtowaniu zmienności wysokości roślin oraz wylegania dla badanych odmian pszenicy ozimej. Stwierdzono także wyraźną odrębność odmiany Patras od pozostałych, uwzględnionych w tej analizie. Współczesny wzorzec Patras jest niższy średnio o 35% od odmian regionalnych i, co się z tym wiąże, mniej wylega (tabela 6.7). O ile w fazie dojrzałości młecznej różnice w wyleganiu są niewielkie, aczkolwiek istotne statystycznie to już w drugim terminie (wyleganie przed zbiorem) wyleganie odmian regionalnych było znacznie większe (od 3,8 do 4,6) niż w przypadku wzorca Patras.

Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu lat doświadczenia (warunki pogodowe) na masę ziaren w kłosie oraz systemów uprawy na liczbę ziaren w kłosie.



Ryc.3 Zróżnicowanie plonowania badanych odmian w kolejnych latach doświadczenia

Parametry jakościowe mąki z badanych odmian pszenic

Stwierdzono istotny statystycznie efekt zróżnicowanych warunków pogodowych (lata), genotypów (odmiany) oraz ich interakcję na zróżnicowanie liczby opadania, zawartości glutenu oraz białka.

Mąka otrzymana z odmian regionalnych i populacji lokalnych, uprawianych w warunkach ekologicznych, charakteryzowała się istotnie niższymi wartościami liczby opadania, zawartości glutenu oraz białka, od mąki tych samych odmian, uprawianych w warunkach konwencjonalnych. Pod względem liczby opadania najniższymi wartościami cechowała się odmiana Blondynka.

Równocześnie, średnie wartości cech jakości mąki otrzymanej z ziarna odmiany wzorcowej Patras nie odbiegają od odmian regionalnych i populacji lokalnych pod względem zawartości glutenu i białka, a wartość liczby opadania jest bardzo zbliżona dla otrzymanej dla odmiany Square Head Grodkowicka (tab. 3).

Tab. 3. Wartości średnie oraz odchylenia standardowe dla parametrów jakości mąki.

Źródło zmienności	Poziomy	Liczba opadania	Zawartość glutenu [%]	Zawartość białka [%]
Lata	2016	226,5 ± 72,9	27,9 ± 1,6	12,9 ± 0,6
	2017	239,8 ± 74,4	28,8 ± 1,4	13,4 ± 0,8
	2018	205,3 ± 58,6	23,8 ± 2,0	11,6 ± 0,7
	F-obl.	b.i.	28,37 ***	20,53 ***
System uprawy	KONWENCJONALNY	223,9 ± 68,5	26,8 ± 2,7	12,7 ± 1,0
	EKOLOGICZNY	192,4 ± 59,6	22,6 ± 2,5	11,2 ± 0,9
	F-obl.	4,3 **	46,22 ***	40,97 ***
Odmiany	Blondynka	88,3 ± 7,6	27,5 ± 4,5	13,3 ± 1,7
	Egipcjanka	217,3 ± 15,3	28,1 ± 1,9	12,9 ± 0,6
	Nadwiślanka	229,8 ± 18,5	26,3 ± 2,3	12,4 ± 0,8
	Ostka Grodkowicka	263,0 ± 22,6	25,4 ± 1,1	12,1 ± 0,4
	Square Head Grodkowicka	288,5 ± 37,6	26,1 ± 3,7	12,1 ± 1,3
	Ostka Gruboziarnista Grodkowicka	256,3 ± 8,6	27,6 ± 1,1	13,2 ± 0,5
	Patras	287,9 ± 82,8	27,0 ± 2,8	12,9 ± 1,3
	F-obl.	68,88 ***/ 32,0 ***	b.i. / b.i.	b.i. / b.i.

W tabeli, przy wartościach F-obliczeniowego podano istotność statystyczną różnicy pomiędzy średnimi z prawdopodobieństwem 99% - *** lub 95% - **. Dla zróżnicowania pomiędzy odmianami podano dwie wartości F-obl. – tylko dla 6 odmian badanych / łącznie z odmianą wzorcową Patras

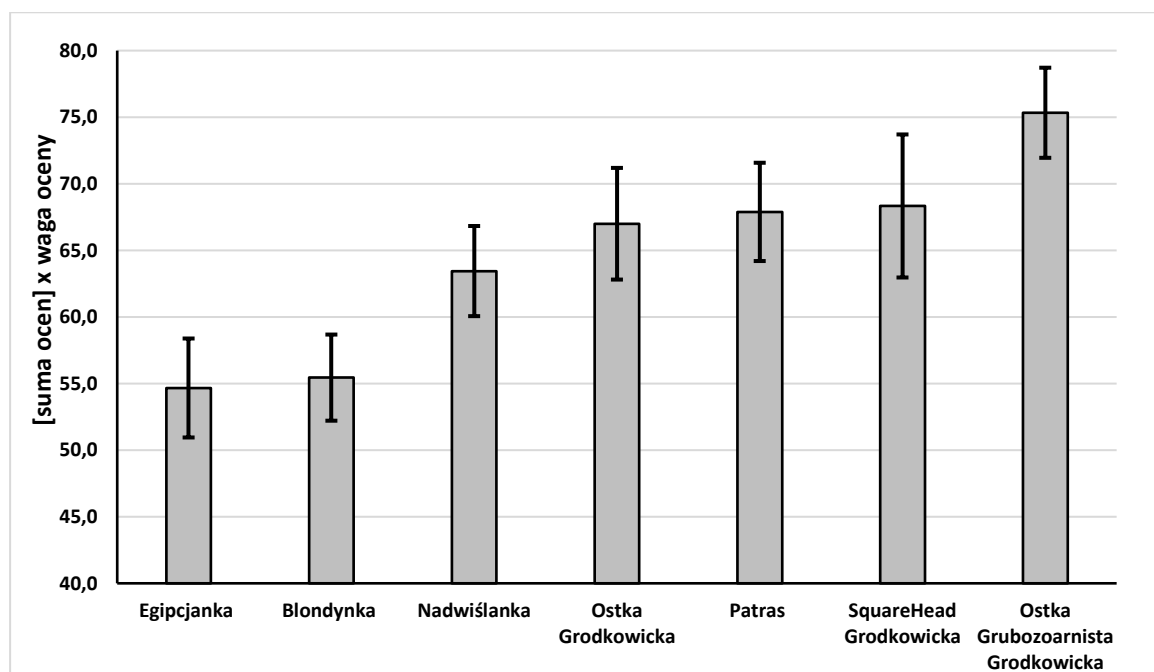
Skład chemiczny

Stwierdzono istotne statystycznie zróżnicowanie wszystkich badanych odmian pod względem zawartości suchej masy, białka, popiołu, lipidów oraz cukrów wolnych. Odmiany regionalne i populacje lokalne charakteryzowały się równocześnie istotnie wyższymi zawartościami popiołu oraz cukrów wolnych w porównaniu do odmiany wzorcowej Patras. Istotne różnice pomiędzy badanymi odmianami stwierdzono również w sumie składników odżywczych, zawartości ligniny oraz lepkości wodnego ekstraktu ziarna (WEV) i wskaźniku właściwości bioaktywnych ziarna (WWB). Średnie wartości ocenianych parametrów były wyższe dla odmian dawnych niż dla odmiany Patras, a dodatkowo zakres wartości był pomiędzy nimi znacznie zróżnicowanym.

Stwierdzono, iż badane odmiany regionalne i populacje lokalne nie różnią się istotnie od odmiany wzorcowej Patras pod względem parametrów farinograficznych. Z kolei pod względem uzyskanych średnich wartości parametrów jakościowych pieczywa, odmiana wzorcową wykazała znacznie niższą wydajność (75% w stosunku o średniej dla odmian regionalnych 135,9%). Ze 100 g mąki odmiany wzorcowej można otrzymać ciasto o objętości 12% większej niż w przypadku średniej dla mąki uzyskanej z przemiału odmian regionalnych i populacji lokalnych.

Analiza konsumencka

Pieczywa otrzymane ze wszystkich badanych odmian uzyskiwały oceny pokrywające całą skalę (od 1 do 9). Na podstawie wyników można jednak stwierdzić, że większość badanych konsumentów odbierała proponowane pieczywa pozytywnie. Dla uzyskania jednowymiarowej oceny akceptacji ocenianych próbek pieczywa dokonano przeliczenia sumy liczby ocen w poszczególnych kategoriach akceptacji przez wagę oceny (ryc.4). Dzięki temu uzyskano ranking akceptacji testowanych próbek pieczywa. Próbkę pieczywa ze średnią największą akceptacją to próbki z mąki odmiany Ostka Gruboziarnista Grodkowicka i Square Head Grodkowicka. Z kolei najniżej oceniono próby pieczywa z odmian Egipcjanka i Blondynka. Pozostałe próby, łącznie z odmianą wzorcową Patras, zostały ocenione na poziomie średnim.



Ryc. 4. Ranking akceptacji testowanych próbek pieczywa. Linie pionowe to wartości odchylenia standardowego.

5. DYSKUSJA

Dla odmian współczesnych atrybut wysokiego plonu jest bardzo istotny, jednak przy wyborze odmian tradycyjnych wyżej cenione są walory smakowe i odporność na niekorzystne warunki środowiskowe [Brush i Meng 1998]. Źródłem tych cech dla współczesnej hodowli mogą być odmiany dawne, lokalne i regionalne [Kloc i Dostatny 2020; Boczkowska i in. 2014; Dostatny i in. 2014]. Odmiany te systematycznie były i są zastępowane genetycznie jednorodnymi odmianami. Jednym ze sposobów zachowania cennych zasobów jest skoncentrowanie się na tych najbardziej przydatnych i rokusujących [Karagöz 2014]. Postępujące zawężanie różnorodności biologicznej na polach uprawnych związane jest z rosnącą specjalizacją i intensyfikacją produkcji rolniczej [Ostergaard i in. 2009; Chakraborty i Newton 2011]. Hodowla nowych odmian z populacji lokalnych może stanowić realną strategię poprawy plonów i ich stabilności, szczególnie w odniesieniu do warunków stresowych i postępujących zmian klimatycznych. Nie wszystkie odmiany współczesne są odpowiednie do uprawy w systemie ekologicznym, a należy zwrócić uwagę, że obecnie w Polsce popyt na żywność ekologiczną jest większy niż możliwości produkcyjne i sukcesywnie się zwiększa tak na rynku wewnętrznym, jak i rynkach eksportowych [Tyburski 2017].

Literatura wskazuje, że zróżnicowanie genetyczne odmianach miejscowych jest bardzo duże, natomiast odmiany współczesne są bardzo słabo zróżnicowane [Piechota i in. 2017]. Na brak zróżnicowania genetycznego nowych odmian i ewentualną tego przyczynę wskazują Baenziger i DePauw (2009). Uzyskane w niniejszej pracy wyniki analiz genetycznych wskazują na zróżnicowanie pod względem zmienności wewnątrz odmianowej w badanych odmianach. Odmiany: Square Head Grodkowicka, Ostka Grodkowicka, Ostka Gruboziarnista Grodkowicka oraz Egipcjanka, w których stwierdzono reprezentację 3 różnych pul genowych, były bardziej zróżnicowane niż trzy pozostałe (Blondynka, Nadwiślanka i Patras), u których stwierdzono reprezentację tylko 1 puli genowej. Zauważone zależności pozostają w ścisłym związku z wartościami współczynnika wsobności F , który dla odmian Square Head Grodkowicka, Ostka Grodkowicka oraz Egipcjanka wyniósł średnio $-0,03$, a dla odmian z drugiej grupy $F = -0,27$.

Podział na dwie wymienione wyżej grupy może być częściowo związany ze zjawiskiem mniejszej zmienności obserwowanej w odmianach potomnych niż w ich odmianach 'rodzicielskich'. Odmianami tymi, w przypadku 6 opisywanych odmian regionalnych i populacji lokalnych są odmiany Ostka Grodkowicka ($F=0,02$) oraz Square Head Grodkowicka ($F=-0,04$) [Krzymuski 2003]. Pozostałe odmiany: Nadwiślanka ($F=-0,3$), Blondynka ($F=-0,29$)

oraz Ostka Gruboziarnista Grodkowicka ($F=-0,15$) powstały w efekcie ich krzyżowania. Tego typu zależności są dowodem na zawężanie puli genowej w procesie hodowli.

Szereg badań wskazuje na znaczną odporność starych lokalnych odmian na choroby grzybowe. Geny odporności na mączniaka prawdziwego zidentyfikowano między innymi w irańskiej rasie lokalnej, która wykazywała szerokie spektrum odporności na przedstawiciela *Blumeria graminis* [Tan i in. 2018] oraz Xiaohongpi, chińskiej odmiany lokalnej pszenicy (*Triticum aestivum* L.) [Fu 2013]. Podobnie odmiana lokalna pszenicy Baiyouyantiao charakteryzująca się odpornością na mączniaka prawdziwego [Xu 2018]. Wysokie zagęszczenie roślin oraz intensywne stosowanie nawozów azotowych we współczesnym rolnictwie potęgują występowanie mączniaka prawdziwego i straty gospodarcze w uprawach [Cowger i in. 2012]. Badania prowadzone nad regionalnymi odmianami i populacjami lokalnymi (Etap II) zarówno w warunkach uprawy ekologicznej i konwencjonalnej potwierdziły względnie niską podatność badanych odmian na porażenie mączniakiem prawdziwym w warunkach lokalnych. Badane odmiany pszenicy ozimej, uprawiane w systemie konwencjonalnym wykazywały się średnio niższym stopniem porażenia przez mączniaka i rdzę brunatną od tych samych odmian, uprawianych w systemie ekologicznym.

Stosunkowo niskie porażenie chorobami grzybowymi starych gatunków pszenicy może wskazywać na ich przydatność w uprawie w warunkach ekologicznych oraz w niskonakładowych gospodarstwach konwencjonalnych [Cyrkler-Degulis, Bulińska-Radomska 2006]. Istotnym elementem jest dobór odpowiedniej odmiany i rozpoznanie reakcji na czynniki chorobotwórcze, co warunkuje uzyskanie dużego plonu o korzystnych parametrach jakościowych [Cacak-Pietrzak 2003]. Polskie badania dotyczące odporności nowych i dawnych odmian na choroby grzybowe w tym rdzę żółtą, wykazały, że odmiany współczesne są zdecydowanie słabiej porażone przez choroby grzybowe niż odmiany dawne [Kuś 2006]. Obserwacje te znalazły potwierdzenie w niniejszych badaniach w odniesieniu do mączniaka, rdzy żółtej oraz brunatnej, aczkolwiek nie w stosunku do septoriozy. W oparciu o uzyskane wyniki trudno wskazać którąkolwiek z badanych odmian regionalnych jako potencjalne źródło podwyższonej odporności na badane choroby grzybowe zbóż.

Poziom plonowania jest istotnym czynnikiem wpływającym na dobór odmiany do uprawy. Wyniki badań w niniejszej pracy wskazują, że średni plon ziarna, uzyskiwanego z badanych odmian regionalnych i populacji lokalnych pszenicy ozimej nie podlegał istotnym zmianom wynikającym ze zróżnicowania warunków pogodowych w kolejnych latach badań. Jest to zgodne z wynikami badań Denčić i in. (2020). Stały, niezawodny poziom wydajności to jeden

z powodów, dla których dawne odmiany są nadal cenione przez rolników, ponieważ zmniejszają ryzyko wystąpienia słabych lat produkcyjnych [Bardsley i Thomas 2005].

Zupełnie inaczej kształtowało się plonowanie odmiany wzorcowej Patras. Odmiana ta wykazała plon średnio niemal dwukrotnie większy w stosunku do odmian badanych, jednak zmienność plonowania w latach była znacznie większa, szczególnie w ekologicznym systemie uprawy, co ma potwierdzenie w dotychczasowych badaniach wskazujących, że współczesne odmiany pszenicy zwyczajnej są bardziej wrażliwe na stresy [Denčić i in. 2020], chociaż charakteryzują się istotnie wyższym plonem w stosunku do starych odmian tego samego gatunku [Cyrkler-Degulis, Bulińska-Radomska 2007].

Masa 1000 ziaren (MTZ) jest parametrem określającym dorodności ziarna, czyli stopień wypełnienia przez substancje zapasowe [Krawczyk i in. 2008]. Badania własne wskazały na relatywnie większą masę tysiąca nasion w systemie ekologicznym, aczkolwiek odmiany regionalne i populacje lokalne nie różniły się istotnie pod względem tej cechy od odmiany Patras. Wyniki te pozostają w sprzeczności z literaturą przedmiotu, ponieważ według dotychczasowych badań na wzrost MTZ ma wpływ nawożenie dolistne [Jarecki 2021], którego w gospodarstwie ekologicznym nie wykonuje się oraz ogólna prawidłowa pielęgnacja łąnu polegająca na zastosowaniu środków ochrony roślin [Gooding i in. 2000].

W badaniach w porównaniu z odmianą współczesną, badane odmiany regionalne i populacje lokalne wykazały dłuższy kłos i większą masę nasion z kłosa i liczbę ziaren w kłosie oraz większą wysokość roślin. Wyniki te częściowo zgadniają się z dotychczasowymi badaniami, które wskazują, że stare odmiany w porównaniu ze współczesnymi odmianami są wyższe, ale wykazują niższe wartości liczby ziaren w kłosie [Moghaddam 1997]. Dotychczasowa literatura wskazuje na słabą odporność na wyleganie starych odmian [Dostatny i in. 2019; Kuś i in. 2010], co pozostaje w zgodności z przeprowadzonymi badaniami. O ile w fazie kłoszenia odporność na wyleganie odmiany współczesnej oraz odmian regionalnych i populacji lokalnych była na podobnym poziomie to przed zbiorem wyleganie odmian regionalnych i populacji lokalnych było znaczne. Długość źdźbeł słomy może być atutem starych odmian. W świetle obserwacji przeprowadzonych w działającej od października 2021 w ramach Działania Współpraca Grupy Operacyjnej „Słomka ze Słomy” długa słoma odmian regionalnych pszenicy ozimej jak np. Nadwiślanka spełnia w pełni kryteria przydatności do produkcji naturalnych, biodegradowalnych słomek do napojów, mających być substytutem wycofywanych słomek plastikowych (Porębski i Wiklak, 2022, informacja ustna). Słomki otrzymane z tej odmiany są równomiernie wybarwione i mają odpowiednie parametry eksploatacyjne (długość, średnica i grubość ścianek).

Dane zawarte w literaturze wskazują na istotny wpływ poziomu białka ogółem na wartość technologiczną ziarna i mąki [Knapowski i in. 2010; Rachoń i in. 2011; Stankowski i in. 2008, Krejčířová i in. 2007]. Wyższa zawartość glutenu w ziarnie, wpływa na uzyskanie lepszego surowca do produkcji mąki [Murawska i in. 2014]. Natomiast liczba opadania jest wskaźnikiem świadczącym o aktywności enzymów amylolitycznych zawartych w mące, czyli ich zdolności do hydrolizy skrobi do cukrów będących substratem w procesie fermentacji ciasta [Krawczyk i in. 2008]. Badania prezentowane w niniejszej pracy wykazały, że mąka otrzymana z odmian regionalnych i populacji lokalnych, uprawianych w warunkach ekologicznych, charakteryzowała się istotnie niższymi wartościami liczby opadania, zawartości glutenu oraz białka, od mąki tych samych odmian, uprawianych w warunkach konwencjonalnych. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki są zgodne z danymi literaturowymi. Zawartość białka w ziarnie zbóż uprawianych w warunkach gospodarstwa ekologicznego jest zazwyczaj niższa od analogicznych wartości uzyskanych w uprawie w warunkach konwencjonalnych. Przyczyną tego są trudności stosowania dolistnego nawożenia w późniejszym okresie wegetacji [Zencirci i Karagoz, 2005]. Inni autorzy również wskazują na różnice w zawartości białka ogółem w mąkach z ziarna pszenicy z uprawy ekologicznej [Fredriksson i in 1998; Kihlberg i in. 2004; Krejčířovej i in. 2007; Cacak-Pietrzak 2011]. Dla większości odmian badanych w niniejszej pracy, mąka pochodząca zarówno z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej spełniała kryterium tej wartości. Na uwagę zasługuje szczególnie niska, powtarzająca się w kolejnych latach oraz systemach uprawy, wartość liczby opadania odmiany Blondynka (średnio 88,3). Cecha ta wskazuje poziom enzymów amylolitycznych zawartych w ziarnie i przy taki niskiej wartości świadczy o zapoczątkowaniu procesów porastania [Górniak i Rothkahel 1999, Mares i Mrva 2008, Rothkahel 2015, Szafrńska 2016]. Ziarno tej odmiany nie powinno być komercyjnie wykorzystywane do celów piekarniczych, z uwagi na domniemaną wysoką zawartość wymienionych wyżej enzymów [Górniak i Rothkahel 1999, Cannon i in. 2021]. Powtarzalność niskiej wartości liczby opadania w latach i systemach uprawy świadczy o genetycznym uwarunkowaniu tej cechy. Jest to związane z defektem genetycznym, który powszechnie występuje w odmianach pszenicy zwyczajnej i może skutkować komercyjnie niedopuszczalnie wysokimi poziomami α -amylazy, enzymu amylolitycznego, w dojrzałym ziarnie nawet w przypadku braku deszczu. W efekcie może to prowadzić do porastania ziarna [Mares i Mrva 2008, Barrero i in. 2013]. Wada ta stanowi poważny problem dla hodowców pszenicy i poza poszlakami, że gibereliny są w jakiś sposób zaangażowane w ekspresję LMA, mechanizmy lub geny leżące u podstaw LMA są nieznane [Mares i Mrva 2008, 2014, Barrero i in. 2013].

Pszenica jest głównym zbożem konsumpcyjnym w Polsce i zawiera znaczne ilości białka i skrobi. Dokładne określenie jakości ziarna pszenicy decyduje o jakości uzyskanej mąki [Cichoń, Ptak 2005]. Własności przemiałowe ziarna można w pośredni sposób ocenić przy pomocy następujących wskaźników: wilgotność ziarna, masa ziarna w stanie zsypanym, wyrównanie, ilości zanieczyszczeń i zawartości popiołu w ziarnie [Sitkowski 2005]. Dla przemysłu młynarskiego cennym surowcem jest ziarno o niskiej zawartości popiołu, co przekłada się na jej typ. Ziarno pszenicy jakościowej nie powinno zawierać powyżej 1,7 % popiołu w suchej masie [Kujawa 2014]. Zawartość popiołu w ziarnie odmian pszenicy wykazano w zakresie od 1,32 do 1,62% [Chen i in. 2009]. Jak wykazują badania własne zawartość popiołu w odmianach regionalnych i populacjach lokalnych mieści się w przedziale 1,8-2,1%, są to wartości wyższe w porównaniu do odmiany Patras zawierającej 1,5% popiołu w ziarnie. Nie oznacza to jednak, że ziarno tych pszenic nie nadaje się do uzyskania mąk o dobrych parametrach wypiekowych.

Według literatury zawartość tłuszczu w ziarnie pszenicy jest zmienna i może mieścić się w zakresie od 0,9 do 2,3% [Barteczko i in. 2009] czy też 2 - 3% [Gąsiorowski 2004]. Zawartość tłuszczu ma wpływ na kulinarne właściwości produktów. Odpowiednia zawartość tłuszczu w mące wpływa np. na zmniejszoną podatność makaronu na rozgotowanie [Matsuo i in. 1989] i korzystnie wpływa na jędrność ugotowanych produktów [Niihara 1996]. Wyniki badań prezentowane w niniejszej pracy wskazują na wyższą zawartość lipidów w badanych odmianach w porównaniu z odmianą wzorcową, jednak wartości te kształtują się na poziomie innych badanych do tej pory odmian pszenicy ozimej [Boros 2011]. Do niedawna główną odpowiedzialność za właściwości wypiekowe mąki przypisywano zawartości i jakości glutenu, jednak niektóre badania wskazują, że to skrobia jest substancją najbardziej istotną w procesie wypieku [Gambuś 1997]. W odniesieniu do zawartości skrobi badacze otrzymali wartości w przedziale 59 - 69% [Gąsiorowski 2004; Aaman i Hesselman 1984]. W badaniach własnych oznaczono zawartość skrobi w ziarnach, która w przypadku odmian regionalnych i populacji lokalnych była niższa w porównaniu do odmiany Patras, a jednocześnie badania potwierdziły dotychczas przedstawiane zależności w zawartości białka do skrobi.

W analizie chemicznej ziarna należy zwrócić również uwagę na zawartość cukrów wolnych, których powinna mieścić się w zakresie od 2,3% do 2,7% [Aaman i Hesselman 1984]. Jak pokazują przeprowadzone badania uzyskane wartości są znacznie niższe zarówno w przypadku odmian regionalnych i populacji lokalnych jak i odmiany współczesnej, która wykazała najniższą spośród badanych odmian wartość kształtującą się na poziomie 1,2%.

Badania nad składem chemicznym ziarna skupiają się na określeniu potencjalnej właściwości prozdrowotnej zbóż. Metodą pośrednią w tym wypadku jest określenie wskaźnika właściwości bioaktywnych (WWB). Dla pszenicy ozimej wartość ta mieści się w przedziale 13,9-16,5 [Boros 2015]. Niemal wszystkie badane odmiany mieszczą się tym przedziale a odmiana Ostka Grodkowicka przewyższa wartości maksymalne tego parametru.

Mąki dobrej jakości technologicznej charakteryzują się liczbą opadania w granicach 200 – 300 sekund [Cacak-Pietrzak i in. 2014, Mazurkiewicz 2005]. Oprócz odmiany Blondynka wszystkie testowane pszenice posiadały zakres mieszczący się granicach normy dla mąk o dobrej jakości. Wartości powyżej 300 sekund, świadczące o klasyfikowaniu ziarna do grupy elitarnej wskazują badania Murawskiej i in. [2014], Al-Saleh i Brennan [2012], Webera [2013] oraz Krawczyka i in. [2008]. Żadna z badanych odmian, zarówno odmian regionalnych i populacji lokalnych jak i wzorzec współczesny, nie uzyskała takich wyników. W przeprowadzonych badaniach własnych uzyskano wodochłonność w granicach 51,0 – 56,7 %. Wraz ze wzrostem wodochłonności zwiększa się wydajność przygotowanego ciasta. Według Radomskiego i in. (2007) oraz Karolini-Skaradzińskiej i in. (2012) wodochłonność mąki powinna mieścić się w zakresie od 50 do 60%. Mąki z odmian regionalnych i populacji lokalnych mieszczą się w granicach norm dla mąk chlebowych i w ocenie tego parametru nie odbiegają od mąki uzyskanej z odmiany współczesnej. Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego przedstawił zakresy wartości parametrów określających jakość mąki [Szafrńska 2013]. Wedle tych zakresów badane mąki w odniesieniu do parametru czasu rozwoju ciasta i jego stałości stanowią mąki „mocne”, czyli przeznaczone do produkcji pieczywa. Podobne cechy wykazuje mąka uzyskana z odmiany Patras. Na podstawie oceny parametru czasu stałości ciasta i rozmiękczenia można określić jakość mąki. Uzyskane wyniki badanych mąk z odmian regionalnych i populacji lokalnych oraz odmiany współczesnej zaklasyfikować można do mąk słabej jakości. Wyjątek stanowią mąki z Ostki Grodkowickiej i Ostki Gruboziarnistej Grodkowickiej, które w tej klasyfikacji uzyskały jakość na poziomie zadowalającym.

Czynnikami, które wpływają na wybór pieczywa przez konsumenta, są jego zapach, porowatość, elastyczność i smak [Kihlberg i in. 2004]. W wyniku przeprowadzonej analizy konsumenckiej uzyskano informacje o preferencji klientów i deklaracji zakupu pieczywa pochodzącego z wypieku mąk z odmian regionalnych i populacji lokalnych w stosunku do pieczywa odmiany współczesnej. Wyniki badań wskazują, że z odmian Ostka Gruboziarnista Grodkowicka i Square Head Grodkowicka uzyskano pieczywo bardziej preferowane w stosunku do odmiany współczesnej. Chleb o potencjalnych właściwościach funkcjonalnych ma

szansę na odniesienie sukcesu na rynku tylko wtedy, gdy konsumenci w pełni akceptują jego walory smakowe. Informacje zewnętrzne o produkcie (np. etykieta, opakowanie, obecność na stoisku z produktami regionalnymi itp.) mogą zwiększyć postrzegane doznania smakowe.

Potwierdzono hipotezę iż zróżnicowanie odmian regionalnych pszenicy ozimej z Małopolskiego Banku Genów jest niewielkie w zestawieniu z odmianami współczesnymi jak chociażby odmianą Patras. Przyczyną tego może być ich wzajemne pokrewieństwo (trzy spośród badanych odmian zostały wytworzone ze skrzyżowania dwóch innych). Odrębność odmian z Małopolskiego Banku Genów w stosunku do odmiany wzorcowej dotyczy takich jak np. odporność na choroby grzybowe, plonowanie, wysokości roślin czy odporność na wyleganie.

Nie potwierdzono istotnie wyższego plonowania odmian regionalnych w warunkach rolnictwa ekologicznego. Średnie plony ziarna uzyskane z uprawy tych odmian w latach 2016 – 2018 wyniosły $4,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, niezależnie od systemu uprawy.

Potwierdzono hipotezę dotyczącą walorów smakowych pieczywa otrzymanego z mąki odmian regionalnych. Co więcej, nie tylko walory te nie odbiegały od stwierdzonych w przypadku analogicznych produktów uzyskanych z mąki odmiany współczesnej a często je przewyższały, jak np. w przypadku odmiany Ostka Grodkowicka Gruboziarnista.

6. WNIOSKI

1. Badane odmiany znacząco różnią się od odmian współczesnych pod kątem plonowania, cech morfologicznych oraz składu chemicznego ziarna.
2. Badane odmiany wykazują stabilność i powtarzalność plonowania oraz średnią odporność na choroby w warunkach uprawy ekologicznej. Mogą być zatem z powodzeniem stosowane w gospodarstwach tradycyjnych i ekologicznych, poszerzając tym samym wachlarz produkowanych tam wyrobów.
3. Uprawa odmian regionalnych pszenicy ozimej pozytywnie wpłynie na wzrost bioróżnorodności upraw zdominowanych głównie przez nowoczesne, wysokopienne odmiany.
4. Odmiany regionalne i populacje lokalne powinny być włączone do oficjalnych badań prowadzonych przez COBORU.
5. Długa słoma badanych odmian wykorzystana może być przede wszystkim jako składnik obornika stanowiącego organiczny nawóz bądź pozostawiona w polu w postaci resztek poźniwnych i przyorana również w celu wzbogacenia gleby w substancje mineralne.

Innym wykorzystaniem długiej słomy może być produkcja w pełni ekologicznych, biodegradowalnych słomek do napojów.

7. LITERATURA

1. Aaman P., Hesselman K. 1984. Analysis of starch and other main constituents of cereal grains. *Swedish J. Agric. Res.* 14, s.135 — 139.
2. Al-Saleh A., Brennan Ch. S., 2012. Bread wheat quality: some physical, chemical and rheological characteristics of Syrian and English bread wheat samples. *Foods* 1, s. 3-17.
3. Baenziger P.S., DePauw R.M., 2009. Wheat breeding: Procedures and strategies. In: Carver BF, ed. *Wheat: Science and trade*. Ames, IA, USA: Wiley-Blackwell Publishing, s.275–308.
4. Bardsley, D. and I. Thomas. 2005. Valuing local wheat landraces for agrobiodiversity conservation in Northeast Turkey. *Agric. Ecosy. Env.* 106, s.407-412.
5. Barrero, J.M.; Mrva, K.; Talbot, M.J.; White, R.G.; Taylor, J.; Gubler, F.; Mares, D.J., 2013. Genetic, hormonal, and physiological analysis of late maturity α -amylase in wheat. *Plant Physiology*, 161, s.1265-1277.
6. Barteczko J., Augustyn R., Lasek O., Smulikowska S. 2009. Chemical composition and nutritional value of different wheat cultivars for broiler chickens. *J. Animal Feed Sci.* 18, s. 124 — 131.
7. Boczkowska M., Nowosielski J., Nowosielska D., Podyma W., 2014. Assessing genetic diversity in 23 early Polish oat cultivars based on molecular and morphological studies. *Genet. Resour. Crop. Ev.* 61(5), s.927–941.
8. Boros D., 2011. Zawartość składników odżywczych i bioaktywnych w ziarnie odmian pszenicy zwyczajnej, *Zboża -wszechstronne wykorzystanie. Poradnik dla producentów. Specjalny dodatek do dwutygodnika „Agro Serwis” wyd. V*, s. 57-66.
9. Boros D., Fraś A., Gołębiowska K., Gołębiwski D., Paczkowska O., Wiśniewska M., 2015. Wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne ziarna odmian zbóż i nasion rzepaku zalecanych do uprawy w Polsce. *Monografia pod red. Boros D. i Fraś A. Monografie i Rozprawy, IHAR-PIB*, 49, s.1-119.

10. Brush, S. B. and E. Meng. 1998. Farmers' valuation and conservation of crop genetic resources. *Gen. Res. Crop Evol.* 45, s.139-150.
11. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Jończyk K. 2003. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej uprawianej w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.*, 133, s. 17-25.
12. Cannon, A.E.; Marston, E.J.; Kiszonas, A.M.; Hauvermale, A.L.; See, D.R. 2021. Late-maturity α -amylase (LMA): exploring the underlying mechanisms and end-use quality effects in wheat. *Planta*, 255, s.2.
13. Carvalho, P.C.d.F., Batello, C., 2009. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. *Livest. Sci.* 120, s.158–162.
14. Chakraborty S., Newton A. C. 2011. Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Pathol.* 60, s.2 — 14.
15. Chen Y., Dunford N. T., Edwards J., Carver B., Goad C. 2009. Genotype and environment affect phytosterol content and composition of wheat. *Cereal Chem.* 86 (1), s. 96 — 99.
16. Cichoń Z., Ptak M., 2005. Analiza jakości wybranych rodzajów mąki pszennej, *Zeszyty Naukowe* 678, s.88-101.
17. Cowger, C., Miranda, L., Griffey, C., Hall, M., Murphy, J. P., and Maxwell, J. 2012. Wheat powdery mildew, *Disease Resistance in Wheat*, s.84-119.
18. Cyrkler-Degulis M., Bulińska-Radomska Z., 2007. Zaniechane gatunki i stare odmiany zbóż, czy współczesne odmiany hodowlane dla rolnictwa ekologicznego?, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 517: 827-840
19. Denčić S, Kastori R., Kobiljski B., Duggan B., 2020. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions, *Euphytica* 113, s. 43–52.
20. Dostatny F.D, Korzeniewska A., Hodun G., Hodun H., 2014. Ekspedycje Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych przeprowadzone na terenie Polski w latach 2009–2011, *Polish Journal of Agronomy* 17, s. 3–10.
21. Fredriksson H., Silverio J., Andersson R., Eliasson AC, Aman P., 1998. Wpływ właściwości amylozy i amylopektyny na właściwości żelatynizacji i retrogradacji różnych skrobi. *Polimery węglowodanowe*, 35 (3-4), s.119-134.

22. Fu B., Chen Y, Li N., Ma H., Kong Z., Zhang L., Jia H., Ma Z., 2013 pmX: a recessive powdery mildew resistance gene at the Pm4 locus identified in wheat landrace Xiaohongpi, *Theoretical and Applied Genetics* volume 126, s. 913–921.
23. Gambuś H. 1997. Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości na jakość i starzenie się pieczywa. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozpr. hab.*, s.226.
24. Gąsiorowski H. 2004. Pszenica – chemia i technologia. Praca zbiorowa. PWRiL
25. Górniak W., J. Rothkaehl 1999. Wymagania jakościowe dla ziarna pszenicy. *Przegl. Zboż.-Młyn.* 43, s.22-23.
26. Jarecki W., 2021.Reakcja pszenicy zwyczajnej ozimej na dolistne nawożenie, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, Nr 294, s.73-81.
27. Kloc G, Dostatny F. D., 2020. Przydatność dla hodowli miejscowych populacji owsa siewnego o wysokim zróżnicowaniu cech fenotypowych, *Biuletyn Instytutu Hodowli I Aklimatyzacji Roślin Nr 290 / 2020*, s.5–8
28. Karagöz A., 2014. Wheat Landraces of Turkey, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26 (2), s. 149-156.
29. Karolini-Skaradzińska Z., Czubaszek A., Stanisławska M., Szewców P.,2012. Zmiany właściwości wypiekowych mąki pszennej pod wpływem dodatku maltodekstryn, *żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 4 (83), s.108 – 12.
30. Kihlberg, I., Johansson, L., Kohler, A. i Risvik, E., 2004. Właściwości sensoryczne chleba pełnoziarnistego na patelnie – wpływ na system rolniczy, technikę mielenia i pieczenia. *Journal of Cereal Science*, 39, s. 67-84.
31. Knapowski T., Ralcewicz M., Spychaj-Fabisiak, E., Łożek, O., 2010. Ocena jakości ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragm. Agron*, 27(1), s. 73-80.
32. Krawczyk P., Ceglińska A., Kardialik J., 2008. Porównanie wartości technologicznej ziarna orkiszu z pszenicą zwyczajną. *ŻNTJ* 5(60), s. 43–51.
33. Krejčířová L., Capouchova I., Petr J., Bicanova E., Faměra, O.,2007. The effect of organic and conventional growing systems on quality and storage protein composition of winter wheat. *Plant Soil Environ*, 53(11), s.499-505.
34. Krzymuski J. (red.) 2003. Historia hodowli i nasiennictwa na ziemiach polskich w XX wieku, s.11-66.
35. Kuś J., Mróz A., Jończyk K.,2006. Nasilenie chorób grzybowych wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 51(2), s. 88-93.

36. Mares, D.; Mrva, K. 2008. Late-maturity [α]-amylase: Low falling number in wheat in the absence of preharvest sprouting. *Journal of Cereal Science*, 47, s.6-17.
37. Mazurkiewicz J., 2005. Porównanie jakości technologicznej pszenicy i żyta uprawianych w warunkach konwencjonalnych i gospodarstwa ekologicznego. *Acta Agrophysica* 6(3), s.729-741.
38. Moghaddam M., Ehdaie B., Waines J.G., 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran, *Euphytica* 95, s.361–369.
39. Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., Keutgen A., Wszelaczyńska E., Pobereźny J., 2014. Cechy technologiczne badanych odmian ziarna pszenicy ozimej uprawianych w warunkach Polski i Wielkiej Brytanii. *Inż. Chem.*, 53(2), s.96-98.
40. Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., Keutgen A., Wszelaczyńska E., Pobereźny J., 2014. Cechy technologiczne badanych odmian ziarna pszenicy ozimej uprawianych w warunkach Polski i Wielkiej Brytanii. *Inż. Chem.*, 53(2), s.96-98.
41. Niihara R., Yonezawa D., Matsuo R.R., 1996. Effect of flour lipids on pasta and noodle quality. In: *Pasta and Noodle Technology*. Eds. J.E. Kruger, R.B. Matsuo, J.W. Dick. AACC, St. Paul, s. 275- 300.
42. Ostergaard H., Finckh M. R., Fontaine L., Goldringer I., Hood S. P., Kristensen K., Lammerts van Bueren E.T., Mascher F., Munk L., Wolfe M. S. 2009. Time for a shift in crop production: embracing complexity through diversity at all levels. *Journal of Science of Food and Agriculture* 89, s. 1439 — 1445.
43. Pingali, P. 2012. Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109, s.12302–12308.
44. Rachoń L., Szumiło G., Stankowski S., 2011. Porównanie wybranych wskaźników wartości technologicznej pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*), twardej (*Triticum durum*) i orkiszowej (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Fragmenta Agronomica*, 28(4), s. 52-59.
45. Radomski G., Bać A., Mierzejewska S., 2007. Ocena porównawcza wartości wypiekowej mąki pszennej i orkiszowej, *Inżynieria Rolnicza* 5(93), s.369-374.
46. Rufo R., Alvaro F., Royo C., Soriano J. M. 2019. From landraces to improved cultivars: Assessment of genetic diversity and population structure of Mediterranean wheat using SNP markers. *PLoS ONE*, 14 (7), s.1-19.

47. Semenov M.A. , Stratonovitch P., Alghabari F., Gooding M.J., 2014. Adapting wheat in Europe for climate change *Journal of Cereal Science, Cereal Science for Food Security, Nutrition and Sustainability*, s.59.
48. Sitkowski S., 2005. Wymagania co do jakości zboża przeznaczonego na mąkę, *Zboże wysokiej jakości wydanie 2 – czerwiec 2005 r, Wartość przemysłowa wybranych odmian pszenicy z hodowli „Nasiona Kobierzyc” Pamiętnik Puławski Zeszyt 139.*
49. Stankowski S., Smagacz J., Hury G., Ułasik S. 2008. Wpływ intensywności nawożenia azotem na jakość ziarna i mąki odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura 7(3)*, s. 105-114.
50. Szafrąńska A.,2013. Ocena farinograficzna ciasta z mąki pszennej, *Mistrza Branży*, s.20-25.
51. Tan C, Li G., Cowger C., Carver B.F, Xu X., 2018. Characterization of Pm63, a powdery mildew resistance gene in Iranian landrace PI 628024, *Theoretical and Applied Genetics volume 132*, s.1137–1144.
52. Tyburski J., 2017. Najważniejsze problemy rolnictwa ekologicznego w Polsce i propozycje działań na rzecz rozwoju rolnictwa i żywności ekologicznej. Prezentacja przedstawiona na Radzie ds. Rolnictwa ekologicznego przy Ministrze Rolnictwa i Rozwoju Wsi.
53. Weber R. 2013. Wpływ sposobu uprawy roli i wysokości ścierni na cechy jakościowe ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej. *Nauka Przyroda Technologie 1(18)*, s.1-10.
54. Wik, M., Pingali, P., Brocai, S., 2008. Globalna wydajność rolnictwa: trendy w przeszłości i perspektywy na przyszłość, s.15-19.
55. Xu X., Feng J., Fan J., Liu Z., Li Q., Zhou Y., Ma Z., 2018. Identification of the resistance gene to powdery mildew in Chinese wheat landrace Baiyouyantiao, *Journal of Integrative Agriculture 2018, 17(1)*, s.37–45.
56. Zencirci N., Karagoz A., 2005. Effect of developmental stages length on yield and some quality traits of Turkish durum wheat [*Triticum durum*L. convar. Durum (Desf.) MacKey] landraces: influence of developmental stages length on yield and quality of durum wheat. *Gen. Res. Crop Evol. 52*, s.765-774.