

Ludwik Wicki

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

POSTĘP W PLONOWANIU ODMIAN PSZENICY OZIMEJ I ŻYTA W DOŚWIADCZENIACH ODMIANOWYCH W POLSCE

CHANGES IN YIELDING OF VARIETIES OF WINTER WHEAT AND RYE IN VARIETY TESTING IN POLAND

Słowa kluczowe: postęp biologiczny, postęp odmianowy, plony zbóż, doświadczenia odmianowe

Key words: biological progress, cereals yield, variety testing

JEL codes: O33, Q16

Abstrakt. Celem pracy jest określenie wpływu postępu odmianowego i zmian technologii produkcji na poziom plonowania odmian pszenicy ozimej i żyta ozimego w doświadczeniach odmianowych. Analizą objęto lata 2006-2016. Wykorzystano wyniki badań porejestrowych koordynowanych przez COBORU. Stwierdzono, że plonowanie odmian pszenicy ozimej w doświadczeniach wzrosło w badanym okresie o 12,5 oraz 13,8 dt/ha, odpowiednio przy niższym i wyższym poziomie intensywności produkcji. Udział postępu biologicznego w tym wzroście wynosił 60 i 38%. Roczny przyrost plonów w wyniku postępu biologicznego wyniósł 0,92 i 0,58%. Dla żyta wzrost plonowania wyniósł 7,4 i 8,5 dt/ha, a udział postępu biologicznego w tym wzroście wynosił 41 i 32%. Średnioroczny przyrost plonów wynikający z samego postępu biologicznego wyniósł 0,50 i 0,38%. Wyższe efekty wprowadzania postępu biologicznego zaobserwowano dla niższego poziomu agrotechniki. Postęp biologiczny w produkcji zbóż wciąż odgrywa znaczącą rolę we wzroście plonowania. Dla pszenicy ozimej i żyta było to od 30 do 60%. Kolejnym ważnym czynnikiem jest stosowanie poprawnej agrotechniki. W warunkach wysokointensywnej produkcji maleje znaczenie wprowadzania nowych odmian. Prace badawcze w zakresie hodowli roślin powinny być silniej ukierunkowane na równoczesne uzyskiwanie odporności odmian na stropy biotyczne i abiotyczne.

Wstęp

W rolnictwie mamy obecnie do czynienia z drugą nowożytną rewolucją w rolnictwie. Jej czwarty etap oparty jest na postępie biologicznym. W poprzednich etapach dominował postęp mechanizacyjny i chemizacyjny. Jest to także wyraźnie obserwowane w strukturze nakładów na badania w rolnictwie. W latach 80. ubiegłego wieku na prace badawczo-rozwojowe z zakresu hodowli roślin i biotechnologii rolniczej przeznaczano około 5,5% nakładów na badania w rolnictwie, a w 2010 roku udział ten wzrósł do prawie 45% [Alston i in. 2009, Alston 2011]. Poprzednie etapy charakteryzowały się relatywnie wyższymi nakładami na badania w zakresie mechanizacji rolnictwa i ochrony roślin. Prace badawcze w zakresie hodowli roślin prowadzone na świecie dotyczą zarówno hodowli tradycyjnych odmian, jak również tworzenia odmian modyfikowanych genetycznie. W 2016 roku na świecie rośliny modyfikowane genetycznie uprawiano na powierzchni 185 mln ha. Większość upraw znajduje się w USA, Brazylii, Argentynie i Kanadzie [ISAAA 2016]. W Europie uprawa roślin genetycznie modyfikowanych jest w zasadzie zabroniona, stąd postęp biologiczny w zakresie roślin uprawnych nie wiąże się z wytwarzaniem odmian GMO. Jednak tam, gdzie to przynosi efekty powszechne jest wykorzystywanie odmian hybrydowych.

Postęp biologiczny jest elementem szerszej rozumianego postępu technicznego (technologicznego) w rolnictwie, oprócz takich składowych, jak postęp mechanizacyjny czy chemizacyjny [Wicki 2010]. Obecnie w hodowli roślin wciąż duże znaczenie ma uzyskiwanie odmian o wysokim i stabilnym plonowaniu. Weryfikacja przydatności odmian do produkcji w określo-

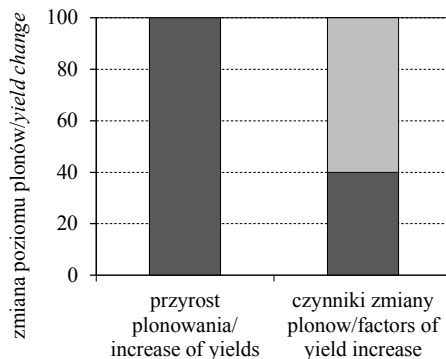
nych warunkach klimatycznych i glebowych jest prowadzona w Centralnym Ośrodku Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) w ramach systemu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO). Nowo oferowane na danym rynku odmiany mogą cechować się odpowiednim dopasowaniem do dominujących regionalnie warunków klimatycznych i glebowych na poziomie poszczególnych województw [Gacek, Behnke 2006]. Właściwe wskazanie odmian dostosowanych do warunków prowadzi do zmniejszenia ryzyka produkcyjnego [Wicka 2013]. Dzięki odpowiedniemu doborowi odmian, w tym nowo wprowadzonych, uzyskuje się wyższe wydajności w produkcji roślinnej [Wicki, Dudek 2005, Filipiak 2008, 2014]. W związku z tym, że w danych warunkach i przy identycznych nakładach określona odmiana plonuje wyżej niż inne, wzrasta wydajność produkcji biomasy z jednostki powierzchni wykorzystywanej do produkcji żywności i pasz [Gołębiowski 2015, Wicki, Wicka 2016]. Poziom wykorzystania potencjału plonowania odmian jest w Polsce wykorzystywany w warunkach produkcyjnych tylko w około 50%, chociaż od połowy lat 90. ubiegłego wieku wzrósł o 8 p.p. [Wicki 2016].

Ważnym argumentem przemawiającym za wykorzystywaniem nowych odmian jest możliwość uzyskania wyższej produkcyjności nakładów, np. nawożenia mineralnego, ochrony chemicznej. Nowe odmiany mogą lepiej wykorzystywać składniki pokarmowe i być odporniejsze na stropy biotyczne i abiotyczne, przez co w pełni wykorzystywany jest ich potencjał plonowania [Chotkowski, Stypa 2007]. Sam postęp biologiczny w niektórych krajach o wysokim poziomie rolnictwa aż w 50% przesądza o wzroście produkcyjności roślin uprawnych [Duvick 2005]. Dla Polski takie oceny dla warunków produkcyjnych wskazują na poziom 10-22% [Grabiński 2001, Wicki 2010].

Łączne zmiany w poziomie plonów obserwowane w doświadczeniach można przypisać dwóm głównym składowym. Pierwsza to technologia produkcji. W kolejnych latach doświadczeń odmianowych, szczególnie w dłuższym okresie, zmianom ulega technologia, w tym poziom nawożenia, zakres ochrony, terminy wykonywania zabiegów. Do tej grupy zaliczyć można także przebieg warunków pogodowych w danym roku. Druga grupa czynników to odmiany. Zarówno technologia, jak i odmiany, które reprezentują postęp biologiczny w hodowli roślin, mają udział w obserwowanej zmianie produktywności (rys. 1). Udział każdego z wymienionych czynników zależy od tempa postępu oraz od gatunku roślin.

W analizie obejmującej dłuższe okresy pojawia się trudność w zachowaniu porównywalności poziomu plonowania. Wynika to z faktu, że zestawy odmian dostępne w ocenie w pewnym okresie są po jakimś czasie zastępowane przez odmiany nowsze. Nie ma wówczas stałego punktu odniesienia do porównania. W krótszych okresach możliwe jest, że jakaś odmiana przez cały okres analizy jest oceniana. Taki wzorzec, nazywany czasem wzorcem stałym, stanowi poziom odniesienia dla zmian w technologii, ale także w porównywaniu plonowania innych odmian, w tym nowo wprowadzonych do doboru. Metodę wzorca stałego w ocenie postępu biologicznego w hodowli zbóż wykorzystywali, m.in. tacy badacze, jak: Jerzy Krzymuski [1991], J. Krzymuski i zespół [1993], J. Krzymuski i Ada Krzeczowska [1998], Tadeusz Oleksiak [2002].

- przyrost wynikający postępu biologicznego (nowe odmiany)/change connecting to biological progress (new varieties)
- przyrost wynikający z technologii produkcji/change connecting to input change



Rysunek 1. Składowe postępu w plonowaniu
 Figure 1. Components of yielding increase

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Uzyskiwanie wyższej efektywności w rolnictwie jest potrzebne zarówno ze względu na to, że sektor ten musi być konkurencyjny i atrakcyjny jako miejsce pracy w stosunku do innych sektorów gospodarki, jak i ze względu na pojawiające się wyzwania wobec samego rolnictwa. Stanisław Krasowicz [2017] przedstawił najważniejsze wyzwania w obszarze rolnictwa. Są to m.in.: potrzeba wdrażania postępu technicznego w rolnictwie, dopasowanie oferty wdrożeniowej do warunków regionalnych, a także efektywniejszy transfer osiągnięć nauki do praktyki. Bez ocen, które czynniki wzrostu są obecnie najważniejsze, trudno o skuteczne działania w tym zakresie.

Material i metodyka badań

Celem pracy jest określenie wpływu wprowadzania postępu odmianowego i technologii produkcji na wzrost poziomu plonowania odmian pszenicy ozimej i żyta ozimego odmian populacyjnych w porejestrowych doświadczeniach odmianowych w latach 2006-2016. Osiągnięcie celu było możliwe w wyniku realizacji następujących zadań: (1) określenie poziomu plonowania zbóż według gatunków w doświadczeniach odmianowych i jego zmian, (2) ustalenie poziomu plonowania odmian wzorcowych w doświadczeniach, (3) określenie struktury wpływu badanych czynników na zmiany poziomu plonowania.

Dane źródłowe do analizy pochodziły z publikacji COBORU o wynikach doświadczeń odmianowych realizowanych w ramach PDO. Analizą objęto okres 2006-2016. Przyjęcie 2006 roku jako początkowego roku badań wynikało z możliwości wykorzystania odmian funkcjonujących w całym okresie w doświadczeniach jako wzorca stałego. Ponadto, okres dziesięciu lat, mimo że w badanym obszarze dość krótki, jest wystarczający dla zaobserwowania zmian w zakresie plonowania odmian. W ocenie plonowania ujęto wyniki uzyskiwane zarówno przy niższym poziomie intensywności będącym odzwierciedleniem przeciętnego poziomu technologii produkcji (a_1), jak też przy wyższym poziomie intensywności (a_2).

Założono, że zmianę poziomu plonowania P (plon) można przedstawić jako efekt zwiększania nakładów środków produkcji na jednostkę powierzchni A (nakłady/ha) i lepszego wykorzystania stosowanych nakładów B (zbiór/nakłady). Wyższy poziom zbiorów uzyskiwanych z jednostki nakładu (zakładając jednakowe warunki glebowe w obrębie doświadczeń odmianowych) jest odzwierciedleniem postępu odmianowego, gdyż nowe, lepsze odmiany powinny cechować się lepszym wykorzystaniem nakładów. Może to wynikać zarówno z lepszej transformacji nakładów w plon, jak i większej odporności na stresy. Zmianę poziomu nakładów na jednostkę powierzchni określono pośrednio, zakładając, że zmiana plonów odmian wzorcowych wynika wyłącznie ze zmian agrotechniki w połączeniu z warunkami pogodowymi w kolejnych latach prowadzenia doświadczeń. Zależność tę można przedstawić następująco:

$$\Delta P = \Delta A \times \Delta B$$

po zlogarytmowaniu uzyskujemy:

$$\ln \Delta P = \ln \Delta A + \ln \Delta B$$

W efekcie, przyjmując całą zmianę za 100%, można ustalić, jaki jest procentowy udział zmian w zakresie agrotechniki, a jaki postępu odmianowego w łącznym przyroście plonowania odmian badanych gatunków.

Jako odmiany wzorcowe dla pszenicy ozimej przyjęto odmiany Legenda i Tonacja, a dla żyta ozimego odmianę Dańkowskie Diament. Dla pszenicy jako wzorec stały przyjęto średni plon dwóch wymienionych odmian. Średnioroczną procentową zmianę poziomu plonowania oszacowano z wykorzystaniem formuły $\ln(\exp(P_{2006} : P_{2016}))$.

Wyniki badań

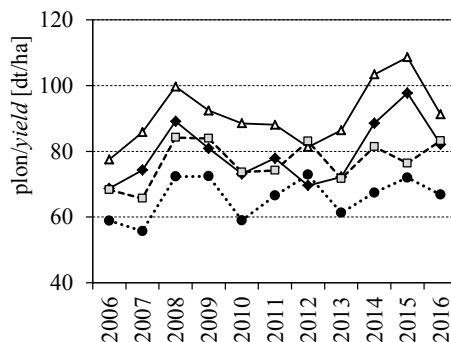
Doświadczenia odmianowe w ramach PDO są prowadzone dla zbóż na dwóch poziomach intensywności. Uzyskiwane wyniki wskazują, że wyższe nakłady mają odzwierciedlenie w wyższym poziomie plonów badanych odmian. Poziom plonowania pszenicy ozimej i żyta na dwóch poziomach intensywności przedstawiono na rysunku 2. Plony w doświadczeniach odmianowych były prawie dwukrotnie wyższe od obserwowanych średnio w produkcji rolniczej w Polsce. Dla pszenicy ozimej uzyskiwano plony ponad 80 dt/ha, a dla żyta około 70 dt/ha. W analizowanym okresie obserwowano także znaczne wahania plonów zależne od przebiegu pogody w danym roku (rys. 2).

- ◆— a1 pszenica ozima/winter wheat
- △— a2 pszenica ozima/winter wheat
- ◆···· a1 żyto ozime/rye
- a2 żyto ozime/rye

Rysunek 2. Plony zbóż w doświadczeniach polowych w latach 2006-2016

Figure 2. Yield of cereals in field trials in the period 2006-2016

Źródło: obliczenia własne na podstawie wyników PDO
Source: own calculation based on data of Post-Registration Variety Testing System



Plony pszenicy ozimej w doświadczeniach polowych ulegały wahaniom wokół tendencji wzrostowej. Wzrost plonowania odmian obserwowano zarówno przy niższym (a_1), jak i przy wyższym (a_2) poziomie intensywności agrotechniki. W analizowanym okresie plony pszenicy wzrastały średnio o 1,25 dt/ha rocznie przy niższym poziomie intensywności i o 1,38 dt/ha rocznie przy wyższym poziomie intensywności. Łączny średni przyrost plonów wyniósł 12,5 dt/ha przy poziomie a_1 oraz 13,8 dt/ha przy poziomie a_2 . Podobne wyniki uzyskano dla żyta ozimego. Średnioroczny przyrost plonowania wynosił dla poziomu a_1 agrotechniki 0,74 dt/ha, a dla poziomu a_2 było to 0,85 dt/ha. Łączny wzrost plonów w badanym okresie wyniósł 7,4 i 8,5 dt/ha odpowiednio dla poziomu a_1 i a_2 .

Obserwowane przyrosty plonowania były relatywnie wysokie. Osiągnięto wzrost plonów w stosunku do stanu wyjściowego o około 17% dla pszenicy ozimej i o około 12% dla żyta. W celu ustalenia udziału zmian agrotechniki i postępu odmianowego określono zmianę plonowania dla odmian wzorcowych i porównano je do wyników uzyskiwanych dla wszystkich odmian (tab. 1).

Dla odmian przyjętych za wzorzec stały uzyskano w doświadczeniach odmianowych wzrost plonowania łącznie o 4,6 i 8,2 dt/ha dla pszenicy oraz o 4,2 i 5,8 dt/ha dla żyta. Wzrost ten był wysoki, jednak trzeba stwierdzić, że wynikał on tylko ze zmian, a właściwie polepszenia agrotechniki produkcji, w tym poziomu nakładów oraz stanowiska. Cechy genetyczne odmian przyjętych za wzorzec były bowiem stałe. Wpływ postępu biologicznego zawartego w nowych odmianach wprowadzanych do doboru i ujętych w doświadczeniach odmianowych można ustalić biorąc pod uwagę ich wyższy, niż dla odmian wzorcowych, wzrost plonowania.

W 2006 roku średni wiek 37 odmian pszenicy w doświadczeniach wynosił 4 lata. W 2016 roku w doświadczeniach uśredniony rok rejestracji dla 49 odmian pszenicy ozimej to 2012 rok. Sprzed 2006 roku pochodziły tylko dwie odmiany. Oznacza to, że prawie wszystkie odmiany w 2016 roku reprezentowały nowsze osiągnięcia hodowli roślin niż w 2006 roku. Podobnie dla żyta. W 2006 roku przeciętny rok rejestracji odmian to 1997 rok, a w 2016 roku był to już 2011 rok. Dobór odmian został całkowicie zmieniony. Zmiana plonowania przewyższająca wyniki uzyskiwane dla odmian wzorcowych może być przypisana postępowi biologicznemu, uzyskanemu przez około 10 lat.

Tabela 1. Wyniki analizy wpływu postępu odmianowego (biologicznego) na poziom plonowania
 Table 1. The results of the analysis of the influence of varietal (biological) progress on the yield level

Wyszczególnienie/Specification	Plony odmian w doborze/ Yield of all testing varieties				Plony wzorca stałego/Yield of fixed sample			
	pszenica ozima/winter wheat		żyto ozime/rye		pszenica ozima/winter wheat		żyto ozime/ rye	
	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂
Odchylenie łączne plonu/Total change of yield [dt/ha]	12,5	13,8	7,4	8,5	4,6	8,2	4,2	5,8
Wpływ zmian nakładów/Increase due to inputs change [%]	40,4	62,2	58,6	68,0	100	100	100	100
Wpływ postępu odmianowego/Change due to varietal progress [%]	59,6	37,8	41,4	32,0	0	0	0	0
Przyrost dzięki postępowi odmianowemu/ Change due to varietal progress [dt/ha]	7,5	5,2	3,1	2,7	–	–	–	–
Zmiana średnioroczna dzięki postępowi odmianowemu/AAGR form varietal progres [%]	0,92	0,57	0,50	0,38	–	–	–	–

a₁ – niższy poziom nakładów/lower level of production inputs; a₂ – wyższy poziom nakładów/higher level of production inputs

Źródło: opracowanie własne

Source: own calculation

Dla pszenicy ozimej udział postępu biologicznego w ogólnym wzroście plonowania wyniósł 59,6% przy niższym poziomie agrotechniki i 37,8% przy wyższym poziomie agrotechniki. Przyrost ilościowy plonów uzyskiwany dzięki postępowi biologicznemu wyniósł w badanym okresie 7,5 oraz 5,2 dt/ha, odpowiednio dla dwóch poziomów agrotechniki. Uzyskane wyniki oznaczają, że postęp biologiczny wciąż odgrywa znaczącą, a nawet dominującą rolę w zwiększaniu produktywności roślin. Nieco zaskakujące jest mniejsze znaczenie postępu biologicznego we wzroście plonowania uzyskiwanym przy wyższym poziomie agrotechniki. Oznacza to, że nowo wprowadzane odmiany charakteryzowały się większą odpornością na stropy biotyczne i abiotyczne, co silniej uwidaczniało się w sytuacji niższego nawożenia i ograniczonej ochrony chemicznej przed chorobami i szkodnikami. Odmiany te jednak pozytywnie reagowały także na wyższy poziom intensywności produkcji.

Dla żyta ozimego (odmian populacyjnych) udział postępu biologicznego w kreowaniu wzrostu produktywności wynosił 41,4% przy niższym poziomie intensywności i 32,0% przy wyższym poziomie intensywności produkcji. Ilościowo uzyskano wzrost plonów o 3,1 i 2,7 dt/ha dzięki postępowi biologicznemu obserwowanemu w latach 2006-2016. Podobnie, jak dla pszenicy znaczenie postępu biologicznego było mniejsze w przypadku wyższej intensywności produkcji.

Średnioroczny wzrost plonowania pszenicy ozimej i żyta w doświadczeniach odmianowych prowadzonych w Polsce w latach 2006-2016 był zróżnicowany. Najwyższy wynik zanotowano dla pszenicy ozimej przy niższym poziomie agrotechniki. W efekcie postępu biologicznego zawartego w nowych odmianach plony wzrastały rocznie o 0,92%. Dla wyższego poziomu agrotechniki wzrost ten wynosił mniej, bo 0,57% rocznie. Niższe wyniki obserwowano dla żyta. Było to 0,50 i 0,38% rocznie, odpowiednio dla niższego i wyższego poziomu agrotechniki stosowanego w doświadczeniach. W ujęciu ilościowym przyrosty roczne wynosiły 75 i 52 kg/ha/rok dla pszenicy ozimej oraz 31 i 27 kg/ha/rok dla żyta – dla niższego i wyższego poziomu intensywności produkcji.

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że postęp biologiczny uzyskiwany w nowych odmianach pszenicy ozimej i żyta zarejestrowanych w Polsce jest wciąż znaczący. Od 30 do 60% przyrostu plonów tych zbóż można przypisać wpływowi wprowadzania

postępu biologicznego. Wzrost plonów w doświadczeniach polowych wynikający z samego postępu biologicznego wynosi od 0,4 do 0,9% rocznie, czyli od 27 do 74 kg/ha/rok. Niestety, w produkcji rolniczej wykorzystanie tego potencjału nie przekracza 50%. Wynika to zarówno z luki technologicznej, jak i środowiskowej [Wicki 2016].

Podsumowanie

Postęp biologiczny jest uważany obecnie za jeden z najważniejszych czynników prowadzących do wzrostu produktywności rolnictwa. W produkcji roślinnej wprowadzanie postępu biologicznego odbywa się przez dopływ nowych odmian z hodowli do praktyki rolniczej. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że we wzroście poziomu plonowania pszenicy ozimej i żyta ozimego, postęp biologiczny uzyskiwany w nowych odmianach ma duże, chociaż niedominujące znaczenie. Oszacowany jego udział we wzroście plonowania wynosił od 32 do 60%. Roczny przyrost plonów w doświadczeniach wynikający z postępu biologicznego wynosił od około 0,4 do 0,9% rocznie. W zależności od gatunku i poziomu intensywności produkcji oznacza to wzrost o 30 do 75 kg/ha/rok. Są to wyniki podobne do uzyskiwanych przez J. Krzymuskiego w latach 90. ubiegłego wieku, co oznacza, że tempo postępu biologicznego nie ulega spowolnieniu. Tempo wzrostu plonowania wynikające z wprowadzania postępu biologicznego jest wyższe przy niższym poziomie nakładów produkcyjnych. Oznacza to, że postęp biologiczny wprowadzany w nowych odmianach może być substytutem nieodnawialnych nakładów pochodzenia przemysłowego.

Uzyskane wyniki dotyczące znaczenia czynników wpływających na poziom plonowania zbóż w doświadczeniach polowych są podstawą do stwierdzenia, że postęp biologiczny ma wciąż duże znaczenia. Niemniej, zbiorczo ujęte czynniki agrotechniczne (nawożenie, ochrona roślin) miały podobny wpływ na wzrost poziomu plonowania, co oznacza, że działania zmierzające do wzrostu produktywności w produkcji roślinnej w Polsce muszą uwzględniać nie tylko transfer postępu biologicznego do praktyki rolniczej, ale także upowszechnianie poprawnych technologii produkcji. Jest to wciąż ważne wyzwanie dla nauki i doradztwa.

Nie można bezpośrednio odnosić obserwowanego tempa wzrostu plonowania oraz udziału w tym procesie postępu biologicznego do sytuacji w praktyce rolniczej. Wynika to z odmiennych ograniczeń, w szczególności większego zróżnicowania warunków środowiskowych. Analizie poddano tylko dwa gatunki zbóż. Mimo znaczącego ich udziału w produkcji zbóż, nie można więc przenosić uzyskanych wyników na całą produkcję zbóż.

Literatura

- Alston Julian, Jason Beddow, Philip Pardey. 2009. „Agricultural research, productivity, and food prices in the long run”. *Science*, 325 (5945): 1209-1210, doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1170451>.
- Alston Julian. 2011. *Global and U.S. Trends in Agricultural R&D in a Global Food Security Setting*. [W] OECD Conference on Agricultural Knowledge Systems: Responding to Global Food Security and Climate Change Challenges. June 1517, 2011. Paris: OECD.
- Chotkowski Jacek, Irena Stypa. 2007. „Ocena postępu hodowlanego w produkcji ziemniaka w Polsce w latach 1946-2007”. *Biuletyn IHAR* 245: 181-189.
- COBORU. 2007-2017. *Zboża ozime 2006, ..., 2016. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych*. Słupia Wielka: COBORU.
- Duvick Donald. 2005. „The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.)”. *Advances in Agronomy* 86: 83-145.
- Filipiak Tadeusz. 2008. „Hodowla roślin ogrodniczych w spółkach ANR”. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G* 94 (2): 157-165.
- Filipiak Tadeusz. 2014. *Zmiany na rynku warzyw i w gospodarstwach warzywniczych w Polsce po integracji z Unią Europejską*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Gacek Edward, Marcin Behnke. 2006. „Wdrażanie postępu biologicznego do praktyki rolniczej w warunkach gospodarki rynkowej”. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 240/241: 83-89.

- Gołębiewski Jarosław. 2015. Zrównoważona biogospodarka – potencjał i czynniki rozwoju. [W] *Problemy rozwoju rolnictwa i gospodarki żywnościowej w pierwszej dekadzie członkostwa Polski w Unii Europejskiej. IX Kongres Ekonomistów Polskich*, red. A. Czyżewski, B. Klepacki, 344-362. Warszawa: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne.
- Grabiński Jerzy. 2001. „Znaczenie czynników ograniczających plonowanie roślin uprawnych przy różnym poziomie nawożenia mineralnego”. *Więś Jutra* 11: 10-12.
- ISAAA. 2016. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016*. Ithaca, NY: ISAAA.
- Krasowicz Stanisław. 2017. „Nowe wyzwania dla nauki, doradztwa i praktyki”. *Roczniki Naukowe SERiA* XIX (2): 121-126, doi: <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0010.1171>.
- Krzymuski Jerzy, Ada Krzeczowska. 1998. „Postęp odmianowy w plonach zbóż w latach 1994-1996”. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 207: 3-13.
- Krzymuski Jerzy, Zbigniew Laudański, Tadeusz Oleksiak. 1993. „Metody oceny postępu genetycznego”. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 223: 49-56.
- Krzymuski Jerzy. 1991. „Postęp odmianowy w produkcji zbóż w Polsce”. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 177: 38.
- Oleksiak Tadeusz. 2002. „Efekty hodowli pszenicy ozimej. Część I. Zmiany potencjału plonowania odmian”. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 223/224: 171-178.
- Wicka Aleksandra (red.). 2013. *Czynniki i możliwości ograniczania ryzyka w produkcji roślinnej poprzez ubezpieczenia*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Wicki Ludwik, Hanna Dudek. 2005. „Wpływ podstawowych nakładów plonotwórczych na poziom i wartość produkcji w gospodarstwach rolniczych”. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G* 92 (1): 30-41.
- Wicki Ludwik, Aleksandra Wicka. 2016. „Bio-economy sector in Poland and its importance in the economy”. *Economic Science for Rural Development* 41: 219-228.
- Wicki Ludwik. 2010. *Efekty upowszechniania postępu biologicznego w produkcji roślinnej*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Wicki Ludwik. 2016. „Wykorzystanie potencjału plonowania zbóż w produkcji rolniczej w Polsce”. *Roczniki Naukowe SERiA* XVIII (5): 267-273.

Summary

The aim of the study is to determine the significance of varietal progress and changes in level of inputs on changes in yield level of winter wheat and winter rye varieties in conditions of variety testing. The analysis covered the years 2006-2016. The data from post-registration varieties testing coordinated by COBORU were used. It was found that the yield of winter wheat varieties in varieties testing network increased by 12.5 and 13.8 dt/ha in the analyzed period respectively at lower and higher intensity of production. The share of biological progress in observed growth was estimated at level 60 and 38%, respectively. The average annual increase of yields as a result of biological progress was determined at level of 0.92 and 0.58%. For rye the yield growth was 7.4 and 8.5 dt/ha, and the share of biological progress in this increase was determined at level of 41 and 32%. The average annual yield increase resulting from biological progress was 0.50 and 0.38%. The higher effects of biological progress were observed for the lower level of production inputs. Biological progress in cereal production still plays a significant role in the increase in yield. For winter wheat and rye the share was calculated at level 30 to 60% depending on intensity of production and was higher for wheat. Another important factor in achievement yield increasing is correct technique of production, especially proper level of inputs. Under conditions of high-intensity production, the importance of introducing new varieties decreases. Taking it into account, research in the field of plant breeding in future should be more strongly oriented towards obtaining resistance to biotic and abiotic stresses.

Adres do korespondencji
dr hab. inż. Ludwik Wicki, prof. nadzw. (orcid.org/0000-0002-7602-8902)
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk Ekonomicznych
Katedra Ekonomiki Organizacji Przedsiębiorstw
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
tel. (22) 593 42 38
e-mail: ludwik_wicki @sggw.pl