

Wybrane aspekty postępu biologicznego w hodowli pszenżyta (×*Triticosecale* WITTM. ex A. CAMUS)

Mateusz Labudda¹, Joanna Machczyńska¹, Henryk Woś², Piotr T. Bednarek¹

¹ Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin,
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
Radzików k/Warszawy, 05-870 Błonie

² Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR – PIB, Oddział Borowo
e-mail: m.labudda@ihar.edu.pl

Słowa kluczowe: pszenżyto, hodowla roślin, postęp biologiczny

Wstęp

Nazwa botaniczna taksonu, który powstał w wyniku skrzyżowania pszenicy z żytem, brzmi ×*Triticosecale* – od *Triticum* (pszenica) i *Secale* (żyto). W Polsce zboże to przyjęło się nazywać pszenżytem, a w świecie upowszechniła się nazwa triticales. Według Międzynarodowego Kodeksu Nomenklatury Botanicznej kluczową rolę w ustaleniu autorstwa nazwy nowo opisywanego taksonu odgrywa nie tylko jej pierwsze przedstawienie w publikacji naukowej, ale również odpowiednie opisanie w formie diagnozy systematycznej. W przypadku pszenżyta za pierwszego autora nazwy naukowej uznaje się niemieckiego botanika Ludwiga Wittmacka. Jednak opisał on jedynie nazwę botaniczną bez opisu taksonomicznego. Pełnej diagnozy taksonomicznej wraz z podaniem nazwy naukowej dokonała francuska botanik Aimée Antoinette Camus. W takim przypadku według zasad nazewnictwa botanicznego w pracach naukowych podaje się skrót nazwiska drugiego autora, ewentualnie poprzedzony skrótem pierwszego i dopiskiem ‘ex’, dlatego też nazwa pszenżyta jako jednostki taksonomicznej brzmi ×*Triticosecale* WITTM. ex A. CAMUS, gdzie znak mnożenia wskazuje na międzyrodzajowego mieszańca.

Pszenżyto (×*Triticosecale* WITTM. ex A. CAMUS) według systemu Reveala – jednego z nowoczesnych systemów klasyfikacji roślin okrytonasiennych należy do klasy jednoliścienne (*Liliopsida* BRONGN.), podklasy komelinowe (*Commelinidae* TAKHT.), nadrzędu sitopodobne (*Juncanae* TAKHT.), rzędu wiechlinowce (*Poales* SMALL), ro-

dziny wiechlinowate (*Poaceae* (R. BR.) BARNH.) [15]. Jako nowy takson powstało w wyniku krzyżowania oddalonego, które miało na celu nagromadzenie w jednej formie mieszańcowej wartościowych cech pszenicy i żyta. Pszenżyto zawierając w sobie genom *Secale* oraz część genomu *Triticum* charakteryzuje się zarówno zdolnością tworzenia plonu wysokiej jakości, który użytkowany jest głównie na cele paszowe, jak i odpornością na stresy abiotyczne i biotyczne [1]. Ziarniaki pszenżyta zawierają więcej białka, składników mineralnych oraz lizyny w porównaniu z pszenicą, ryżem czy kukurydzą przy równoczesnym zachowaniu podobnego poziomu witamin w odniesieniu do pszenicy [6].

Powstanie taksonu i początki polskiej hodowli

Historię hodowli tego gatunku zapoczątkował Wilson, który to w latach 1875–1876 w Edynburgu w Szkocji uzyskał i opisał dwie sterylne rośliny mieszańcowe, powstałe w wyniku bezpośredniego krzyżowania pszenicy z żytem [21, 24, 25]. Pierwotne formy pszenżyta o różnym stopniu ploidalności otrzymywano krzyżując diploidalne żyto z różniącymi się pod względem liczby chromosomów gatunkami z rodzaju *Triticum*, a następnie podwajaniu liczby chromosomów u płonnych mieszańców pokolenia F_1 [14]. Najstarszą uzyskaną formą mieszańcową, powstałą w wyniku skrzyżowania pszenicy heksaploidalnej (*Triticum aestivum* L.; $2n = 6x = 42$) z żytem diploidalnym (*Secale cereale* L.; $2n = 2x = 14$) było pszenżyto oktaploidalne ($2n = 8x = 56$) [14]. Krzyżując pszenicę diploidalną *Triticum monococcum* L. var. *macedonicum* ($2n = 2x = 14$) z żytem diploidalnym ‘Dańkowskie Złote’ ($2n = 2x = 14$) otrzymano amfiploid – pszenżyto tetraploidalne [31, 32]. Przeprowadzając natomiast krzyżowanie pszenicy heksaploidalnej ($2n = 6x = 42$) z żytem tetraploidalnym ($2n = 4x = 28$), podjęto próby wyprowadzenia pszenżyta dekaploidalnego ($2n = 10x = 70$), jednakże uzyskane mieszańce cechowały się słabym wigorem, były nieplodne i niestabilne cytogenetycznie [25]. Optymalnym poziomem ploidalności dla pszenżyta okazała się heksaploidalność. Pszenżyto heksaploidalne ($2n = 6x = 42$) otrzymano krzyżując tetraploidalne gatunki pszenicy ($2n = 4x = 28$) *Triticum durum* DESF. i *Triticum turgidum* L. z żytem *Secale cereale* L. lub innymi gatunkami z rodzaju *Secale* (np. z *Secale montanum*). Obecnie na świecie większość uprawianych odmian oraz wszystkie odmiany krajowe to odmiany heksaploidalne [14].

W Polsce próby hodowli pszenżyta ozimego podjęto w XIX wieku, jednakże dopiero tuż przed wybuchem II Wojny Światowej zarejestrowano pierwszą odmianę – pszenżyto ‘Kruszynkowskie’ [4]. Odmiany przeznaczone do produkcji towarowej zaczęły powstawać w Polsce na początku lat 80. ubiegłego wieku. Prekursorową odmianą zarejestrowaną w 1982 roku była ozima forma ‘Lasko’, która – ze względu na swoją wysoką skłonność do wymarzenia – przeznaczona była głównie na cele eksportowe. Wyleganie plantacji, które może w znacznym stopniu spowodować straty ilościowe i jakościowe w plonie ziarna jest dużym ograniczeniem w uprawie

pszenżyta ozimego, dlatego też istotnym postępowaniem w hodowli było wyhodowanie odmian półkarłowych. Pierwszą zarejestrowaną w Polsce odmianą półkarłową był 'Fidelio' (1997). W produkcji rolniczej znajdują się również jare formy pszenżyta, z których, jako protoplastę, w 1987 roku zarejestrowano 'Jago' [4].

Optymalny model odmiany pszenżyta ozimego

Prof. Czesław Tarkowski, prof. Tadeusz Wolski oraz dr Walenty Maćkowiak, którzy w istotny sposób przyczynili się do rozwoju hodowli roślin w Polsce i na świecie, zdefiniowali cechy, jakimi powinna być obdarzona dobra odmiana *Triticosecale*. Na tle innych roślin rolniczych w celu zachowania konkurencyjności i opłacalności uprawy tego zboża określono, że plon ziarna powinien zawierać się w przedziale od 5 do 10 ton · ha⁻¹. Zwrócono również uwagę na właściwości technologiczne i strawność ziarna. Odmiany powinny zawierać co najmniej 12% białka w suchej masie ziarniaków, natomiast formy przeznaczone do wypieku pieczywa cechować się obecnością od 30% mokrego glutenu. Pszenżyto musi być odporne na porastanie ziarna oraz charakteryzować się tolerancją na obniżone pH gleby, odpornością na wymarzenie, wyleganie i porażenie chorobami oraz zdolnością tworzenia dobrej jakości plonu na glebach kompleksu żytniego dobrego [37].

Obecnie ocenia się potencjał plonowania pszenżyta na około 20 t · ha⁻¹, a do celów wypiekowych mąka z pszenżyta nie musi zawierać 30% glutenu, ale cechować się wysoką liczbą opadania (min. 200 s) [Woś 2011; badania własne, niepublikowane].

Kierunki hodowli pszenżyta ozimego w Polsce

W Polsce realizowane są programy ukierunkowane na wyprowadzenie form odpornych na wymarzenie, wyleganie, porastanie, choroby podstawy źdźbła, liści i kłosa czy też obdarzonych tolerancją na wysokie stężenie jonów glinu w podłożu oraz niskie pH gleby. Szczególny nacisk kładziony jest na wytworzenie wiernie i wysoko plonujących odmian, również na glebach niskiej jakości oraz na uzyskiwanie wartościowych form pastewnych czy też do produkcji bioetanolu [16, 17, 38]. Pszenżyto w małej skali użytkowane jest również do wypieku chleba oraz do produkcji zielonej biomasy do biogazowni [Woś 2011; badania własne, niepublikowane].

Wartość paszowa ziarna. Ziarno form jarych i ozimych pszenżyta w Polsce przeznaczone jest na paszę dla drobiu oraz trzody chlewnej. W ostatnim przypadku udział pszenżyta w karmie może stanowić nawet 70%, dlatego też potrzebne są odmiany o podwyższonej strawności dla zwierząt monogastycznych.

Genom żyta warunkuje obecność substancji antyżywniowych (głównie polisacharydów) w plonie ziarna pszenżyta. Istotne jest zmniejszanie poziomu lub wyeliminowanie

nowanie ich z ziarna, ponieważ związki te ograniczają wykorzystanie pszenżyta w mieszankach paszowych np. dla młodych kur [10].

Tolerancja na słabsze warunki edaficzne. W Polsce udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych wynosi w pięciu województwach 61–80%, w dziewięciu 41–60% i tylko w dwóch (Opolskie, Kujawsko-Pomorskie) 21–40% [18]. Z tego względu kierunek hodowli pszenżyta na tolerancję podwyższonego stężenia jonów glinu jest prowadzony od wielu lat i dzisiaj nie umniejsza się jego znaczenia.

Odporność na choroby. W okresie wprowadzania do produkcji rolniczej pierwszych odmian pszenżyta było ono odporne na szerokie spektrum patogenów. Po około 20 latach funkcjonowania w uprawie wytworzyły się nowe rasy mączniaka, które w największym stopniu przyczyniły się do złamania odporności pszenżyta na choroby. Żadna z innych chorób tak silnie i tak szybko nie porażała roślin jak mączniak prawdziwy *Blumeria graminis*. Należy dodać, że obecnie pszenżyto bardzo często jest porażane przez izolaty pszenżytnie jak i pszeniczne. Nowe odmiany pszenżyta najczęściej charakteryzują się podwyższoną odpornością na mączniaka prawdziwego. Taka sytuacja wymaga od hodowców poszukiwania nowych źródeł odporności na wyżej wymieniony patogen i ostrej selekcji w kierunku odporności [Woś 2011; badania własne, niepublikowane].

Odporność pszenżyta na pozostałe choroby jest raczej zadawalająca, ponieważ hodowcy pozbywają się form wrażliwych na: rdze, choroby podstawy źdźbła i korzeni, sporysz, septoriozę, fuzariozę kłosów, pleśń śniegową [2, 3, 5, 7, 9, 19, 39, 40, 41, 42, 44, 45].

Warto zaznaczyć, że w programach hodowlanych do wytwarzania form odpornych na patogeny coraz częściej wykorzystywane są metody kultur *in vitro* [5].

Heterozja. W pracach nad strategicznymi kierunkami hodowli pszenżyta korzystne jest wykorzystywanie zjawiska heterozji, jakie można uzyskać w odmianach mieszańcowych F_1 . W hodowli heterozyjnej pszenżyta w Polsce głównie wykorzystuje się cytoplazmatyczną męską sterylność *Triticum timopheevi* [26, 30, 33]. Ponadto, w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Radzikowie prowadzone są prace hodowlane z użyciem żytniej cytoplazmy sterylizującej typu Pampa (dr B. Łapiński). Dr S. Nalepa w amerykańskiej firmie Resource Seeds wykorzystywał cytoplazmy *Aegilops sharonensis* oraz *Aegilops juvenalis* [informacja ustna]. Wyniki badań nad hodowlą form mieszańcowych wskazują na różny poziom efektu heterozji cech użytkowo-rolniczych u mieszańców pokolenia F_1 [43]. Z analiz wynika, że niektóre formy mieszańcowe F_1 pszenżyta ozimego otrzymane z wykorzystaniem systemu męskiej sterylności *T. timopheevi* wykazały heterozję plonu ziarna w zakresie 10–20% [13]. Prowadzone prace w polskich ośrodkach hodowlanych: Hodowli Roślin Strzelce Grupa IHAR – PIB oraz Hodowli Roślin Danko dają realne szanse na otrzymanie w krótkim czasie wysokopiennej, pierwszej polskiej odmiany heterozyjnej pszenżyta ozimego.

Biologia molekularna w postępie hodowlanym

Obok stosowania tradycyjnych metod w hodowli pszenżyta wraz z rozwojem technik biologii molekularnej, coraz większą uwagę przywiązuje się do wykorzystywania markerów molekularnych, czyli łatwo rozpoznawalnych znaczników sprzężonych z cechami fenotypowymi, które często mają znaczenie użytkowe [8]. Jak dotąd, badania molekularne użyteczne dla hodowli pszenżyta były podejmowane przez niewielką liczbę badaczy. Oceniając genetyczną różnorodność materiałów hodowlanych dowiedziono, że jest ona relatywnie niewielka [11, 34, 35]. Natomiast na podstawie markerów AFLP (polimorfizm długości amplifikowanych fragmentów DNA) o wysokim stopniu podobieństwa odmian donosili Tyrka i Kociuba [36]. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że wynik AFLP zależy od stosowanego wariantu metody. Dowiedziono, że markery AFLP^{EcoRI/MseI} wykazują się mniejszą zdolnością dyskryminującą badanych form pszenżyta ozimego aniżeli markery AFLP^{KpnI/MseI} [Labudda i in. w przygotowaniu]. Przeprowadzone badania własne wskazują na duży dystans genetyczny między formami z Hodowli Roślin Strzelce Grupa IHAR – PIB oraz Hodowli Roślin Danko. Wyniki oparte o znaczniki RAPD (polimorfizm losowo amplifikowanych fragmentów DNA) wskazują również na duże podobieństwo genetyczne badanych odmian [22].

Aktualny stan wiedzy o mapowaniu genomu pszenżytniego jest fragmentaryczny. W literaturze naukowej napotkano na nieliczne prace związane z tym zagadnieniem. Badając zdolność namnażania pszenżyta w kulturach *in vitro* wykryto kilka QTL'i (*loci* cech ilościowych). Jeden zmapowano na pszenicznym chromosomie 6B oraz drugi na żytnim 4R. Zidentyfikowane dwa rejony w dużej mierze odpowiedzialne były za indukcję embriogenezy [12]. Inny QTL lokalizowany na chromosomie 6B miał wpływ na całkowitą liczbę uzyskiwanych roślin z kultur zarodków. Natomiast na chromosomie 3R odnaleziono QTL odpowiedzialny za efektywność fotosyntezy haploidalnych roślin regenerowanych z mikrospor. Zmapowano także QTL'e na chromosomach 1B, 1R, 4R i 7R, które w dużej mierze przyczyniały się do kontroli całkowitej liczby otrzymanywanych roślin z 1000 wyłożonych pylników [12]. W innych badaniach przeprowadzonych na pszenżycie ozimym odmiany 'Bogo' zidentyfikowano QTL'e częściowej odporności na *Stagnospora nodorum*, które odpowiednio ulokowane były na chromosomach 4B, 5B i 6A [28]. W ramach grantu zamawianego (PBZ 2/3/2006) stosując zarówno mapowanie genetyczne jak i asocjacyjne poszukiwano markerów tolerancyjności na glin u pszenżyta. W wyniku przeprowadzonych badań zidentyfikowano szereg markerów DArT ukierunkowanych np. na gen kodujący transporter jabłczanowy [Niedziela i in. w przygotowaniu].

Podsumowanie

Pszenżyto ozime dzięki uzyskanemu biologicznemu postępowi w hodowli jest od kilku lat najwyżej plonującym zbożem w doświadczeniach Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej. W Polsce w 2009 r. powierzchnia zasiewów pszenżyta wyniosła 1465 tys. hektarów, jednak z powodu procesów ekstenzyfikacji gospodarowania użytkami ornymi, zaniedbań i uproszczeń w zabiegach agrotechnicznych oraz prowadzenia uprawy głównie na słabych glebach kompleksów żytnich (dobrych i słabych), uwarunkowany genetycznie potencjał możliwości produkcyjnych gatunku jest stosunkowo słabo wykorzystywany i oscyluje jedynie w okolicach 50% [20, 23, 27, 29].

Podejmowanie i kontynuowanie szeroko zakrojonych badań pszenżyta, również na poziomie molekularnym, stwarza realne szanse na zrealizowanie dotąd nieosiągniętych celów określonych w optymalnym modelu odmiany.

Literatura

- [1] Ammar K., Mergoum M., Rajaram S. 2004. The history and evolution of triticale. *Plant Production and Protection Paper* 1–11.
- [2] Arseniuk A., Czembor H.J., Sowa W., Krysiak H., Zimny J. Arseniuk E., Czembor H.J. 1995. Genotypowa reakcja pszenżyta, pszenicy i żyta na inokulację *Stagonospora* (= *Septoria*) *nodorum* w warunkach polowych oraz *S. nodorum* i *Septoria tritici* w warunkach kontrolowanych. *Biul. IHAR* 195/196: 209–246.
- [3] Arseniuk E., Czembor H.J. 1993. Zakres specjalizacji pasożyticznej w populacjach *Septoria* spp. w stosunku do pszenżyta (\times *Triticosecale* WITTMACK) i pszenicy (*Triticum aestivum* L.). W: Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenia chorobowe roślin. Materiały Sympozjum Olsztyn, 7–8 września, 1993: 67–78.
- [4] Arseniuk E., Krzymuski J., Martyniak J., Oleksiak T. 2003. Historia hodowli i nasiennictwa na ziemiach polskich w XX wieku. Krzymuski J. (red.). Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików: 76–77.
- [5] Arseniuk E., Sodkiewicz W. 2002. Study of phenotypic traits of partial resistance to *Stagonospora nodorum* in winter triticale introgressive lines, commercial cultivars and dihaploid lines. *Eucarpia*, Poland, Vol. I: 163–177.
- [6] Barnett R.D., Stanley R.L., Chapman W.H., Stith R.L. 1971. Triticale. New feed and forage crop for Florida. *Sunshine State Agric. Res.* 12–14.
- [7] Barthelmeus M., Gossmann M. 2002. Untersuchungen zum Halm – und Ährenbefall von Triticale mit pilzlichen Pathogenen. *Mitt. Biol. Bundesanst. für Land – und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem.* 390: 343.
- [8] Bednarek P.T., Chwedorzewska K.J. 2001. Markery molekularne, ich charakterystyka genetyczna oraz wybrane zastosowania w analizie genetycznej roślin (Molecular markers, their genetic background and some applications in plant genetics). *Biotechnologia* 52: 9–34.
- [9] Bleich A., Schutzler E., Schutzler G. 1986. Zum Auftreten von Krankheiten bei Triticale. *Nach. l. Pflanzenschutz DDR.* Bd. 43. 10: 204–206.
- [10] Boros D. 2002. Physico-chemical quality indicators suitable in selection of triticale for high nutritive value. *Eucarpia*, Poland, Vol. I: 239–244.
- [11] González J.M., Jouve N., Gustafson J.P., Muñoz L.M. 2002. A genetic map of molecular markers in \times *Triticosecale* Wittmack. W: Proc. of the 5th Int. Triticale Symp., IHAR Radzików, Poland, 30 June–5 July 2002, vol. II: 85–93.
- [12] González J.M., Muñoz L.M., Jouve N. 2005. Mapping of QTLs for androgenetic response based on a molecular genetic map of \times *Triticosecale* WITTMACK. *Genome* 48: 999–1009.
- [13] Góral H. 2001. Mieszance F₁ pszenżyta ozimego z cytoplazmą *Triticum timopheevi*. *Biul. IHAR* 220: 81–90.
- [14] Gruszecka D.B. 2005. Zarys genetyki zbóż. W: Górny A.G. (red.); Pszenżyto, kukurydza i owies. Instytut Genetyki Roślin, Poznań: 15–121.
- [15] <http://www.crescentbloom.com/Plants/Genus/T/R/Triticosecale.htm> (26.08.2010).

- [16] <http://www.danko.pl/go.live.php/PL-H39/hodowla-pszenzyta.html> (20.09.2010).
- [17] <http://www.hr-strzelce.pl/index.php/hodowla/pszenzyto-jare-i-ozime> (20.09.2010).
- [18] Janczyszyn T. 2002. Top Agrar Polska 11: 46–48 (cytowanie za: Maćkowiak W. 2003. Ocena postępu i strategiczne kierunki hodowli pszenżyta w Polsce. *Biul. IHAR* 230: 127–142).
- [19] Janauskaite D. 2003. Kvietrugiu (*Triticosecale* WITTM.) Grybiniu ligu plitimo ypatumai vakaru lietuvoje ir zalos mazinimo tyrimai: Doktora dis. Satrauka: (06B). Lietuvos zemdirbystes institutes. Dotnuva – Akademija: 30.
- [20] Jaśkiewicz B., Cyfert R. 2005. Charakterystyka i technologia uprawy odmian pszenżyta ozimego. IUNG – PIB–IHAR–COBORU, Puławy–Radzików–Słupia Wielka: 1–31.
- [21] Jenkins B.C. 1969. History of development of some presently promising hexaploid triticales. *Wheat Inf. Service* 78: 18–20.
- [22] Kramek A. 2008. Wykorzystanie markerów RAPD do oceny zróżnicowania genotypowego polskich odmian pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 248: 43–51.
- [23] Maćkowiak W. 2003. Ocena postępu i strategiczne kierunki hodowli pszenżyta w Polsce. *Biul. IHAR* 230: 127–142.
- [24] Müntzing A. 1974. Historical review of the development of triticales. Proc. Int. Symp. “Triticale”, El Batan, Mexico, 1–3 October 1973, Int. Develop. Res. Centre Monogr., Ottawa, Canada: 13–30.
- [25] Müntzing A. 1979. Triticale results and problems. Supplement X to J. of Plant Breed. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg: 103.
- [26] Nalepa S. 1990. Hybrid triticales: present and future. Proc. Second Intern. Triticale Symposium, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil, 1–5 October 1990: 402–407.
- [27] Oleksiak T. 2000. Pszenżyto w produkcji – wykorzystanie efektów hodowli. *Folia Univ. Agric. Stet. Agricultura* 206, 82: 199–204.
- [28] Reszka E., Song Q., Arseniuk E., Cregan P.B., and Ueng, P. P. 2007. The QTL controlling partial resistance to *Stagonospora nodorum* blotch disease in winter triticales Bogo. *Plant Pathol.* 16: 161 — 167.
- [29] Rocznik statystyczny GUS. 2009. Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w 2009 r., Warszawa.
- [30] Salach-Warzecha K., Staszewski Z. Warzecha R. 1994. Męska sterylność u pszenżyta heksaploidalnego. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 162: 235–237.
- [31] Sodkiewicz W. 1984. Amphiploid *Triticum monococcum* L. *Secale cereale* L. (AARR) – A new form of tetraploid triticales. *Cereale Res. Com.* 12 (1–2): 35–40.
- [32] Sodkiewicz W. 1997. Synteza allotetraploidów pszeniczno-żytnich w procesie introgresji genów *Triticum monococcum* L. ($2n = 14$) do pszenżyta heksaploidalnego ($2n = 6x = 42$) (*xTriticosecale* WITTMACK). PAN Poznań, Rozprawy i monografie 7: 1–109.
- [33] Spiss L., Góral H. 1994. Hodowla form męskosterylnych i przywracających płodność pszenżyta. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 162: 243–246.
- [34] Stojalowski S., Góral H. 2002. Wykorzystanie markerów RAPD i ISSR do różnicowania linii CMS pszenżyta ozimego z cytoplazmą *T. timopheevi*. *Folia Univ. Agric. Stet. Agricultura* 228, 91: 161–166.
- [35] Tams S.H., Melchinger A.E., Oettler G., Bauer E. 2002. Assessment of genetic diversity in European winter triticales using molecular markers and pedigree data. W: Proc. of the 5th Int. Triticale Symp., IHAR Radzików, Poland, 30 June–5 July. Vol. I: 95–103.
- [36] Tyrka M., Kociuba W. 2002. Ocena zróżnicowania genetycznego odmian pszenżyta ozimego 6x za pomocą zmodyfikowanej metody AFLP. *Folia Univ. Agric. Stet. Agricultura* 228, 91: 185–190.
- [37] Wolski T. 1989. Kierunki hodowli pszenżyta oraz metody oceny. *Biologia pszenżyta*. PWN, Warszawa: 172–215.
- [38] Wolski T., Pojmaj M.S., Banaszak Z., Czerwińska E., Bogacki J., Marciniak K., Szołkowski A. 2000. Poprawienie wartości użytkowych pszenżyta ozimego w 30-letniej hodowli w Danko. *Biul. IHAR* 214: 95–104.
- [39] Woś H. 1991. Odporność liści siewek i roślin dorosłych pszenżyta na *Leptosphaeria nodorum* MULL. *Rocz. Nauk Rol. Ser. E*, 21 (1/2): 25–30.
- [40] Woś H., Maćkowiak W. 1995. Odporność polskich odmian pszenżyta ozimego na *Stagonospora nodorum*. *Biul. IHAR* 195/196: 183–189.
- [41] Woś H., Maćkowiak W., Apolinarska B. 1995. Wstępne wyniki nowej metody określania odporności pszenżyta ozimego na *Puccinia recondita*. *Biul. IHAR* 195/196: 191–196.
- [42] Woś H., Maćkowiak W., Mazurkiewicz L., Milewski G., Budzianowski G. 1994. Podatność pszenżyta jarego na rdzę brunatną (*Puccinia recondita*). *Zesz. Nauk AR Szczec.* 162: 277–280.

- [43] Woś H., Metzger R.J., Łukaszewski A.J., Cygankiewicz A. 2002. The effect of the D – genome chromosome substitutions and of translocations of chromosome 1 D on some quality and agronomic parameters of winter triticale. *Eucarpia*, Poland, Vol. II: 59–69.
- [44] Zamorski Cz. 1995. Rozwój diagnostyki rdzy żółtej (*Puccinia striiformis* WESTEND) pszenic i pszenżyta. *Biul. IHAR* 195/196: 247–250.
- [45] Zamorski Cz., Schollenberger M. 1995. Występowanie chorób pszenżyta w Polsce. *Biul. IHAR* 195/196: 197–207.

Selected aspects of biological progress in the breeding of triticale (×*Triticosecale* WITTM. ex A. CAMUS)

Key words: triticale, plant breeding, biological progress

Summary

Triticale (×*Triticosecale* WITTM. ex A. CAMUS) the intergeneric hybrid between wheat and rye, has gained considerable importance in recent years in Poland as a feed grain, due to its high yield, favourable amino acid composition and performance in less productive environments.

In this paper some achievements and problems of Polish triticale breeding were described, as well as its major breeding directions.