

PIOTR MASOJC

Katedra Hodowli Roślin

Akademia Rolnicza, Szczecin

Ocena wartości hodowlanej rodów żyta o podwyższonej odporności na porastanie*

Assessment of the breeding value of rye strains with increased sprouting resistance

Dokonano próby wprowadzenia genów odporności na porastanie z odpornej linii wsobnej Ot1-3 do odmian krajowych żyta ozimego. W tym celu otrzymano mieszańce BC₂ odmian Dańkowskie Złote, Wibro, Warko, Amilo, Dańkowskie Nowe z linią wsobną i w dalszych pokoleniach (F₁–F₆) prowadzono selekcję w kierunku odporności na porastanie i przywrócenia pozostałych cech odmianowych. Większość wyselekcjonowanych rodów wraz z wysoką odpornością odziedziczyła niekorzystne cechy linii Ot1-3, rzutujące na niską przydatność hodowlaną. Odporne na porastanie i dobrze plonujące, na poziomie odmiany rodzicielskiej, rody otrzymano jedynie w potomstwie mieszańca z udziałem odmiany Wibro. Ród A100 odznaczał się wysoką liczbą opadania, dorównując pod tym względem odmianie Amilo, natomiast ród A94 wykazywał najwyższy stopień odporności na porastanie.

Słowa kluczowe: aktywność α -amylazy, porastanie, selekcja, żyto

An attempt to introduce genes for sprouting resistance from the resistant inbred line Ot1-3 to Polish rye cultivars was performed. In the course of study, five BC₂ crossess between cvs. Dańkowskie Złote, Wibro, Warko, Amilo, Danko and the inbred line were developed. Their F₁–F₆ generations were selected for sprouting resistance and high yielding traits. Majority of thus selected strains proved to inherit unsatisfactory features from the line Ot1-3, which determined their low breeding value. Sprouting resistant and well yielding strains were developed only from the cross with cv. Wibro as maternal parent. Strain A100 shows high falling number — similar to that of sprouting resistant cv. Amilo and the strain A94 exhibits the highest level of sprouting resistance among studied materials.

Key words: α -amylase activity, rye, selection, sprouting

WSTĘP

Jedną z głównych trudności w hodowli odmian żyta o niskiej podatności na porastanie jest wąska baza genetyczna dotąd wyodrębnionych źródeł odporności. W obrębie form uprawnych stanowi ją głównie wyhodowana w Szwecji odmiana Otello (Persson, 1976) oraz krajowa odmiana Amilo (Wolski, Pietrusiak, 1988). Istnieją również możliwości

* Praca wykonana w ramach projektu nr 5P06A 001 15, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

wykorzystania dzikich gatunków żyta takich jak *S. silvestre*, czy *S. vavilovii*, na co wskazuje Plarre (1980), lecz droga do uszlachetnienia mieszańców oddalonych jest trudna i pracochłonna. Próby przeniesienia genów odporności na porastanie z odmiany Otello do polskich materiałów hodowlanych nie przyniosły dotąd spodziewanych rezultatów (Pietrusiak, inf. ustna). Odnotowano znaczne trudności z eliminacją ujemnych cech związanych z genotypem Otello, takich jak drobne ziarno, niskie plonowanie, opóźnione dojrzewanie. W jedynej krajowej odmianie populacyjnej o wysokiej odporności na porastanie, jaką jest Amilo połączono dobrą plenność i wysoką liczbę opadania dzięki korzystnej rekombinacji cech wnoszonych przez odmiany Dańkowskie Złote, Wojcieszyskie i Sangaste (Wolski, Pietrusiak, 1988). Natomiast Rzepka (1992) otrzymała formy o niskiej aktywności α -amylazy na drodze krzyżowań oddalonych między odmianami uprawnymi a *S. vavilovii* i wieloletniej selekcji w obrębie rozszczepiających się potomstw.

Wśród szerokiego zestawu linii wsobnych żyta badanych pod względem odporności na porastanie i aktywności α -amylazy (Hryniuk, 1999), zdecydowanie najlepszą okazała się linia Ot1-3 wyprowadzona w drodze chowu wsobnego z odmiany Otello. Porastanie tej linii badane w warunkach prowokacyjnych przez okres pięciu lat było zbliżone do zera. Niska jest również aktywność α -amylazy w ziarnie. Natomiast liczba opadania waha się w zależności od roku badań od 140–170 s. Przypuszczalnie, stosunkowo niska liczba opadania linii Ot1-3 wynika z depresji wsobnej, której efektem jest drobne ziarno oraz krótki i zbity kłos. Z drugiej strony, linię tę cechuje duża odporność na patogeny grzybowe i wyleganie.

W roku 1994 otrzymano mieszańce BC₂ pięciu krajowych odmian populacyjnych żyta (Dańkowskie Złote, Amilo, Wibro, Warko, Dańkowskie Nowe) z linią Ot1-3 jako formą ojcowską (Masojć i in., 1996; Masojć, Vu, 1997). W obrębie pokoleń BC₂ i F₁-F₃ izolowano pary najdorodniejszych roślin, które dodatkowo selekcjonowano pod względem odporności na porastanie ocenianej w warunkach prowokacyjnych. Efekty selekcji w pokoleniach F₁-F₃ były obiecujące. W poszczególnych populacjach i w kolejnych pokoleniach wyodrębniano od 10–40% roślin wykazujących niski stopień porastania w kłosach (0–10%) (Masojć i in., 1997). Począwszy od pokolenia F₄, wyselekcjonowane potomstwa par roślin były wysiewane punktowo na oddzielnych 3–8 rządkowych poletkach i oceniane pod względem pokroju i wyrównania. Na tym etapie większość otrzymanych rodów została wyeliminowana z dalszej oceny ze względu na utrzymywanie się w nich prymitywnych cech, krótkiego kłosa i drobnych ziarniaków, odziedziczonych od linii Ot1-3. Formy o wysokiej odporności na porastanie, utrzymujące równocześnie wyrównanie pod względem pokroju roślin otrzymano jedynie w potomstwach wywodzących się z kojarzeń z odmianami Wibro, Dańkowskie Złote i Amilo.

Celem prezentowanej pracy była ocena wartości wyselekcjonowanych rodów żyta pod względem odporności na porastanie, liczby opadania i kilku cech charakteryzujących ich potencjał plonotwórczy w odniesieniu do wyjściowych odmian uprawnych.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badań było sześć rodów żyta otrzymanych w drodze selekcji (Masojć, Vu, 1997), prowadzonej w pokoleniach F_1 – F_6 mieszańców:

- BC2[(Wibro × Ot1-3) × Wibro] × Wibro — (A100, A94, A96)
- BC2[(Amilo × Ot1-3) × Amilo] × Amilo — (A13, A31)
- BC2[(Dańkowskie Złote × Ot1-3) × Dańk. Zł.] × Dańk. Zł. — (A38).

Rody i odmiany Wibro, Amilo, Warko oraz Dańkowskie Złote wysiano w roku 1999 w rozstawie 5 x 20 cm na poletkach o powierzchni 1 m² w trzech powtórzeniach, w układzie bloków losowanych. Doświadczenie założono w polu na terenie Hali Wegetacyjnej Akademii Rolniczej w Szczecinie, na glebie gliniastej lekkiej, stosując nawożenie w przeliczeniu na hektar równe 60 kg N + 30 kg P + 90 kg K. W celu oznaczenia odporności na porastanie, w fazie dojrzałości pełnej pobierano losowo po 20 kłosów z poletka. Bezpośrednio po zbiorze kłosy umieszczano w komorze cieplnej o wilgotności względnej 100% i temp. 25°C na okres 7 dni, stosując codzienne obfite zraszanie wodą. Porastanie wyrażano jako częstość (%) porośniętych ziarniaków w całości próby.

Liczbę opadania określano metodą Hagberga-Pertena na śrucie otrzymanej w młynku laboratoryjnym dołączonym do aparatu Pertena produkcji krajowej (typ SWD). Aktywność α -amylazy ustalono na podstawie średnicy krążka dyfuzyjnego (mm) utworzonego przez enzym w żelu agarozowym (Masojć, Larsson-Raźnikiewicz, 1991). Wrażliwość ziarniaków na kwas abscysynowy (ABA) oceniano na podstawie energii kiełkowania ziarna umieszczonego w 10⁻⁴ M roztworze ABA w 30. dniu po zbiorze. Jak wykazały wcześniejsze badania w okresie do kilku tygodni po ustąpieniu spoczynku ABA hamuje kiełkowanie ziarniaków żyta (Masojć i in., 1996; Masojć, Vu, 1997). Ponadto określono plon ziarna i liczbę kłosów z poletka, masę tysiąca ziaren (MTZ) oraz zmierzone na próbce 25 źdźbeł głównych — wysokość roślin i długość kłosa.

Wyniki poddano analizie wariancji przy użyciu programu Microsoft Excel 97. Istotność różnic między rodami i odmianami ustalono testem t-Studenta, obliczając wartości NIR dla poszczególnych cech.

WYNIKI I DYSKUSJA

Potomstwa par roślin umieszczonych w okresie kwitnienia pod wspólnym izolatorem i uznanych na podstawie oceny stopnia kiełkowania w kłosach za odporne na porastanie wysiano w roku 1997 na poletkach o powierzchni 0,5–1,0 m². Pozwoliło to na dokonanie w roku 1998 wstępnej oceny materiałów pod względem cech o znaczeniu selekcyjnym jak: wczesność, wysokość roślin, długość kłosa, wyrównanie i dorodność ziarna. Otrzymane w wyniku selekcji rody były pod względem wymienionych cech zbliżone do odmian użytych jako komponenty wypierające w mieszańcach BC₂. Rody odznaczały się większą odpornością na porastanie niż odmiany wyjściowe Wibro i Dańkowskie Złote (tab. 1). Jedynie ród A13 nie przewyższał pod tym względem odmiany Amilo. Potwierdzenie uzyskania znaczącego postępu hodowlanego w przypadku rodów A100, A94 i A38 uzyskano również w roku 1999. Dodatkowego argumentu na rzecz genetycznego

uwarunkowania zaobserwowanej różnicy selekcyjnej między rodami i odmianami wyjściowymi dostarczyły badania wrażliwości ziarniaków na kwas abscysynowy.

Tabela 1

**Ocena odporności na porastanie odmian i otrzymanych w drodze selekcji rodów żyta
w latach 1998-1999**
**Evaluation of sprouting resistance in rye cultivars and strains developed through selection
in years 1998-1999**

Ród / Odmiana Strain / Cultivar	Porastanie w roku 1998 Sprouting in 1998 [%]	Porastanie w roku 1999 Sprouting in 1999 [%]	Kielkowanie w roztworze ABA w 1999 [%] Germination in ABA solution in 1999 [%]
A100	5,8	1,6	23,3
A94	7,4	3,8	10,2
Wibro	33,5	8,5	75,0
A38	7,5	3,1	26,5
Dańkowskie Złote	25,0	15,8	75,0
A13	23,0	4,2	35,5
Amilo	17,5	0,5	25,6

Stwierdzono, że podwyższona odporność na porastanie rodów A100, A94 i A38 była związana z większą niż u odmian wrażliwością ziarniaków na egzogeny inhibitor kiełkowania. Związek wrażliwości ziarniaków na ABA z odpornością na porastanie ujawnił się również w przypadku odmiany Amilo i wywodzącego się z niej rodu A13. Obserwowana zależność potwierdza wcześniej uzyskane wyniki (Masojć i in., 1996, 1997), świadcząc o przydatności testu wrażliwości ziarna na ABA do identyfikacji form żyta o podwyższonej odporności na porastanie. Więcej informacji o wartości otrzymanych w drodze selekcji rodów dostarczają wyniki doświadczenia przeprowadzonego w roku 2000 (tab. 2). W tym szczególnie sprzyjającym porastaniu sezonie wegetacyjnym, ze względu na panujące latem warunki pogodowe (obfite opady deszczu w lipcu i na początku sierpnia), odporność na porastanie demonstrowana przez badane rody była wysoce zadowalająca.

Wszystkie wykazały istotnie mniejszą skłonność do porastania niż odmiany rodzicielskie, z wyjątkiem rodu A13. Mimo iż liczba opadania nie była kryterium prowadzonej selekcji, uzyskano znaczny postęp pod względem tej cechy w stosunku do odmian rodzicielskich. Liczba opadania rodu A100 była zbliżona do wartości osiągniętej przez odmianę Amilo i odbiegała znacznie od poziomu odmiany Wibro. Biorąc pod uwagę warunki roku 2000 liczbę opadania rodów A94 i A13 można uznać za wysoką, tym bardziej, że nie była ona istotnie niższa od wartości osiągniętej przez odmianę Amilo. Natomiast ród A38 pochodzący od odmiany Dańkowskie Złote był pod względem liczby opadania zbliżony do odmiany Warko, przewyższając jednak odmianę wyjściową. Zdecydowanie najlepsze pod względem odporności na porastanie rody A100 i A94 nie różniły się istotnie potencjałem plonotwórczym od rodzicielskiej odmiany Wibro.

Tabela 2

Charakterystyka rodów żyta otrzymanych w drodze selekcji w kierunku zwiększonej odporności na porastanie na tle odmian uprawnych

Characterisation of the rye strains developed in course of selection for sprouting resistance in comparison to rye cultivars

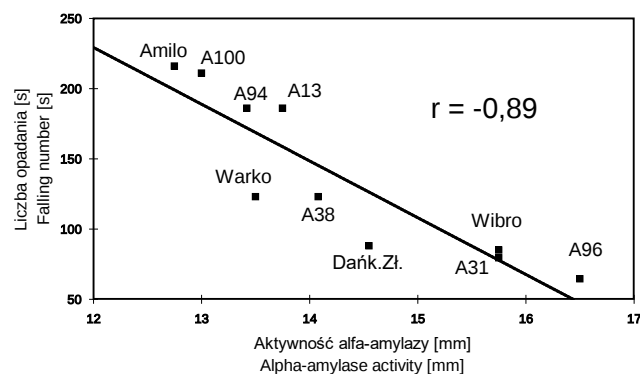
Ród / Odmiana Strain / Cultivar	Porastanie w kłosie Sprouting in the ear [%]	Liczba opadania Falling number [s]	Plon ziarna z poletka Yield per plot [g/m ²]	Liczba kłosów z poletka Ears per plot	MTZ Thous and kernels mass [g]	Wysokość roślin Plant height [cm]	Długość kłosa Ear length [cm]
A100	6,1	211	481,3	252,0	37,7	121,4	11,6
A94	3,2	186	508,6	285,3	37,1	114,0	11,6
Wibro	14,2	85	490,3	225,3	43,9	121,3	11,5
A13	4,0	186	630,6	342,7	40,5	120,9	11,6
Amilo	4,3	216	302,2	161,0	42,2	112,3	10,6
A38	5,7	123	350,6	221,3	36,3	123,5	10,6
Dańk. Żł.	11,8	88	579,6	318,3	45,3	122,0	10,6
Warko	12,4	123	278,5	134,0	47,6	110,7	11,0
NIR _{0,05}	4,8	51	141,1	55,1	2,8	4,1	0,4
LSD _{0,05}							

Zbliżony poziom wartości stwierdzono także dla liczby kłosów z poletka, wysokości roślin i długości kłosa. Istotnie niższa u rodów w porównaniu z odmianą Wibro była jedynie masa tysiąca ziaren. Z kolei ród A13 przewyższał odmianę Amilo pod względem plonu ziarna, liczby kłosów i długości kłosa, przy zachowaniu zbliżonej masy tysiąca nasion. Podwyższona w stosunku do odmiany Dańkowskie Żłote odporność na porastanie rodu A38 była związana z niższym potencjałem plonotwórczym. Wyraziło się to w stosunkowo niskim plonie, niższej liczbie kłosów i zmniejszonej masie tysiąca ziaren.

Obiekty objęte doświadczeniem poletkowym jak również dwa dodatkowe rody wykazujące dobrą odporność na porastanie — A31, z odmiany Amilo i A96, z odmiany Wibro — zostały zbadane pod względem aktywności α -amylazy (rys. 1). Wyniki badań potwierdziły istnienie wysoce istotnej korelacji między pomiarem aktywności enzymu na podstawie średnicy krążka dyfuzyjnego a liczbą opadania ($r = -0,89$). Rody A31 i A96, mimo dobrej odporności na porastanie wykazały wysoką aktywność α -amylazy i niską liczbę opadania. W ich przypadku kryterium selekcji oparte na pomiarze porastania w kłosach okazało się niewystarczające.

Uzyskane efekty prac selekcyjnych wskazują na niską częstość, w potomstwach większości otrzymanych mieszańców, korzystnych rekombinantów łączących odporność na porastanie linii Ot1-3 z wysokim potencjałem plonotwórczym odmian uprawnych. Tym bardziej interesujący wydaje się duży postęp hodowlany uzyskany w przypadku mieszańca BC₂ z odmianą Wibro jako komponentem wypierającym. Odmiana ta zawiera w swoim rodowodzie inną podatną na porastanie odmianę Motto i tym można tłumaczyć jej stosunkowo niską liczbę opadania. Jednakże już ocena pierwszych rozszczepiających się potomstw F₁–F₃ pozwoliła stwierdzić znaczną częstość roślin, zbliżonych pokrojem do typu odmianowego, a równocześnie odpornych na porastanie. Świadczy to o dobrej specyficznej zdolności kombinacyjnej obu komponentów krzyżówki. Z pewnością otrzymane rody A100 i A94 nie reprezentują najlepszych rekombinantów pojawiających

się w potomstwie mieszańca Wibro $\times$ Ot1-3, gdyż skala doświadczenia selekcyjnego nie była duża (ok. 2500 wyjściowych roślin BC₂). Uzyskane wyniki są zatem zachęcające do podjęcia szerzej zakrojonych prac hodowlanych nad tym mieszańcem.



Rys. 1. Korelacja między liczbą opadania a średnicą krążka dyfuzyjnego utworzonego w żelu przez alfa-amylazę określona u badanych rodów i odmian żyta

Fig. 1. Correlation between falling number and the diameter of the diffusion circle developed in the agarose gel by alpha-amylase, determined in the rye strains and cultivars studied

WNIOSKI

1. Osiągnięto znaczący postęp hodowlany w obrębie potomstwa mieszańca BC₂[(Wibro $\times$ Ot1-3) $\times$ Wibro] $\times$ Wibro. Otrzymane w wyniku selekcji rody A100 i A94 odznaczają się wysoką odpornością na porastanie i wysoką liczbą opadania przy zachowaniu potencjału plonotwórczego odmiany rodzicielskiej.
2. Selekcja w obrębie mieszańców BC₂[(Amilo $\times$ Ot1-3) $\times$ Amilo] $\times$ Amilo oraz BC₂[(Dańkowskie Złote $\times$ Ot1-3) $\times$ Dańkowskie Złote] $\times$ Dańkowskie Złote doprowadziła do otrzymania odpowiednio rodów A13 i A38, które mimo znacznej odporności na porastanie nie dorównują odmianom wyjściowym pod względem liczby opadania (A13) lub plonowania (A38).
3. Uzyskano potwierdzenie wysoce istotnej korelacji między liczbą opadania a aktywnością α -amylazy ocenioną przy użyciu metody dyfuzyjnej. Świadczy to o możliwości wykorzystania tej metody we wczesnych etapach selekcji genotypów odpornych na porastanie.
4. Stwierdzono istnienie silnego związku między podatnością na porastanie a wrażliwością ziarna żyta na egzogenne ABA. U rodów będących efektem selekcji w kierunku obniżenia skłonności do porastania w kłosie podwyższona została także wrażliwość na ABA. Test kiełkowania ziarna z użyciem ABA może znaleźć zastosowanie w hodowli jako dodatkowy sprawdzian odporności na porastanie.

LITERATURA

- Hryniuk A. 1999. Charakterystyka odmian, linii i materiałów selekcyjnych żyta pod względem odporności na porastanie. Praca dyplomowa, AR, Szczecin.
- Masojć P., Larsson-Raźnikiewicz M. 1991. Genetic variation of alpha-amylase levels among rye (*Secale cereale* L.) kernels, tested by gel diffusion technique. Swedish J. Agric. Res. 21: 141 — 145.
- Masojć P., Stojalowski S., Milczarski P. 1996. Wykorzystanie linii wsobnej Ot1-3 jako źródła genów odporności żyta na porastanie. Hod. Rośl. Nasien. 2:1 — 4.
- Masojć P., Stojalowski S., Milczarski P., Łapiński M. 1997. Wrażliwość ziarna żyta na kwas abscysynowy (ABA) jako wskaźnik odporności na porastanie. Biul. IHAR. 201: 327 — 336.
- Masojć P., Vu D.T. 1997. Hodowla w kierunku podwyższenia odporności żyta na porastanie. W: Materiały z I Krajowej Konferencji nt. Hodowla Roślin Poznań, 19-20 listopad 1997: 363 — 366.
- Persson E. 1976. Otello – a result of amylase selection for sprouting resistance. Cereal Res. Commun. 4: 101 — 106.
- Plarre W. 1980. Breeding methods for rye with resistance to sprouting. Cereal. Res. Commun. 8: 265 — 274.
- Rzepka D. 1992. Aktywność α -amylazy w ziarnie mieszańców żyta (*Secale cereale* $\times$ *S. vavilovii* Gross.). Hod. Rośl. Aklim. 36: 7 — 15.
- Wolski T., Pietrusiak A. 1988. Breeding of rye for high falling number. Hod. Rośl. Aklim. 32: 305 — 309.