

Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: justyna.lesniowska@up.lublin.pl

JUSTYNA LEŚNIEWSKA-NOWAK

Wpływ nowego genu karłowatości (*Tdw*) na komponenty plonu roślin krótkosłomych odmian pszenżyta ozimego

The effect of new dwarfing gene on yield components of triticale semidwarf cultivars

Streszczenie. Wyleganie jest jedną z głównych przyczyn obniżenia plonów roślin pszenżyta. Najskuteczniejszym sposobem ograniczania tego zjawiska jest hodowla i uprawa odmian krótkosłomych z wprowadzonymi genami karłowatości. Celem przedstawionej pracy była ocena wybranych elementów plonowania roślin mieszańcowych, zawierających w swoim genomie gen *Dw1* pochodzący z żyta oraz nowy gen karłowatości *Tdw*, który ujawnił się spontanicznie w roślinach mieszańców oddalonych pochodzących z kombinacji krzyżówkowej [(Jana × Tempo) × Jana] × *Aegilops juvenalis*. W pracy wykazano przydatność nowego genu *Tdw* do uzyskiwania nowych odmian o skróconym źdźble.

Słowa kluczowe: pszenżyto, geny karłowatości, wyleganie, komponenty plonu

WSTĘP

Ulepszanie cech agronomicznych różnych gatunków roślin uprawnych odbywa się często poprzez krzyżowania oddalone, zarówno międzygatunkowe, jak i międzyrodzajowe [Friebe i in. 1996, Łapiński i Gruszecka 1997, Repelin i in. 2001, Valkoun 2001, Achremowicz i in. 2002, Wu i in. 2006]. Produkcja nowych mieszańców roślin oparta na tego rodzaju krzyżowaniach zwiększa różnicowanie genetyczne. W ciągu ostatniego wieku krzyżowania takie były wykorzystywane do uzyskania wielu nowych odmian roślin uprawnych o ulepszonych cechach, np. większej tolerancji na szkodniki oraz wyższym potencjale plonowania [Friebe i in. 1996, Repelin i in. 2001].

Krzyżowanie oddalone pozwala na wprowadzanie do genomu biorcy nie tylko genów odporności czy genów poprawiających jakość i wielkość plonu, ale również na introdukcję genów karłowatości.

Redukcja wysokości roślin jest jednym z najważniejszych celów w hodowli roślin zbożowych [Reynolds i Borlaug 2006, Ellis i in. 2007]. Wynika to z faktu, iż jednym z istotnych czynników warunkujących uzyskanie wysokich i stabilnych plonów zbóż, w tym również pszenżyta, jest odporność na wyleganie [Kelbert i in. 2004].

Zjawisko wylegania powoduje utrudnienie procesów asymilacji, pogorszenie warunków wegetacji oraz pociąga za sobą nieprawidłowości w rozwoju i wzroście roślin. Warunki panujące w wylegniętym łanie sprzyjają rozwojowi patogenów, szczególnie grzybowych, przyczyniają się do obniżania jakości uzyskiwanego ziarna oraz utrudniają zbiór [Roth i in. 1984, Wiersma i in. 1986].

Ograniczenie wylegania możliwe jest m.in. dzięki zastosowaniu regulatorów wzrostu. Ich działanie polega przede wszystkim na hamowaniu wzrostu wydłużeniowego źdźbeł, poprzez blokowanie syntezy giberelin [Rajala i Peltonen-Sainio 2001, Grzyś i in. 2007]. Najskuteczniejszym jednak sposobem zabezpieczenia upraw przed wyleganiem jest hodowla odmian odpornych na to zjawisko, głównie poprzez wprowadzenie do ich genomu genów karłowatości [Gale i Youssefian 1985, Kowalczyk 1997, Keller i in. 1999].

W hodowli pszenżyta wykorzystywano do tej pory geny karłowatości pochodzące z pszenicy (*Rht-B1b*, *Rht-D1b* oraz *Rht-B1c*) [Tarkowski i in. 1995] oraz z żyta [Wolski i Gryka 1994].

Celem przedstawionej pracy była ocena wybranych elementów plonowania roślin mieszańcowych zawierających w swoim genomie gen *Dw1* pochodzący z żyta oraz nowy gen karłowatości *Tdw*, który ujawnił się w roślinach mieszańców oddalonych.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań była populacja roślin F_1 i F_2 uzyskana w wyniku krzyżowania krótkośłomego rodu CZR 876/01 z czterema półkarłowymi odmianami pszenżyta Fidelio, Magnat, Woltario i Zorro, zawierającymi dominujący gen karłowatości *Dw1*. Krótkośłoma forma pszenżyta ozimego (*X Triticosecale* Wittmack) kombinacji krzyżówkowej [(Jana \times Tempo) \times Jana] \times *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig., oznaczona symbolem CZR876/01, uzyskana została w Instytucie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w wyniku rozmnożenia kilku niskich roślin, które spontanicznie wystąpiły na poletku doświadczalnym. Badania wstępne wykazały, że ród ten zawiera nowy, nieopisany dotąd gen karłowatości [Leśniowska-Nowak 2010].

Wszystkie formy przeznaczone do krzyżowań i oceny laboratoryjnej wysiewano na poletkach Gospodarstwa Doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Czesławicach koło Naęczowa. W pokoleniu F_1 ziarniaki wysiewano punktowo na poletkach 2-rzędowych, długości 1 m, stosując rozstaw 10 cm \times 20 cm. W pokoleniu F_2 natomiast zastosowano poletka 5-rzędowe o tej samej długości i takim samym rozstawie. Wraz z roślinami mieszańcowymi wysiewano w tych samych warunkach również formy rodzicielskie, które równolegle oceniano pod względem cech plonotwórczych.

Ocenie laboratoryjnej poddano następujące elementy: długość pędu głównego (cm), długość osadki kłosowej (cm), liczba kłosków w kłosie głównym, zbitość kłosa głównego, liczba ziarniaków w kłosie głównym, masa ziarniaków z kłosa głównego (g), płod-

ność kłoska (liczba ziarniaków przypadających na kłosek kłosa głównego), masa 1000 ziarniaków (g).

W populacji uzyskanej w wyniku krzyżowania krótkosłomego rodu CZR 876/01 z czterema półkarłowymi odmianami pszenżyta Fidelio, Magnat, Woltario i Zorro, w pokoleniu F_1 oceniano po 20, a w F_2 po 30 pojedynczych roślin z każdej kombinacji krzyżówkowej.

Wyniki badań uzyskane dla cech plonotwórczych poddano analizie statystycznej, oddzielnie dla każdego roku badań. W pokoleniu F_1 oceniano po 20 roślin z poszczególnych kombinacji krzyżówkowych (CZR876/01 \times Fidelio, CZR876/01 \times Magnat, CZR876/01 \times Woltario, CZR876/01 \times Zorro). W pokoleniu F_2 natomiast oceniano po 30 roślin. Do określenia istotności różnic pomiędzy średnimi grupowymi w układzie analizy wariancji zastosowano test post-hoc HSD Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wszystkie analizy statystyczne wykonano, stosując oprogramowanie SAS 9.2 (SAS Institute Inc.).

WYNIKI

Analiza danych otrzymanych w pierwszym roku badań wykazała, że mieszańce uzyskane w wyniku krzyżowania roślin rodu CZR 876/01 z odmianami Fidelio i Zorro były istotnie niższe od tych odmian, jednakże nie obserwowano istotnych zmian w porównaniu z niskim rodem CZR 876/01. Długość pędu mieszańców CZR 876/01 \times Woltario nie różniła się istotnie od obu form rodzicielskich. Jedynie forma pochodząca z kombinacji krzyżówkowej CZR 876/01 \times Magnat miała znacznie krótsze źdźbło w porównaniu z oboma komponentami rodzicielskimi, jak również z formami pochodzącymi z pozostałych kombinacji krzyżówkowych (tab. 1). Analogiczny wynik dla tej kombinacji uzyskano także w kolejnym roku badań. W drugim roku badań długość źdźbła wszystkich pozostałych mieszańców nie różniła się istotnie w porównaniu z odpowiednimi formami rodzicielskimi, jak również między sobą (tab. 2).

Pod względem długości osadki kłosowej w pokoleniu F_1 mieszańce pochodzące z kombinacji krzyżówkowej CZR 876/01 \times Zorro miały istotnie większą wartość tej cechy w porównaniu z obiema formami rodzicielskimi. Pozostałe mieszańce miały statystycznie większą długość osadki w porównaniu z odpowiednimi formami ojcowskimi, natomiast nie różniły się od matecznego rodu CZR 876/01 (tab. 1). W pokoleniu F_2 analizowana długość osadki kłosowej dla wszystkich mieszańców była istotnie większa w porównaniu z ojcowskimi odmianami pszenżyta. W większości przypadków nie stwierdzono jednak istotnej różnicy w porównaniu z rodem CZR 876/01. Wyjątek stanowił w tym przypadku mieszańiec z odmianą Woltario, którego osadka była istotnie krótsza. Długość osadki nie różniła się istotnie w obrębie odmian pszenżyta, ale była istotnie mniejsza w stosunku do długości osadki niskiego rodu CZR 876/01 (tab. 2).

Analizując liczbę kłosek w kłosie głównym w pierwszym roku badań, wykazano brak istotnych różnic pod względem tej cechy w obrębie badanych mieszańców. Charakteryzowały się one natomiast większą liczbą kłosek w porównaniu z formą mateczną 'CZR 876/01', a jeden z nich: CZR 876/01 \times Woltario również z formą ojcowską Woltario (tab. 1). W pokoleniu F_2 największą liczbę kłosek w kłosie stwierdzono dla rodu CZR 876/01. Wartość ta nie różniła się istotnie od liczby kłosek mieszańców kombinacji CZR 876/01 \times Fidelio, CZR 876/01 \times Magnat i CZR 876/01 \times Zorro. Staty-

stycznie istotną różnicę stwierdzono tylko dla mieszańca CZR 876/01 × Woltario, który ponadto charakteryzował się większą liczbą kłosek w stosunku do odmiany Woltario (tab. 2).

Tabela. 1. Wartości średnie analizowanych cech ilościowych mieszańców w pokoleniu F₁ populacji uzyskanej w wyniku krzyżowania niskiego rodu CZR 876/01 z półkarłowymi odmianami pszenżyta, zawierającymi gen *Dw1*

Table 1. Mean values of analyzed quantitative traits in F₁ hybrids population obtained from crossing of dwarfing CZR 876/01 strain and semidwarf triticale cultivars containing *Dw1* gene

Obiekt Object	Długość pędu głównego Plant height (cm)	Długość osadki kłosowej Length of rachis (cm)	Liczba kłosek w kłosie No. of spikelets per spike	Zbitość kłosa głównego Spike density	Liczba ziarniaków w kłosie głównym No. of spike kernels	Płodność kłoska Spikelet fertility	Masa ziarniaków z kłosa głównego Weight of spike kernels (g)	Masa 1000 ziarniaków Weight of 1000 kernels (g)
CZR 876/01	85,05	12,70	29,75	22,81	46,10	1,55	1,79	38,79
Fidelio	105,65	12,35	33,25	26,19	55,60	1,67	2,41	43,20
Magnat	92,55	12,30	35,80	28,35	58,70	1,64	2,49	42,12
Woltario	84,60	10,85	30,45	27,19	58,45	1,92	1,99	33,73
Zorro	92,35	11,03	32,25	28,41	47,55	1,47	1,80	37,65
CZR 876/01 × Fidelio	74,38	13,98	33,29	23,19	48,86	1,47	1,83	37,25
CZR 876/01 × Magnat	61,80	13,20	34,60	25,60	23,60	0,68	0,45	19,68
CZR 876/01 × Woltario	75,57	13,86	33,57	23,61	41,57	1,23	1,43	32,64
CZR 876/01 × Zorro	75,90	14,30	34,05	23,24	46,45	1,36	1,74	37,81
NIR _{0,05}	11,56	1,48	3,09	2,33	13,65	0,39	0,77	10,06

Tabela. 2. Wartości średnie analizowanych cech mieszańców w pokoleniu F₂ populacji uzyskanej w wyniku krzyżowania niskiego rodu CZR 876/01 z półkarłowymi odmianami pszenżyta, zawierającymi gen *Dw1*

Table 1. Mean values of analyzed quantitative traits in F₂ hybrids population obtained from crossing of dwarfing CZR 876/01 strain and semidwarf triticale cultivars containing *Dw1* gene

Obiekt Object	Długość pędu głównego Plant height (cm)	Długość osadki kłosowej Length of rachis (cm)	Liczba kłosek w kłosie No. of spikelets per spike	Zbitość kłosa głównego Spike density	Liczba ziarniaków w kłosie głównym No. of spike kernels	Płodność kłoska Spikelet fertility	Masa ziarniaków z kłosa głównego Weight of spike kernels (g)	Masa 1000 ziarniaków Weight of 1000 kernels (g)
CZR 876/01	89,27	14,25	35,55	24,28	42,11	1,20	2,35	55,42
Fidelio	82,20	11,13	29,80	25,76	46,68	1,59	2,50	53,13
Magnat	89,00	11,50	30,80	25,88	41,36	1,35	2,31	55,49
Woltario	84,30	10,93	24,50	21,58	53,07	2,19	2,50	46,89
Zorro	93,30	10,90	29,30	25,92	40,96	1,41	1,97	47,53
CZR 876/01 × Fidelio	86,19	13,17	32,41	23,90	47,42	1,47	2,44	50,41
CZR 876/01 × Magnat	80,37	13,39	33,82	24,62	44,23	1,32	2,09	47,53
CZR 876/01 × Woltario	84,63	12,48	30,42	23,69	43,13	1,41	2,05	46,25
CZR 876/01 × Zorro	85,40	13,08	32,42	24,03	40,45	1,25	2,01	49,03
NIR _{0,05}	6,36	1,19	3,44	1,83	11,89	0,35	0,72	6,51

Przeprowadzone badania wykazały, że wszystkie odmiany półkarłowe pszenżyta w pierwszym roku analiz miały istotnie większą zbitość kłosa w porównaniu z analizowanym rodem CZR 876/01. Istotnie niższą natomiast wartością tej cechy, w porównaniu z formami ojcowskimi, charakteryzowały się wszystkie analizowane formy mieszańcowe. Badane mieszańce, z wyjątkiem kombinacji krzyżówkowej CZR

876/01 × Magnat, nie różniły się istotnie pod względem tej cechy od formy matecznej (tab. 1). W kolejnym roku badań stwierdzono brak istotnych różnic pod względem analizowanej cechy u wszystkich mieszańców w stosunku do rodu CZR 876/01 oraz w obrębie mieszańców. Kombinacje krzyżówkowe CZR 876/01 × Zorro i CZR 876/01 × Fidelio charakteryzowały się istotnie mniejszą, a CZR 876/01 × Woltario istotnie większą zbitością kłosa w porównaniu z ich formami ojcowskimi (tab. 2).

W pierwszym roku badań u roślin mieszańcowych kombinacji krzyżówkowej CZR 876/01 × Magnat stwierdzono istotnie mniejszą liczbę ziarniaków w kłosie w stosunku do obu form rodzicielskich. Mieszaniec CZR 876/01 × Woltario zaś charakteryzował się istotnie mniejszą wartością tej cechy tylko w porównaniu z odmianą Woltario, pozostałe mieszańce natomiast nie różniły się istotnie od odpowiednich form ojcowskich (tab. 1). W pokoleniu F₂ nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie ziarniaków w kłosie pomiędzy mieszańcami a ich formami rodzicielskimi (tab. 2).

W pokoleniu F₁ zaobserwowano istotnie mniejszą masę ziarniaków z kłosa dla kombinacji krzyżówkowej CZR 876/01 × Magnat w porównaniu z obiema formami rodzicielskimi. Nie stwierdzono jednak statystycznie istotnych różnic dla pozostałych kombinacji w porównaniu z niskim rodem CZR 876/01 oraz odpowiednimi odmianami ojcowskimi (tab. 1). W kolejnym pokoleniu nie obserwowano istotnych różnic w masie ziarniaków w obrębie wszystkich analizowanych form (tab. 2).

W pokoleniu F₁ istotnie mniejszą płodnością kłoska w porównaniu z formami rodzicielskimi charakteryzował się mieszaniec CZR 876/01 × Magnat. Pozostałe rośliny analizowanych kombinacji krzyżówkowych nie różniły się istotnie pod względem analizowanej cechy w porównaniu z formą mateczną 'CZR 876/01'. Mieszańce kombinacji CZR 876/01 × Fidelio i CZR 876/01 × Woltario charakteryzowały się zwykle istotnie mniejszą płodnością kłoska w porównaniu z odpowiednią formą ojcowską (tab. 1). W kolejnym pokoleniu stwierdzono istotną różnicę w płodności kłoska pomiędzy mieszańcem CZR 876/01 × Woltario a odmianą Woltario. Pozostałe mieszańce nie różniły się istotnie pod względem tej cechy od odpowiednich form rodzicielskich (tab. 2).

Analiza wyników uzyskanych dla pokolenia F₁ wykazała, że większość form mieszańcowych nie różniła się istotnie pod względem masy 1000 ziarniaków od obydwu odpowiednich komponentów rodzicielskich. Wyjątkiem była forma pochodząca z kombinacji krzyżówkowej CZR 876/01 × Magnat, która cechowała się istotnie mniejszą wartością tej cechy zarówno od formy matecznej, jak i ojcowskiej (tab. 1). W kolejnym roku badań stwierdzono brak istotnych różnic w masie 1000 ziarniaków pomiędzy roślinami kombinacji krzyżówkowych CZR 876/01 × Fidelio i CZR 876/01 × Zorro, a ich komponentami rodzicielskimi. Forma mieszańcowa z odmianą Woltario charakteryzowała się masą 1000 ziarniaków istotnie mniejszą niż uzyskana dla rodu CZR 876/01, natomiast wartość tej cechy dla kombinacji krzyżówkowej CZR 876/01 × Magnat była niższa w porównaniu z obiema formami rodzicielskimi (tab. 2).

DYSKUSJA

Redukcja wysokości jest jednym z najważniejszych celów w hodowli roślin zbożowych [Ellis i in. 2007]. Z tego względu bardzo wiele uwagi poświęca się poszukiwaniu nowych źródeł karłowatości, które pozwoliłyby na znaczne podniesienie odporności na wyleganie,

a w konsekwencji na zwiększenie wysokości plonów i znaczącą poprawę ich jakości [Kowalczyk i in. 1999]. W niniejszej pracy podjęto zatem próbę oceny wpływu nowego genu karłowatości na elementy plonowania roślin półkarłowatych odmian pszenżyta.

Analizy długości pędu głównego wskazują na to, że mieszańce pokolenia F_2 uzyskane w wyniku krzyżowania różnych form pszenżyta między sobą charakteryzują się zwykle dłuższym źdźbłem w porównaniu z formami rodzicielskimi [Doliński i in. 1993]. W badaniach własnych poddano również analizie długość pędu głównego roślin mieszańcowych uzyskanych z krzyżowania nowego karłowategorodu CZR 876/01, pochodzącego z kombinacji krzyżówkowej [(Jana \times Tempo) \times Jana] \times *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig. z polskimi półkarłowatymi odmianami pszenżyta Fidelio, Woltario, Magnat i Zorro. Wyniki uzyskane w pokoleniach F_1 oraz F_2 wykazały, iż mieszańce wszystkich kombinacji krzyżówkowych nie były wyższe od odpowiednich rodzicielskich odmian pszenżyta, co potwierdza, że uzyskane formy mogą okazać się bardzo cenne w praktycznej hodowli pszenżyta.

W przypadku wykorzystywania krzyżowań oddalonych w procesach hodowlanych roślin uprawnych istotnym problemem jest jednoczesne przenoszenie oprócz pożądaných genów, warunkujących cechy korzystne, wielu innych, które spowodować mogą m.in. spadek plonu lub pogorszenie jego jakości. Szczególnie wyraźnie rysuje się to w pracach, gdzie donorem nowych genów są gatunki dzikie. Dlatego też konieczna jest analiza wpływu obecności nowego materiału genetycznego na elementy plonowania uzyskiwanych mieszańców. Z tego względu w badaniach własnych analizowano wybrane elementy plonowania w pokoleniach F_1 i F_2 roślin mieszańcowych, uzyskanych w wyniku krzyżowania karłowategorodu CZR 876/01 z półkarłowatymi odmianami pszenżyta Fidelio, Woltario, Magnat oraz Zorro.

Analizowana w badaniach własnych długość osadki kłosowej mieszańców uzyskanych dla obu populacji była pośrednia w porównaniu z wartościami uzyskanymi dla ich komponentów rodzicielskich. Ponadto zaobserwowano, że wraz ze wzrostem długości osadki kłosowej malała zbitość kłosa głównego badanych mieszańców.

Gruszecka [2004] analizowała długość osadki kłosowej, zbitość kłosa i płodność kłoska w mieszańcach oktoploidalnego pszenżyta z pszenicą zwyczajną. Długość osadki kłosowej form mieszańcowych była pośrednia w porównaniu z odpowiednimi formami rodzicielskimi. W pokoleniu BC_1F_6 kłosy roślin mieszańcowych były wyraźnie krótsze niż u roślin BC_1F_5 , co wpływało ujemnie na zbitość kłosa. Wyniki otrzymane w badaniach własnych nie potwierdziły tego rodzaju zależności. W większości badanych mieszańców wartości zbitości kłosa w kolejnych analizowanych pokoleniach charakteryzowały się niewielkim spadkiem. Gruszecka i Kowalczyk [2000] analizowali zbitość kłosa mieszańców pochodzących z wcześniejszych generacji kombinacji krzyżówkowej [(Jana \times Tempo) \times Jana] \times *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig i stwierdzili, że wartość tej cechy była zbliżona do pszenżyta i istotnie większa niż u kozińca.

Istotnymi wskaźnikami potencjału plonowania roślin zbożowych są również takie cechy, jak liczba i masa ziarniaków z kłosa oraz płodność kłoska. Według Kociuby [2007] oraz Kociuby i in. [2007] średnie wartości tych cech dla odmian pszenżyta były następujące: liczba ziarniaków w kłosie – 47, masa ziarniaków z kłosa – 2,3 g, płodność kłoska – 1,9. W populacji badanych mieszańców największą liczbą oraz masą ziarniaków w kłosie charakteryzowały się rośliny pochodzące z kombinacji krzyżówkowej CZR 876/01 \times Fidelio. Wartości tych cech były w tym przypadku zbliżone do opisanych dla odmian w cytowanych uprzednio pracach. W pozostałych formach mieszańcowych wszystkie wartości ww. cech były znacznie mniejsze.

Bardzo ważnym wskaźnikiem dotyczącym plonowania zbóż jest masa 1000 ziarniaków. Cecha ta analizowana była również w prezentowanej pracy dla populacji mieszańców uzyskanych w wyniku krzyżowania niskiego rodu CZR 876/01 z odmianami Fidelio, Magnat, Woltario i Zorro. Według Jaśkiewicz [2008] średnia wartość tej cechy dla odmiany Fidelio wynosiła 45,7. W badaniach własnych w mieszańcach z odmianą Fidelio wartość tej cechy była większa niż podana przez cytowaną autorkę i kształtowała się na średnim poziomie 50,4 g. Ponadto Jaśkiewicz [2009] analizowała tę samą cechę dla roślin pszenżyta odmiany Woltario, wyliczając jej średnią wartość na 48,9 g. Mieszańiec CZR 876/01 × Woltario w pokoleniu F₂ miał tę wartość nieco mniejszą, wynosiła ona 46,2 g.

WNIOSKI

1. Badany gen karłowatości *Tdw* nie powoduje istotnego obniżenia poszczególnych elementów plonu roślin pszenżyta w porównaniu z odmianami zawierającymi gen *Dw1*, dlatego może być on z powodzeniem wykorzystywany w hodowli nowych odmian.

2. Nowy gen *Tdw* powodował obniżenie wysokości roślin pszenżyta, dlatego może stanowić nowe źródło karłowatości w hodowli krótkosłomych odmian tego zboża.

PIŚMIENNICTWO

- Friebe B., Jiang J., Raupp W.J., McIntosh R.A., Gill B.S. 1996., Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status. *Euphytica* 91, 59–87.
- Łapiński M., Gruszecka D., 1997. Charakterystyka płodnego mieszańca *Secale cereale* × *Haynaldia villosa*. Krajowa Konferencja „Mieszańce oddalone roślin zbożowych”, Poznań, 24 kwietnia 1997, 4–5.
- Repelin A., Bąga M., Jauhar P.P., Chibbar R.N., 2001. Genetic enrichment of cereal crops via alien gene transfer: New challenges. *Plant Cell Tiss. Org.* 64, 159–183.
- Valkoun J.J., 2001. Wheat pre-breeding using wild progenitors. *Euphytica* 119, 17–23.
- Achremowicz B., Gruszecka D., Kornarzyński K., Kulpa D., Pietruszewski S., 2002. Vigour variability in hybrid kernels of triticale with *Aegilosp* under the influence of biostimulation. *Int. Agrophys.* 16, 91–96.
- Wu J., Yang X., Wang H., Li H., Li L., Li X., Liu W., 2006. The introgression of chromosome 6P specifying for increased numbers of florets and kernels from *Agropyron cristatum* into wheat. *Theor. Appl. Genet.* 114, 13–20.
- Reynolds M.P., Borlaug N.E., 2006. Impacts of breeding on international collaborative wheat improvement. *J. Agr. Sci.* 144, 3–17.
- Ellis M.H., Bonnett D.G., Rebetzke G.J., 2007. A 192 bp allele at the *Xgwm261* locus is not always associated with the *Rht8* dwarfing gene in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica* 157, 209–214.
- Kelbert A.J., Spaner D., Briggs K.G., King J.R., 2004. Screening for lodging resistance in spring wheat breeding programmes. *Plant Breed.* 123, 349–354.
- Roth G.W., Marshal H.G., Hatley O.E., Hill Jr. R.R., 1984. Effects of management practices on grain yield, test weight, and lodging of Soft Red Winter Wheat. *Agron. J.* 76, 848–850.
- Wiersma D.W., Oplinger E.S., Guy S.O., 1986. Environment and cultivar effects on winter wheat response to ethephon plant growth regulator. *Agron. J.* 78, 761–764.

- Rajala A., Peltonen-Sainio P., 2001. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. *Agron. J.* 93, 936–943.
- Grzyś E., Grocholski J., Demczuk A., Sacała E., Kulczycki G., 2007. Wpływ regulatorów wzrostu na długość źdźbła, aktywność reduktazy azotanowej i zawartość chlorofilu w liściach wybranych odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protect.* 47(3), 113–116.
- Gale M.D., Youssefian S., 1985. Dwarfing genes in wheat. In: *Progress in plant breeding*. Russel E.G., Butterworths (eds.), London, 1–35.
- Kowalczyk K., 1997. Wpływ genów *Rht1*, *Rht2* i *Rht3* na niektóre właściwości fizjologiczne i morfologiczne pszenicy. *Wiad. Bot.* 41, 27–32
- Keller M., Karutz C., Schmid J.E., Stamp P., Winzeler M., Keller B., Messmer M.M., 1999. Quantitative trait loci for lodging resistance in a segregating wheat × spelt population. *Theor. Appl. Genet.* 98, 1171–1182.
- Tarkowski C., Bichta J., Kowalczyk K., 1995. Transfer genów *Rht1*, *Rht2* i *Rht3* z *Maris Widgeon* do pszenżyta odmiany *Presto*. *Biul. IHAR* 95/96, 81–84.
- Wolski T., Gryka J., 1994. Nowe tendencje w hodowli pszenżyta ozimego. Cz. I. Formy półkarłowe – charakterystyka cech rolniczych. *Hod. Rośl. Nasien.* 3, 1–3.
- Leśniowska-Nowak J., 2010. Identyfikacja markerów DNA sprzężonych z nowym genem karłowatości w pszenżycie (*X Triticosecale* Wittmack) oraz jego wpływ na elementy plonowania. Praca doktorska.
- Kowalczyk K., Miazga D., Tarkowski C., 1999. Znaczenie genów karłowatości w hodowli pszenicy i pszenżyta. *Biul. IHAR* 211, 39–46.
- Doliński R., Tarkowski C., Bichta J., 1993. Variability and heritability of some chosen mechanical properties and morphological features of hexaploid winter triticales stalk. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 399, 35–42.
- Gruszecka D., 2004. Zmienność i współzależność między niektórymi cechami ilościowymi mieszańców pszenżyta 8× z pszenicą 6× oraz form rodzicielskich. *Annales UMCS, Sec. E, Agricultura* 59(1), 63–73.
- Gruszecka D., Kowalczyk K., 2000. Charakterystyka wybranych cech ilościowych mieszańców pszenżyta (*X Triticosecale* Wittmack) z kozięcami (*Aegilops* sp.). *Fol. Univ. Agric. Stetin., Agricultura* 82(206), 83–87.
- Kociuba W., 2007. Charakterystyka zasobów genowych pszenżyta (*X Triticosecale* Wittmack) zgromadzonych w latach 1998–2005. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 517, 369–377.
- Kociuba W., Kramek A., Doliński R., 2007. Porównanie wartości cech użytkowych krajowych odmian pszenżyta ozimego zarejestrowanych w latach 1982–2003. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 517, 379–387.
- Jaśkiewicz B., 2008. Wpływ gęstości siewu i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimego odmiany *Fidelio*. *Acta Agrophysica* 12(2), 381–392.
- Jaśkiewicz B., 2009. Plonowanie pszenżyta ozimego odmiany *Woltario* w zależności od gęstości siewu i sposobu nawożenia azotem. *Acta Agrophysica* 13(3), 705–712.

Summary. Lodging is the main reason for triticales yield decrease. The most effective way of this limiting this phenomenon is breeding and cultivation of short-straw cultivars with introduced dwarfing genes. The aim of the study was estimation of selected yield components of triticales hybrids containing in their genome *Dw1* gene derived from rye, and new dwarfing gene *Tdw* which appeared spontaneously within [(*Jana* × *Tempo*) × *Jana*] × *Aegilops juvenalis* hybrid plants population. In the present paper the usefulness of this new *Tdw* gene for breeding triticales cultivars with shorten straw was shown.

Key words: triticales, dwarfing genes, lodging, yield components