

**WŁADYSŁAW KADŁUBIEC**<sup>1</sup>**RAFAŁ KURIATA**<sup>1</sup>**JAROSŁAW BOJARCZUK**<sup>2</sup><sup>1</sup> Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu<sup>2</sup> Hodowla Roślin Smolice Sp. z o. o. Grupa IHAR

## Ocena zmienności i współzależności cech rodów pszenicy ozimej twardej Komunikat

### Estimation of variability and interrelationships among various traits in durum wheat lines

#### Short communication

Doświadczenie z 17 rodami pszenicy ozimej twardej i 3 odmianami pszenicy ozimej zwyczajnej założono metodą losowanych bloków w dwóch powtórzeniach, czterech miejscowościach w 2005 roku. Wykonano następujące oznaczenia i pomiary: zawartość białka w ziarnie, szklistość ziarna, zawartość popiołu w ziarnie, liczba opadania, zawartość  $\beta$ -karotenu w ziarnie oraz plon ziarna z poletka. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych form pod względem wszystkich cech. Badane rody pszenicy twardej przewyższały odmiany wzorcowe pod względem zawartości białka,  $\beta$ -karotenu, popiołu w ziarnie oraz szklistości ziarna. Rody *durum* plonowały istotniej niżej, a pod względem liczby opadania dorównywały odmianom pszenicy zwyczajnej. Stwierdzono ujemne istotne współczynniki korelacji między plonem a pozostałymi cechami. Zwiększenie plonowania rodów prawdopodobnie spowoduje obniżenie jakości ziarna co nie jest dobrą prognozą dla realizowania programów hodowlanych. Wykonana analiza ścieżek potwierdza bezpośredni istotny, ujemny związek między plonem a cechami jakościowymi ziarna z wyjątkiem zawartości białka w ziarnie.

**Słowa kluczowe:** analiza ścieżek, analiza wariancji, korelacja prosta, cechy jakościowe, plon ziarna, *Triticum durum*

The experiments with 17 breeding lines of durum wheat and three cultivars of winter wheat were carried out using randomised complete block design in four locations in 2005. Six traits were investigated: grain vitreosity, total protein content, ash of flour, falling number,  $\beta$ -carotene content and grain yield. The analysis of variance revealed differences between all the experimental objects for all the traits. The breeding lines, compared to the cultivars, achieved higher values of grain vitreosity, total protein, ash of flour and  $\beta$ -carotene content, but there was no difference in falling number. The t cultivars produced higher yield than breeding lines. A correlation analysis showed significant negative dependencies between grain yield and all quality traits. It can be assumed that increase in yielding may result in decreasing grain quality. Path analysis confirmed the negative, direct and significant relations between grain yield and all the quality traits except total protein content.

**Key words:** path analysis, variance analysis, correlation, quality traits, grain yield, *Triticum durum*

## WSTĘP

W ostatnich latach uprawa pszenicy twardej rozszerzyła swój zasięg i przesunęła się na północ. Jest to efekt intensywnych prac hodowlanych nad nowymi odmianami w Austrii, Niemczech i Francji. Przesuwanie się rejonów upraw na północ wiąże się z zainteresowaniem różnych ośrodków hodowlanych dostosowaniem tego gatunku do wysokiego i stabilnego plonowania przy zachowaniu dobrych parametrów technologicznych ziarna. (Zalewski, Bojarczuk, 2004). Wprowadzenie do *Triticum durum* genów karłowatości, poprawa jakości i plenności, pozwoliły na rozszerzenie upraw w północnych rejonach Włoch i Francji. W Polsce już po I wojnie światowej zapoczątkowano prace nad pszenicą jarą twardą, które zakończyły się sukcesem (odmiana Puławska Twarda). Pod koniec lat pięćdziesiątych wyhodowano odmianę Hela, ale ze względu na niską plenność w porównaniu z pszenicą zwyczajną wycofano ją z uprawy. W połowie lat sześćdziesiątych w Akademii Rolniczej w Lublinie rozpoczęto prace mające na celu dobór materiału wyjściowego dla krajowych programów hodowlanych (Szwed-Urbaś., Segit, 1996).

Od wielu lat odnotowuje się systematyczny wzrost spożycia makaronów, pomimo iż nie są one podobnie jak inne produkty zbożowe bogate w białko. Wyroby makaronowe zawierają około: 10–12% wody, 12–13% białka, do 3% tłuszczu, 72% węglowodanów – głównie skrobi, oraz 1% składników mineralnych (Rachoń, 2001). Pszenica twarda zastosowana jako dodatek do pszenicy zwyczajnej może podnieść niektóre parametry pieczywa (Rachoń, Kulpa, 2004).

W Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o Grupa IHAR podjęto próbę wyprowadzenia rodów pszenicy ozimej twardej. Celem pracy była ocena 17 rodów pszenicy ozimej twardej i porównanie ich z trzema dobrymi jakościowo odmianami pszenicy zwyczajnej.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło 17 rodów pszenicy ozimej twardej (SMH 6, SMH 7, SMH 8, SMH 9, SMH 44, SMH 45, SMH 46, SMH 47, SMH 48, SMH 21, SMH 26, SMH 49, SMH 36, SMH 50, SMH 52, SMH 53, SMH 54 oraz 3 odmiany pszenicy zwyczajnej (Finezja, Kobra, Tonacja). Finezja zaliczana jest do odmian jakościowych (grupa A) o średniej wysokości roślin, dość małej masie 1000 ziaren, ale o dużej liczbie opadania i wysokiej zawartości białka w ziarnie. Kobra jest odmianą chlebową (grupa B) o niskiej wysokości roślin, średniej masie 1000 ziaren. Posiada bardzo dużą liczbę opadania i średnią zawartość białka w ziarnie. Tonacja jest również odmianą chlebową (grupa B) o średniej wysokości roślin, dużej masie 1000 ziaren, średniej zawartości białka w ziarnie i dużej liczbie opadania. Doświadczenie polowe założono w czterech miejscowościach: Grodkowice, Pągów, Radzików i Walewice metodą losowanych bloków w 2 powtórzeniach. Wykonano następujące oznaczenia i pomiary: zawartość białka w ziarnie, szklistość ziarna, zawartość popiołu w ziarnie, liczba opadania, zawartość  $\beta$ -karotenu w ziarnie oraz plon ziarna z poletka. Do oceny zmienności badanych form wykonano

dwuczynnikową analizę wariancji. Ocenę współzależności badanych cech dokonano wykorzystując korelację prostą Pearsona, a następnie, aby określić wpływ bezpośredni poszczególnych cech na plon zastosowano analizę ścieżek (Williams i in., 1990).

## WYNIKI BADAŃ

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic między punktami doświadczalnymi i obiektami pod względem badanych cech. Istotną interakcję między miejscowościami i obiektami stwierdzono dla zawartości popiołu, liczby opadania oraz plonu ziarna (tab. 1), co wskazuje na niestabilność tych cech i utrudnia prowadzenie skutecznej selekcji. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych cech w miejscowościach (tab. 2). Najwyższy plon ziarna uzyskano w Pągowie, przy czym wartości pozostałych cech np. zawartość  $\beta$ -karotenu, popiołu, białka kształtowała się przeciętnym poziomem, natomiast liczbę opadania cechowała najniższa wartość (tab. 2).

Tabela 1

Średnie kwadraty badanych cech  
Mean squares of the investigated traits

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średnie kwadraty — Mean squares					
		szklistość grain vitreosity	białko total protein	popiół ash of flour	liczba opadania falling number	$\beta$ -karoten $\beta$ -carotene	plon yield
Miejscowości (L) Locations	3	11998,3*	31,01*	0,17*	213824,0*	0,80*	105,66*
Powtórzenia Replicates	2	17056,9	18,83	0,06	9812,55	0,07	0,54
Obiekty (O) Objects	19	2281,8*	6,71*	0,54*	12641,5*	0,54*	8,09*
Interakcja L $\times$ O Interaction L $\times$ O	57	130,0	0,50	0,02*	7589,8*	0,02	0,39*
Reszta Residual	79	361,3	0,44	0,01	2671,8	0,02	0,09

Tabela 2

Średnie wartości badanych cech w miejscowościach  
Mean value of the investigated traits in locations

Miejscowość Location	Cecha — Trait					
	szklistość grain vitreosity	białko total protein	popiół ash of flour	liczba opadania falling number	$\beta$ -karoten $\beta$ -carotene	plon yield
Grodkowice	29,30	13,24	1,81	201,13	1,99	6,63
Pągów	41,95	12,70	1,76	178,10	1,72	9,49
Radzików	63,25	14,55	1,82	287,33	1,68	7,26
Walewice	65,20	12,66	1,68	334,18	1,74	5,67
NIR <sub>0,05</sub>	8,46	0,29	0,05	23,00	0,06	0,13
LSD <sub>0,05</sub>						

Badane rody pszenicy twardej w większości przypadków dla cech decydujących o wartości technologicznej miały średnie lepsze od odmian kontrolnych. Wśród badanych rodów 10 charakteryzowało się większą szklistością niż najlepsza pod tym

względem odmiana wzorcowa Tonacja, pozostałe rody posiadały ten parametr na poziomie wzorców. Zawartość białka w ziarnie 11 form *durum* była istotnie większa od zawartości białka w ziarnie odmian pszenicy zwyczajnej (wzorce), co jest cechą charakterystyczną tych form (Szwed-Urbaś, 1990). Zawartość popiołu u wszystkich badanych rodów była większa niż w odmianach pszenicy zwyczajnej. Dziewięć spośród badanych rodów charakteryzowało się liczbą opadania na poziomie odmian wzorcowych pozostałe rody miały niższe wartości liczby opadania. Istotnie większą zawartością  $\beta$ -karotenu w ziarnie niż odmiany wzorcowe charakteryzowało się 8 rodów pszenicy *durum*. Wielkość plonu 17 badanych rodów pszenicy ozimej twardej jest zdecydowanie niższa od odmian wzorcowych (tab. 3).

Tabela 3

**Średnie wartości badanych cech dla rodów pszenicy ozimej twardej i odmian pszenicy zwyczajnej**  
**Mean values of the investigated durum lines and common wheat cultivars**

Rody i odmiany Lines and cultivars	Cechy — Traits					
	szklistość grain vitreosity	białko total protein	popiół ash of flour	liczba opadania falling number	$\beta$ -karoten $\beta$ -carotene	plon yield
SMH 6	54,25	13,14	1,88	229,75	1,70	7,04
SMH 7	49,00	12,50	1,85	224,25	1,87	7,53
SMH 8	28,00	12,84	1,77	249,50	2,00	6,35
SMH 9	44,25	12,38	1,75	179,00	1,98	7,26
SMH 44	73,00	13,98	2,03	189,25	1,41	6,70
SMH 45	72,50	14,99	2,00	228,50	1,65	6,33
SMH 46	70,50	14,69	2,04	243,63	1,64	6,57
SMH 47	73,75	14,63	1,93	253,50	1,76	6,41
SMH 48	67,50	14,59	1,94	291,25	1,66	6,47
SMH 21	43,50	12,85	1,79	271,63	1,98	6,72
SMH 26	57,75	12,87	1,78	221,38	2,28	7,05
SMH 49	54,25	12,53	1,68	263,50	1,84	7,01
SMH 36	54,25	13,32	1,91	224,88	2,13	7,08
SMH 50	37,25	13,39	1,75	265,13	1,58	7,61
SMH 52	37,00	13,54	1,81	258,75	1,62	7,22
SMH 53	39,25	13,45	1,76	257,50	1,65	6,95
SMH 54	63,75	13,76	2,07	208,75	2,27	6,67
Kobra	20,25	11,92	1,27	338,25	1,69	9,46
Tonacja	33,50	12,22	1,21	286,63	1,30	9,62
Finezja	25,00	12,21	1,19	318,63	1,69	9,23
NIR <sub>0,05</sub>	18,91	0,66	0,10	51,44	0,13	0,29

Wszystkie rody uzyskały większe wartości zawartości popiołu w badanych miejscowościach od odmian wzorcowych pszenicy ozimej (tab. 4). Rody SMH 44, 45, 46, 54 tworzyły jedną grupę jednorodną dla miejscowości, co świadczy o ich stabilności pod względem tej cechy. Rody w poszczególnych miejscowościach znacznie różniły się liczbą opadania. W Walewicach i Radzikowie liczba opadania dla większości rodów była na tym samym poziomie i nie różniła się istotnie od odmian wzorcowych. W pozostałych dwóch miejscowościach rody znacznie odbiegały od odmian pszenicy zwyczajnej. We wszystkich punktach doświadczalnych rody istotnie niżej plonowały w porównaniu z odmianami.

Tabela 4

**Średnie wartości cech dla interakcji rody × miejscowości**  
**Mean values for the objects - by - locations interaction**

Rody Lines	Popiół Ash of flour				Liczba opadania Falling number				Plon Yield			
	Grodko- wice	Pągów	Radzi- ków	Wale- wice	Grodko- wice	Pągów	Radzi- ków	Wale- wice	Grodko- wice	Pągów	Radzi- ków	Wale- wice
SMH 6	1,94	1,80	1,99	1,80	137,00	214,50	217,00	350,50	5,50	9,30	7,75	5,61
SMH 7	1,77	2,04	1,87	1,75	147,50	121,00	271,50	357,00	7,79	9,73	7,04	5,56
SMH 8	1,74	1,78	1,90	1,65	147,50	237,50	295,50	318,00	5,34	8,75	6,47	4,87
SMH 9	1,78	1,77	1,85	1,61	73,50	94,50	214,50	333,50	7,02	8,97	7,57	5,49
SMH 44	2,20	2,16	1,96	1,83	173,50	62,50	202,50	318,50	6,64	8,73	6,42	5,04
SMH 45	2,00	2,06	2,05	1,89	310,50	64,00	203,00	336,50	6,44	7,75	6,47	4,65
SMH 46	2,17	2,09	2,03	1,86	234,50	64,50	320,50	355,00	5,56	8,80	7,01	4,94
SMH 47	2,07	1,96	1,93	1,76	295,00	66,50	317,00	335,50	5,95	8,27	6,39	5,03
SMH 48	1,98	1,94	1,99	1,85	316,50	192,50	311,50	344,50	5,73	8,62	6,79	4,75
SMH 21	1,78	1,86	1,85	1,67	173,50	213,50	342,00	357,50	5,96	9,61	5,92	5,41
SMH 26	1,86	1,79	1,80	1,70	94,50	149,00	321,00	321,00	6,38	9,39	7,00	5,44
SMH 49	1,77	1,63	1,78	1,53	126,00	251,50	324,00	352,50	6,55	9,99	6,30	5,21
SMH 36	2,02	1,94	1,84	1,84	150,00	148,50	275,00	326,00	6,50	9,19	7,40	5,23
SMH 50	1,77	1,66	1,89	1,67	179,00	251,50	289,50	340,50	6,96	9,96	7,91	5,62
SMH 52	1,83	1,75	1,92	1,76	173,50	240,50	273,00	348,00	6,90	9,56	7,20	5,24
SMH 53	1,79	1,70	1,88	1,66	207,00	216,00	243,00	364,00	6,27	9,02	7,29	5,22
SMH 54	2,05	2,23	2,11	1,91	129,50	68,00	304,00	333,50	6,28	8,52	6,81	5,08
Kobra	1,20	1,11	1,35	1,41	362,50	340,50	341,50	308,50	8,34	12,02	9,22	8,25
Tonacja	1,30	0,99	1,29	1,27	297,50	237,50	330,00	281,50	8,59	11,99	9,28	8,64
Finezja	1,26	1,02	1,28	1,23	294,00	328,00	351,00	301,50	8,12	11,77	8,92	8,10
NIR <sub>0,05</sub>	0,20				102,88				0,59			
LSD <sub>0,05</sub>												

Tabela 5

**Macierz współczynników korelacji prostej badanych cech**  
**Correlation coefficient values**

Cecha Trait	Białko Total protein	Popiół Ash of flour	Liczba opadania Falling number	β-karoten β-carotene	Plon Yield
Szklistość Grain vitreosity	0,49*	0,40*	0,04	-0,12	-0,40*
Białko Total protein		0,62*	-0,14	-0,11	-0,29*
Popiół Ash of flour			-0,40*	0,26*	-0,41*
Liczba opadania Falling number				-0,21*	-0,24*
β-karoten β-carotene					-0,25*

W tabeli 5 zamieszczono fenotypowe współczynniki korelacji liniowej między plonem ziarna i pozostałymi badanymi cechami. Ujemną istotną zależność stwierdzono między plonem a wszystkimi badanymi cechami oraz dla liczby opadania z zawartością popiołu i β-karotenu. Dodatkowo wykazano dla szklistości i zawartości białka oraz zawartości popiołu, a także dla zawartości popiołu i β-karotenu (tab. 5). W celu

dokładniejszego poznania zależności między cechami przeprowadzono analizę ścieżek Wrighta (tab. 6).

Tabela 6  
Macierz współczynników ścieżek efektów pośrednich i bezpośrednich badanych cech jakościowych na plon  
Path analysis for direct effects (bold) and indirect effects of the investigated traits

Cecha Trait	Szklistość Grain vitreosity	Białko Total protein	Popiół Ash of flour	Liczba opadania Falling number	β-karoten β-carotene	Współczynnik korelacji Correlation coefficient
Szklistość Grain vitreosity	<b>-0,24*</b>	-0,12	-0,09	-0,01	0,03	-0,40*
Białko Total protein	0,003	<b>0,01</b>	0,005	-0,001	-0,001	-0,29*
Popiół Ash of flour	-0,18	-0,27	<b>-0,44*</b>	0,17	-0,11	-0,41*
Liczba opadania Falling number	-0,02	0,06	0,18	<b>-0,46*</b>	0,10	-0,24*
β-karoten β-carotene	0,03	0,03	-0,07	0,06	<b>-0,26*</b>	-0,25*

Stwierdzono ujemny, istotny bezpośredni wpływ szklistości na plon ziarna, która wykazuje także znaczący ujemny efekt pośredni poprzez zawartość popiołu. Bezpośredni wpływ zawartości białka na plon jest nieistotny natomiast efekty pośrednie poprzez zawartość popiołu oraz szklistość wpływają ujemnie na wartość tej cechy. Bezpośredni wpływ zawartości popiołu jest istotny i ujemny, natomiast efekt pośredni poprzez liczbę opadania jest dodatni jednak jest on równoważony przez niewielkiej wielkości, aczkolwiek negatywne pozostałe efekty pośrednie. Stosunkowo duży i istotny efekt bezpośredni liczby opadania na plon jest częściowo równoważony przez dodatni efekt pośredni poprzez zawartość popiołu. Efekt bezpośredni w przypadku wpływu zawartości β-karotenu jest istotny.

#### WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych form pod względem wszystkich cech.
2. Badane rody pszenicy twardej przewyższały odmiany wzorcowe pod względem zawartości białka, β-karotenu i popiołu w ziarnie oraz szklistości ziarna. Rody *durum* plonowały istotniej niżej a pod względem liczby opadania dorównywały odmianom pszenicy zwyczajnej.
3. Wykazano istotną interakcję między miejscowościami a rodami dla zawartości popiołu w ziarnie oraz dla liczby opadania i plonu ziarna z poletka, co świadczy o wpływie warunków glebowo-pogodowych na wymienione cechy. Nie wykazano istotnej interakcji dla zawartości białka i β-karotenu w ziarnie oraz szklistości ziarna, co wskazałoby, że te cechy są stabilne w różnych środowiskach.
4. Stwierdzono ujemne istotne współczynniki korelacji między plonem a pozostałymi cechami. Zwiększenie plonowania rodów prawdopodobnie spowoduje obniżenie

- jakości ziarna, co nie jest dobrą prognozą dla realizowania programów hodowlanych zakładających podniesienie plonu pszenicy ozimej twardej przy dobrej jakości ziarna.
5. Wykonana analiza ścieżek potwierdza bezpośredni istotny, ujemny związek między plonem a cechami jakościowymi ziarna z wyjątkiem zawartości białka w ziarnie.

#### LITERATURA

- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Rozprawy Naukowe AR w Lublinie, z. 248.
- Rachoń L., Kulpa D. 2004. Ocena przydatności ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) do produkcji pieczywa. *Annales Universitatis Marie Curie-Skłodowska Lublin*. Vol. LIX nr 2: 995 — 1000.
- Szwed-Urbaś K. 1990. Zawartość białka i cechy fizyczne ziarna wybranych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biul. IHAR* 173/175: 35 — 39.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 1996. Wartość ważniejszych elementów plonowania *Triticum durum* z uwzględnieniem interakcji genotypowo-środowiskowej. *Biul. IHAR*, z.200: 291 — 297.
- Williams W. A., Jones M. B., Demment M. W. 1990. A concise table for path analysis statistics. *Agron. J.* 80: 1022 — 1024.
- Zalewski D., Bojarczk J. 2004. Ocena zmienności cech ilościowych ozimej pszenicy twardej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rolniczych*, z. 497: 637 — 644.