

WANDA KOCIUBA¹**DANUTA KULPA**²¹ Instytut Genetyki i Hodowli Roślin² Katedra Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowywania
Akademia Rolnicza, Lublin

Charakterystyka odmian pszenżyta ozimego pod względem cech związanych z porastaniem ziarna

The characterization of winter triticale cultivars in relation to traits connected with preharvest sprouting

Badania przeprowadzono w 1999 i 2000 roku, na 13 odmianach pszenżyta ozimego, oraz dla porównania badano pszenicę odmiany Elena i żyto Dańkowskie Złote. Analizowano takie cechy, jak: energię i zdolność kiełkowania ziarniaków, liczbę opadania i aktywność α -amylazy. Oznaczenie energii i zdolności kiełkowania (PN-79/R-65950) przeprowadzono na płytkach Petriego o średnicy 15 cm. Podłożem była wilgotna bibuła o pH 6,0–7,5, na którą wysiewano po 100 ziarniaków. Płytki umieszczano w termostacie o temperaturze 23°C. Po 4 dniach badano energię kiełkowania, po 7 dniach zdolność kiełkowania dla żyta, a po 8 dniach dla pszenżyta i pszenicy. Oznaczenia przeprowadzono w 3 powtórzeniach oraz w 4 terminach: w okresie pełnej dojrzałości ziarna oraz 8, 16 i 24 dni po zbiorze, co miało na celu ustalenie okresu spoczynku ziarna. Liczbę opadania (PN-ISO 3093: 1996) oznaczono metodą Hagberga-Pertena, a aktywność α -amylazy (Jones, Varner, 1967) metodą Varnera.

Energia i zdolność kiełkowania ziarna w okresie pełnej dojrzałości była zdecydowanie niższa od wartości uzyskanych w późniejszych terminach, co wiąże się z występowaniem okresu spoczynku ziarna. Należy podkreślić duże zróżnicowanie odmian odnośnie długości i głębokości spoczynku ziarna. Wysokie wartości energii i zdolności kiełkowania ziarna w okresie pełnej dojrzałości otrzymano dla takich odmian, jak: Disco, Fidelio, Tewo i Mundo, zaś niskie dla: Moniko, Lasko, Purdy oraz pszenicy. Wyraźnie niższą aktywność α -amylazy miały odmiany: Purdy, Bogó i Mundo, u których liczba opadania była wyższa, co wskazuje na wyższą odporność na porastanie ziarna tych odmian. Jednak wszystkie badane odmiany pszenżyta ozimego miały wyższą aktywność α -amylazy i niższą liczbę opadania od pszenicy i żyta. Duże zróżnicowanie odmian odnośnie wartości tych cech może pozwolić na prowadzenie odpowiedniej selekcji w pracach hodowlanych.

Słowa kluczowe: α -amylaza, liczba opadania, porastanie, pszenżyto ozime, spoczynek pożywny

The research was conducted on 13 cultivars of winter triticale together with the Elena wheat and the Dańkowskie Złote rye for comparison. The following traits were analyzed: energy and capacity of grain germination, falling number and activity of α -amylase. The presented results concern the two-years research (years covered: 1999, 2000). The energy and capacity of grain germination (PN-79/R-65950) were tested in Petri dishes, 15 cm in diameter. 100 grains were sown on a wet filter paper of pH 6.0–7.5. The dishes were put into a thermostat with temperature 23°C. After 4 days the energy of germination was estimated, after 7 days — the capacity of germination for rye, and after 8 days - the capacity of germination for triticale and

wheat. The tests were conducted in three replications and four times: in full maturity of grain, 8, 16 and 24 days after harvest. The aim was to determine a period of seed dormancy. Falling number (PN-ISO 3093: 1996) was tested by means of the Hagberg-Perten's method and the activity of α -amylase using the Vamer's method.

The energy and capacity of grain germination at full maturity were distinctly lower than the values received for the later terms. The difference was connected with the occurrence of seed dormancy. High differentiation of cultivars in respect of duration and depth of seed dormancy should be emphasized. High values of energy and capacity of grain germination at full maturity were recorded for the following cultivars: Disco, Fidelio, Tewo and Mundo, low values were found for Moniko, Lasko, Purdy and wheat. A significantly lower activity of α -amylase was observed for the cultivars: Purdy, Bogó and Mundo, whose falling number was higher, which suggests a higher resistance to preharvest sprouting of these cultivars. However, all the examined cultivars of winter triticale showed higher activity of α -amylase and lower falling number than in cases of wheat and rye. A considerable differentiation of the cultivars as for the level of these traits will allow selection in the future breeding work.

Key words: α -amylase, falling number, seed dormancy, sprouting, winter triticale

WSTĘP

Odporność na porastanie u pszenżyta jest jednym z ważniejszych kierunków prac hodowlanych od czasu wprowadzenia nowych odmian do uprawy (Tarkowski, 1980; Wolski i Tymieniecka, 1982). Mimo dużego postępu uzyskanego w poziomie wielu cech gospodarczych to postęp w odporności na przedżniwne porastanie ziarna jest ciągle niezadawalający, jak podają Wolski i wsp. (1998) oraz Maćkowiak i wsp. (1998).

W naszych warunkach klimatycznych uprawa odmian podatnych na porastanie prowadzi do dużych strat. Według szacunkowych ocen w przeciętnym roku porastanie ziarna występuje na 5–10% plantacji zbóż (Węgrzyn i in., 1991; Weidner, 1992). Pszenżyto wykorzystywane jest głównie na cele paszowe, ale ostatnio wzrasta zainteresowanie uprawą pszenżyta do celów konsumpcyjnych. Dlatego odmiany pszenżyta posiadające, obok wysokiej wartości paszowej, dobre wartości technologiczne mogłyby konkurować zarówno ze zbożami pastewnymi, jak i chlebowymi. Celem prowadzonych badań była analiza zakresu zmienności cech związanych z porastaniem ziarna u wybranych odmian pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 13 odmianach pszenżyta ozimego oraz dla porównania badano pszenicę odmiany Elena i żyto odmiany Dańkowskie Żłote. Materiał do badań stanowiło ziarno zebrane w okresie pełnej dojrzałości z poletek doświadczalnych założonych w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach k/Nalęczowa. Analizowano takie cechy, jak: energię i zdolność kiełkowania ziarniaków, liczbę opadania i aktywność α -amylazy. Przedstawione wyniki dotyczą 2-letnich badań (1999 i 2000 roku).

Oznaczenie energii i zdolności kiełkowania (PN-79/R-65950) przeprowadzono na płytkach Petriego o średnicy 15 cm. Podłożem była wilgotna bibuła o pH 6,0–7,5, na którą wysiewano po 100 ziarniaków. Płytki umieszczano w termostacie o temperaturze 23°C. Po 4 dniach badano energię kiełkowania, po 7 dniach zdolność kiełkowania dla żyta, po 8

dniach dla pszenżyta i pszenicy. Oznaczenia przeprowadzono w 3 powtórzeniach oraz w 4 terminach: w okresie pełnej dojrzałości ziarna, 8, 16 i 24 dni po zbiorze, co miało na celu ustalenie okresu spoczynku ziarna. Wyniki podano w procentach i przedstawiono w tabeli 1 (podając wartości w latach badań) oraz na rysunkach 1 i 2, na których przedstawiono średnie wyniki 2-letnich badań dla analizowanych odmian.

Aktywność α -amylazy (Jones, Varner, 1967) oznaczono metodą Varnera. Zasada oznaczenia polegała na pomiarze spadku gęstości skrobi spowodowanym działaniem enzymu. Roztwór skrobi przygotowano dodając: 600 mg KH_2PO_4 cz., 150 mg nierozpuszczalnej skrobi, 20 mg CaCl_2 cz. i 100 cm^3 H_2O destylowanej; całość gotowano przez 2 min., chłodzono i odwirowywano przez 10 minut w wirówce typu MPW-340, przy względnej sile odśrodkowej 900 x g. Wyciąg enzymatyczny przygotowano ze 100 ziarniaków, które rozcierano z 20 cm^3 0,9% NaCl, a następnie całość odwirowywano w wirówce. Do 1 cm^3 roztworu skrobi dodawano od 0,005 do 0,025 cm^3 roztworu jodu (6g KJ cz. + 600 mg J_2 cz. w 100 cm^3 H_2O ; 1 cm^3 tego roztworu rozcieńczono do 100 cm^3 w 0,05 n HCl) i 7 cm^3 H_2O destylowanej. Ekstynkcję mierzono na spektrometrze, typu SPEKOL 11, przy długości fali 620 nm, wobec wody destylowanej. Od wartości próby kontrolnej, nie zawierającej enzymu, odejmowano wartość próby właściwej. Za 1 jednostkę (j.e.) przyjęto 0,1 na skali ekstynkcji. Oznaczenia przeprowadzono w trzech powtórzeniach, wyniki podano w j.e./1min. x 100 ziaren (rys. 3).

Liczbę opadania (PN-ISO 3093: 1996) oznaczono metodą Hagberga-Pertena. Zasada oznaczenia polegała na skleikowaniu wodnej zawiesiny mąki w próbówce reakcyjnej umieszczonej we wrzącej łaźni wodnej i pomiarze upłynięcia kleiku pod wpływem α -amylazy. Liczba opadania wyraża czas, jaki jest potrzebny na mieszanie i opadnięcie mieszała wiskozymetrycznego w gorącym kleiku. W celu przygotowania zawiesiny, odważano odpowiednią ilość mąki (w zależności od wilgotności; 7 g dla mąki o wilgotności 15%) i dodawano 25 cm^3 wody destylowanej o temperaturze 20° C. Probówkę wstrząsano do uzyskania jednolitej zawiesiny, a następnie z mieszałem umieszczano w łaźni wodnej. Po 5 s rozpoczynano ręczne mieszanie, w 59. sekundzie mieszało pozostawiano w górnym położeniu. Czas opadania mieszała był rejestrowany przez automatyczny sekundomierz. Oznaczenie przeprowadzono w 2 powtórzeniach, a wyniki podano w sekundach i przedstawiono na rysunku 4 jako średnie z 2 lat.

Badania dotyczące oznaczenia liczby opadania i aktywności α -amylazy wykonano także w 4 terminach, podobnie jak oznaczenia energii i zdolności kiełkowania, ale z uwagi na bardzo małe różnice w otrzymanych wartościach, nie uwzględniano ich przy omawianiu tych cech; zostały one włączone do średnich wartości badanych obiektów.

Wyniki badań opracowano statystycznie wyliczając istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami badanych cech dla odmian i lat metodą przedziałów ufności Tukeya. Obliczono również współczynniki korelacji wykorzystując średnie wartości dla energii i zdolności kiełkowania ziarna, liczby opadania i aktywności α -amylazy w okresie pełnej dojrzałości ziarna.

WYNIKI I DYSKUSJA

W zjawisku porastania duże znaczenie ma spoczynek późniwny ziarna, który jest endogennym czynnikiem zabezpieczającym ziarno przed porastaniem (Moś, 1994). Cecha ta jest uwarunkowana genetycznie, co może być związane z budową okrywy owocownasiennej, stanowiącej mechaniczną przeszkodę dla wzrostu zarodka (Grzesiuk i Kulka, 1988) lub, jak ostatnio podają Moś (1994) i Weidner (1992), obecnością kwasów fenolowych. Spoczynek późniwny ziarna może być także modyfikowany przez czynniki środowiska w okresie dojrzewania ziarna (Doliński, 1995). Jak podaje Doliński (1995) w czasie suchego i ciepłego lata wykształcają się ziarniaki o krótszym okresie spoczynku, a w chłodnych latach, z dużą liczbą dni pochmurnych i opadami w czasie dojrzewania ziarna, okres spoczynku trwa dłużej. Energia i zdolność kiełkowania ziarna badanych odmian pszenżyta ozimego w okresie pełnej dojrzałości była zdecydowanie niższa od wartości uzyskanych w późniejszych terminach (tab. 1), co wiąże się z występowaniem późniwnego spoczynku ziarna.

Tabela 1

Energia i zdolność kiełkowania odmian pszenżyta ozimego w okresie dojrzałości pełnej i późniwnej w porównaniu do żyta i pszenicy

Energy and capacity of germination of winter triticale cultivars in full maturity nad after harvest compared to wheat and rye

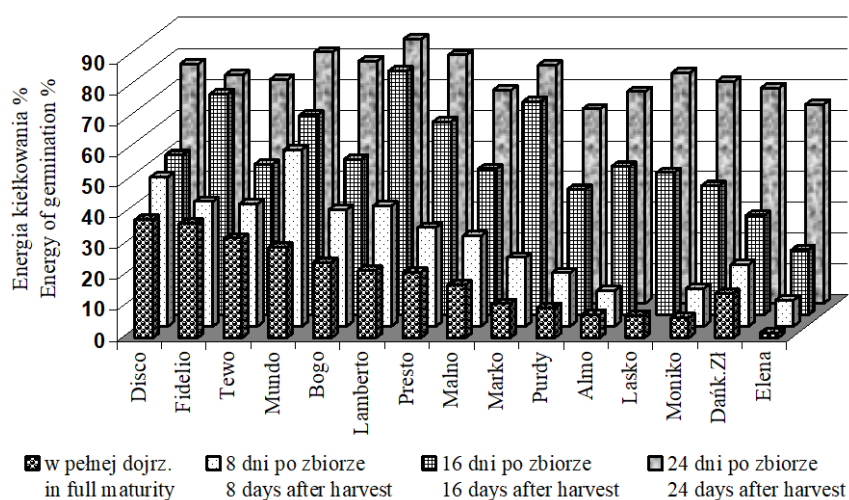
Odmiana Cultivars	Energia kiełkowania (%) Energy of germination (%)							
	pełna dojrzałość full maturity		8 dni po zbiorze 8 days after harvest		16 dni po zbiorze 16 days after harvest		24 dni po zbiorze 24 days after harvest	
Rok Year	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Disco	46,0	30,6	48,0	48,6	51,9	52,6	86,0	69,2
Fidelio	45,6	28,6	47,6	33,3	65,6	77,6	70,5	77,4
Tewo	38,0	26,6	40,6	38,6	49,2	48,6	87,5	57,4
Mundo	40,0	18,6	68,3	46,3	70,5	54,3	93,0	69,8
Bogo	19,6	29,3	23,0	52,6	45,2	55,7	95,0	62,0
Lamberto	18,5	25,3	29,6	28,6	75,4	82,6	87,0	84,3
Presto	24,6	18,0	26,0	38,0	56,2	69,0	90,0	71,0
Malno	25,0	9,3	30,0	29,6	38,8	55,6	72,0	66,2
Marko	12,3	10,0	19,6	25,0	70,6	67,6	82,5	71,6
Purdy	8,3	11,3	15,3	19,3	38,5	43,0	70,5	55,5
Almo	9,6	5,3	11,3	11,6	45,2	51,0	84,0	53,2
Lasko	7,0	7,6	14,3	20,3	38,6	53,6	88,0	61,3
Moniko	5,6	7,3	16,0	8,6	35,6	48,0	85,0	58,7
Średnia Average	23,1	17,5	30,0	30,8	52,4	58,4	83,9	66,0
Elena — pszenica Elena — wheat	1,6	1,3	7,0	10,0	18,5	23,3	90,0	39,0
Dańkowskie Złote — żyto Dańkowskie Złote — rye	15,3	3,3	19,6	20,3	25,5	39,0	97,0	42,6
NIR dla odmian LSD for cultivars	26,5		32,8		24,7		47,5	
NIR dla lat LSD for years	5,1		6,4		4,8		9,2	

c.d. Tabela 1

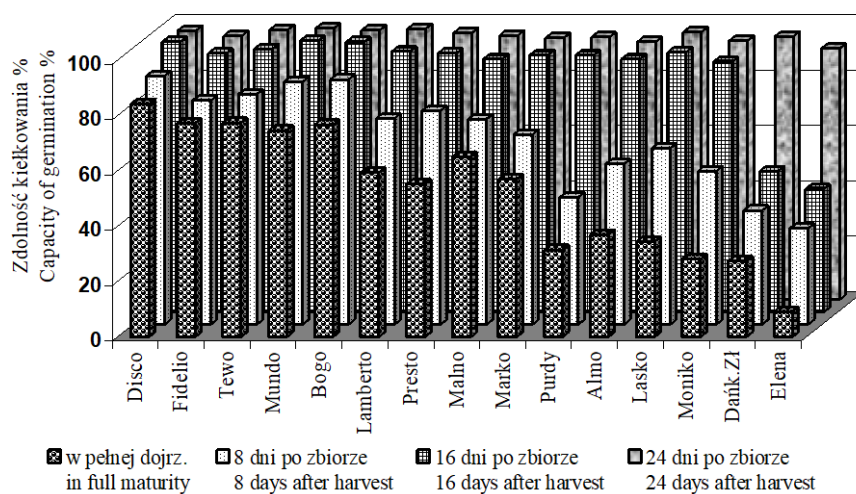
Odmiana Cultivars	Zdolność kiełkowania(%) Capacity of germination (%)							
	pełna dojrzałość full maturity		8 dni po zbiorze 8 days after harvest		16 dni po zbiorze 16 days after harvest		24 dni po zbiorze 24 days after harvest	
Rok Year	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Disco	76,0	92,6	85,3	94,6	86,2	97,8	95,0	97,4
Fidelio	72,0	82,3	74,3	87,6	92,8	93,6	93,0	97,9
Tewo	65,0	90,0	72,0	94,6	94,3	95,2	97,0	98,3
Mundo	65,3	84,0	78,6	97,0	94,5	98,2	98,0	98,4
Bogo	66,6	87,0	83,0	94,3	92,0	97,7	97,0	98,0
Lamberto	39,3	79,6	59,6	89,6	85,4	94,2	97,0	99,2
Presto	50,0	60,6	66,3	88,3	82,4	93,6	94,0	99,0
Malno	59,3	71,0	66,3	82,3	85,2	91,6	93,0	95,6
Marko	41,6	72,6	55,3	82,3	70,3	93,0	92,0	97,3
Purdy	28,6	63,6	28,6	63,6	85,2	93,0	94,0	96,0
Almo	32,3	41,6	40,0	76,3	85,8	91,6	91,0	95,6
Lasko	16,6	52,6	44,3	83,3	68,5	94,0	95,0	98,8
Moniko	15,0	41,3	50,3	60,6	85,7	90,6	92,5	94,9
Średnia Average	48,3	70,7	61,8	84,2	85,2	94,2	94,5	97,4
Elena — pszenica Elena — wheat	10,0	8,3	30,3	39,3	35,2	44,6	96,0	85,6
Dańkowskie Złote — żyto Dańkowskie Złote — rye	28,0	27,0	38,3	44,3	45,6	51,0	98,0	92,6
NIR dla odmian LSD for cultivars	36,1		31,2		20,1		12,0	
NIR dla lat LSD for years	7,0		6,1		3,9		2,3	

Należy podkreślić duże zróżnicowanie odmian, co do czasu trwania tego okresu, jak przedstawiają rysunki 1 i 2. Wysokie wartości energii i zdolności kiełkowania ziarna w okresie pełnej dojrzałości otrzymano dla takich odmian jak: Disco, Fidelio, Tewo, Mundo i Bogo, zaś niskie dla pszenicy i odmian pszenżyta: Moniko, Lasko, Almo i Purdy. Energia i zdolność kiełkowania w pozostałych badanych terminach była również zróżnicowana u badanych odmian pszenżyta, a różnice te były istotne zarówno dla odmian, jak i dla lat (tab. 1). Wyniki uzyskane we wcześniejszych badaniach tych samych odmian pszenżyta ozimego (Doliński i Kociuba, 1999) są zróżnicowane, zwłaszcza dla wartości uzyskanych w okresie pełnej dojrzałości i 8 dni po zbiorze. Może to świadczyć o wpływie czynników atmosferycznych na przedwczesne kiełkowanie ziarna pszenżyta. Zjawisko spoczynku późniejszego jest korzystne, ponieważ wpływa na odporność na porastanie. Na ogół uważa się, że im dłuższy i głębszy spoczynek ziarna, tym mniejsze prawdopodobieństwo porastania. Jednak zbyt przedłużający się spoczynek ziarna może być niekorzystny, ze względu na termin siewu.

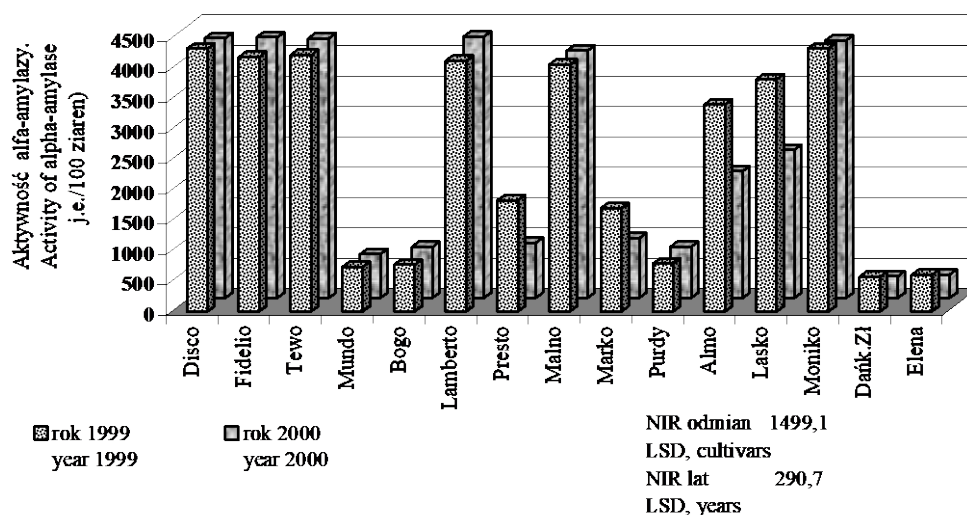
Porastanie ziarna związane jest z podwyższoną aktywnością α -amylazy, enzymu hydrolizującego skrobię (Hagberg i Olered, 1975; Masojć, 1984; Grzesiuk i Kulka, 1988; Węgrzyn i in., 1991; Weidner, 1992). Proces ten ma miejsce w porośniętych ziarniakach, jak również jest kontynuowany w procesie fermentacji i wypieku ciasta, co wpływa niekorzystnie na jego jakość.



Rys. 1. Energia kielkowania badanych odmian pszenżyta ozimego (średnie z 2 lat)
Fig. 1. Energy of germination of the examined winter triticale cultivars (average for 2 years)

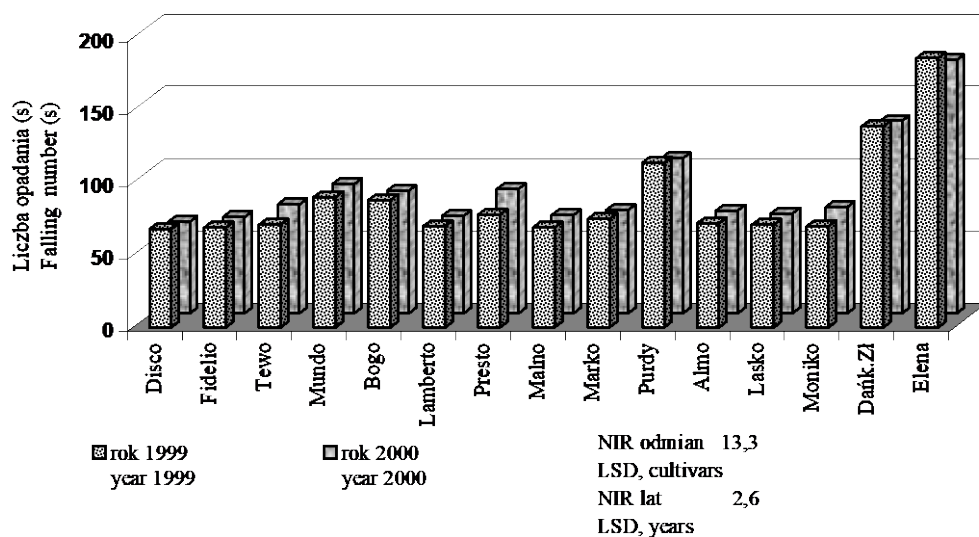


Rys. 2. Zdolność kielkowania badanych odmian pszenżyta ozimego (średnia z 2 lat)
Fig. 2. Capacity of germination of the examined winter triticale cultivars (average for 2 years)



Rys. 3. Aktywność α -amylazy badanych odmian pszenżyta ozimego
 Fig. 3. Activity of α -amylase of the examined winter triticale cultivars

Wszystkie badane odmiany pszenżyta miały wyższą aktywność α -amylazy w porównaniu do pszenicy i żyta. Niskie wartości otrzymano dla odmian: Purdy, Mundo i Bogo, zaś najwyższe miały odmiany: Disco, Moniko, Fidelio, Lamberto, Tewo i Malno (rys. 3). Wysoka aktywność α -amylazy występująca u odmian Disco, Fidelio i Tewo była związana z wysoką energią i zdolnością kiełkowania w okresie pełnej dojrzałości, ale podobnej zależności nie można stwierdzić dla odmian: Moniko, Malno i Lamberto. Z kolei stosunkowo niska aktywność α -amylazy u odmian: Mundo i Bogo nie była związana z niższą zdolnością kiełkowania w okresie pełnej dojrzałości. Potwierdza to pogląd Grzesiuka i Góreckiego (1982), którzy nie stwierdzają wyraźnego związku między aktywnością α -amylazy a porastaniem, sugerując, że wysoka aktywność tego enzymu nie jest przyczyną, lecz skutkiem porastania. Należy także podkreślić, że wszystkie badane odmiany pszenżyta ozimego miały wyższą aktywność α -amylazy od pszenicy i żyta. Wśród badanych odmian pszenżyta występuje istotne zróżnicowanie w aktywności α -amylazy jak również pomiędzy latami, co przedstawiono na rysunku 3; może to pozwolić na kierunkową selekcję w poprawieniu tej cechy.



Rys. 4. Liczba opadania badanych odmian pszenżyta ozimego
 Fig. 4. Falling number of the examined winter triticale cultivars

Miarą skłonności do porastania, nie zawsze jednoznaczną, jest stosowana w ocenie materiałów hodowlanych liczba opadania jako wskaźnik poziomu aktywności enzymów amylolitycznych zawartych w ziarnie. Liczba opadania u pszenżyta nie zawsze w pełni odzwierciedla skłonność do porastania, ponieważ są odmiany wykazujące odporność połową na porastanie, jak sądzą autorzy badań (Wolski, 1987; Maćkowiak i in., 1984). Wyższa liczba opadania świadczy o niskiej aktywności enzymów amylolitycznych i o wyższej odporności zbóż na porastanie, co potwierdzają przedstawione wyniki badań. Wyższą liczbę opadania miały odmiany: Purdy, Bogo i Mundo, jednak są to wartości niższe niż u pszenicy i żyta (rys. 4). Według Rzepki (1993) do odmian zbóż odpornych na porastanie można zaliczyć te, u których aktywność α -amylazy w dojrzałym ziarnie, mimo jej syntezy, jest hamowana dość długo przez endogenne inhibitory nawet w niesprzyjających warunkach pogody.

W tabeli 2 podano współczynniki korelacji dla badanych cech. Jak wynika z przedstawionych danych wysoka korelacja występuje dla energii i zdolności kiełkowania $r_{xy} = 0,6978$ oraz wysoka, ale ujemna korelacja dla aktywności α -amylazy i liczby opadania $r_{xy} = -0,6726$ oraz zdolności kiełkowania i liczby opadania $r_{xy} = -0,5844$.

Tabela 2

Współczynniki korelacji dla badanych cech pszenżyta ozimego
Correlation coefficients for the examined features of winter triticale

Badana cecha Trait	1	2	3
Energia kiełkowania (%) Energy of germinaton (%)			
Zdolność kiełkowania (%) Capacity of germinaton (%)	0,6878**		
Aktywność α -amylazy (j.e./100 ziaren) Activity of α -amylase (j.e./100 grains)	0,3350	0,2975	
Liczba opadania (s) Falling number (s)	-0,4045*	-0,5844	-0,6726

* rxy istotny przy $\alpha = 0,05$ * rxy significant at $\alpha = 0.05$ ** rxy istotny przy $\alpha = 0,01$ ** rxy significant at $\alpha = 0.01$

WNIOSKI

1. Badane odmiany pszenżyta ozimego były istotnie zróżnicowane odnośnie energii i zdolności kiełkowania w okresie pełnej dojrzałości ziarna, jak i po zbiorze, co świadczy o zróżnicowanym okresie spoczynku późniwnego.
2. Niższą aktywność α -amylazy wśród badanych odmian pszenżyta ozimego miały odmiany: Purdy, Bogu i Mundo, u których liczba opadania była wyższa, co może wskazywać na wyższą odporność na porastanie ziarna tych odmian.
3. Wszystkie badane odmiany pszenżyta ozimego miały wyższą aktywność α -amylazy i niższą liczbę opadania od pszenicy i żyta. Występuje istotne zróżnicowanie odmian odnośnie do wartości tych cech, co pozwala na prowadzenie odpowiedniej selekcji w pracach hodowlanych.

LITERATURA

- Doliński R. 1995. Ocena polskich odmian uprawnych i rodów hodowlanych heksaploidalnego pszenżyta pod względem odporności na porastanie. Biul. IHAR 195/196: 147 — 158.
- Doliński R., Kociuba W. 1999. Odporność na porastanie i spoczynek późniwny ziarniaków w kolekcji pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 211: 153 — 164.
- Grzesiuk S., Górecki R. 1982. Studia nad fizjologicznymi właściwościami ziarna siewnego żyta. Hod. Rośl. Aklim. 26/2: 65 — 98.
- Grzesiuk S., Kulka K. 1988. Biologia ziarniaków zbóż. PWN, Warszawa.
- Hagberg S., Olered R. 1975. Studies on starch properties and alpha-amylase activity in rye. Hod. Rośl. Aklim. 19, 5/6: 581 — 592.
- Jones R. L., Varner I. E. 1967. The bioassay of gibberellins. Planta 72/2: 155 — 161.
- Maćkowiak W., Budzianowski G., Łukańko U. 1984. Charakterystyka odmian pszenżyta ozimego i jarego hodowli ZDHAR Małyszyn oraz ich reakcja na niektóre czynniki środowiska. Zeszyty Nauk. AR Szczec. 162: 141 — 146.
- Maćkowiak W., Budzianowski G., Cicha A., Cichy H., Mazurkiewicz L., Milewski G., Paizert K., Szeląg B., Szeląg J., Woś H. 1998. Hodowla pszenżyta w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Małyszyn. Biul. IHAR 205/206: 303 — 320.
- Masojć P. 1984. Amylasy w rozwijającym się ziarnie żyta. Zeszyty Naukowe AR Szczec. 110: 13 — 21.

- Moś M. 1994 Porastanie ziarna pszenżyta ozimego. Zeszyty Naukowe AR im. H. Kołłątaja w Krakowie, Rozprawy 195: 5 — 10.
- Rzepka D. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. Vavilovi* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli żyta odpornych na porastanie. Cz. I. Ocena odporności na porastanie mieszańców międzygatunkowych żyta. Hod. Rośl. Aklim. 37, 5/6: 67 — 79.
- Tarkowski Cz. 1980. Model of triticales plant. Hod. Rośl. Aklim. 24, 5: 439 — 443.
- Weidner S. 1992. Przedsprężne porastanie ziarniaków zbóż i jego regulacja. Post. Nauk Rol. 5/6: 89 — 104.
- Węgrzyn S., Gut M., Cygankiewicz A., Ptak B. 1991 Odporność rodów i odmian pszenicy (*Triticum aestivum* L.) na porastanie. Cz. I. Pszenica ozima. Biul. IHAR 180: 121 — 129.
- Wolski T., Tymieniecka E. 1982. Stan obecny i perspektywy ulepszania ozimego triticales w Stacjach Poznańskiej Hodowli Roślin. Post. Nauk Rol. 5/82: 3 — 26.
- Wolski T. 1987. Odmiany pszenżyta Poznańskiej Hodowli Roślin — ich charakterystyka i perspektywy uprawy. Hod. Rośl. Nasien. 4: 1 — 6.
- Wolski T., Szolkowski A., Gryka J., Pojmaj M. S. 1998. Obecny stan hodowli pszenżyta ozimego w Danko. Biul. IHAR 205/206: 289 — 297.