



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB

60(14)

ZNACZENIE POSTĘPU BIOLOGICZNEGO I TECHNOLOGICZNEGO W PRODUKCJI ZBÓŻ I ROŚLIN STRĄCZKOWYCH

**PROGRAM WIELOLETNI
2016-2020**

**WSPIERANIE DZIAŁAŃ W ZAKRESIE OCHRONY
I RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA
ROLNICZEJ PRZESTRZENI PRODUKCYJNEJ W POLSCE
ORAZ KSZTAŁTOWANIA JAKOŚCI SUROWCÓW ROŚLINNYCH**

Puławy 2019

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dyrektor: *prof. dr hab. Wiesław Oleszek*

Redakcja naukowa:

dr hab. Jerzy Grabiński, prof. IUNG-PIB, prof. dr hab. Janusz Podleśny

Autorzy:

*mgr Edyta Aleksandrowicz, dr Alina Bochniarz, dr Jolanta Bojarszczuk,
dr hab. Eliza Gawel, dr hab. Jerzy Grabiński, prof. IUNG-PIB;
dr hab. Mieczysław Grzelak; prof. UPP; dr hab. Jerzy Kopiński,
prof. dr hab. Jerzy Księżak, dr hab. Stanisław Parafiniuk,
prof. dr hab. Janusz Podleśny, prof. dr hab. Grażyna Podolska, dr Adam Węgrzyn*

Recenzenci:

*prof. dr hab. Adam Harasim, prof. dr hab. Stanisław Krasowicz,
prof. dr hab. Jerzy Księżak, prof. dr hab. Bogdan Kulig,
prof. dr hab. Janusz Podleśny, dr hab. Mariola Staniak, prof. IUNG-PIB*

Opracowanie redakcyjne i techniczne: *mgr Ewa Decka-Cywińska*

Okładka: krajobraz okolic Rogowa (fot. *dr Anna Nieróbca*)

ISBN 978-83-7562-319-2

Exemplarz bezpłatny

Nakład 300 egz., B5

Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB w Puławach

tel. (81) 47 86 720; fax (81) 47 86 721

e-mail: iung@pulawy.pl; <http://www.iung.pulawy.pl>

STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB

**ZNACZENIE POSTĘPU BIOLOGICZNEGO
I TECHNOLOGICZNEGO
W PRODUKCJI ZBÓŻ I ROŚLIN STRĄCZKOWYCH**

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
1. Podleśny J., Grabiński J.: Wybrane zagadnienia dotyczące postępu biologicznego i technologicznego w produkcji zbóż i roślin strączkowych.....	9
2. Podolska G., Aleksandrowicz E.: Postęp odmianowy w zbożach chlebowych.....	25
3. Gawel E., Grzelak M.: Postęp biologiczny i technologiczny w produkcji paszy z roślin bobowatych drobnonasiennych i mieszanek bobowato-trawiastych.....	37
4. Książak J., Bojarszczuk J.: Wpływ następczy uprawy mieszanek łubinu żółtego ze zbożami na plonowanie i opłacalność pszenicy jarej i ozimej.....	61
5. Węgrzyn A., Parafiniuk S.: Postęp techniczny w zakresie aplikacji pestycydów	83
6. Kopiński J.: Kierunki rozwoju różnych systemów produkcji roślinnej w regionach Polski	103
7. Bochniarz A.: Objawy żerowania chrząszczy na roślinach wierzby.....	129

Wstęp

We współczesnym rolnictwie dąży się do uzyskania wysokich i dobrych jakościowo plonów poprzez optymalne wykorzystanie możliwości plonotwórczych roślin uprawnych, racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska przyrodniczego oraz właściwe zabiegi agrotechniczne. Bardzo duży wpływ na poziom uzyskiwanych efektów ma zatem postęp biologiczny związany z uzyskiwaniem i wprowadzaniem do praktyki rolniczej nowych wysokoplennych odmian roślin uprawnych. Miara tego postępu, oprócz liczby i długości okresu przebywania odmian w rejestrze oraz poziomu ich plonowania, jest także jakość uzyskiwanego z nich plonu oraz odporność roślin na agrofagi, w tym zwłaszcza na patogeny roślin uprawnych. Wprowadzanie postępu biologicznego w rolnictwie kształtuje się różnie, w zależności od gatunku rośliny uprawnej, innowacji naukowych i potrzeb wynikających z praktyki.

Duże znaczenie ma także postęp technologiczny, który związany jest z poprawną organizacją procesu produkcji i uwarunkowany jest rozwojem nowych technologii, obejmujących ciągle unowocześniane i doskonalone środki produkcji oraz rozwój techniki rolniczej. Postęp technologiczny w gospodarstwach rolnych zależy także od obszaru gospodarstwa, kierunku specjalizacji i zakresu koncentracji produkcji. Stopień jego wdrażania warunkują m.in. poziom wiedzy rolnika i sytuacja finansowa gospodarstwa. Przejawem tego postępu może być także zmiana organizacji gospodarstw i organizacji pracy oraz uproszczenia zabiegów technologicznych, prowadzące do oszczędnego zużycia nakładów materiałowych i racjonalnej eksploatacji posiadanych środków produkcji.

Niniejszy numer wydawnictwa „Studia i Raporty IUNG-PIB” zawiera prace ściśle związane z przedstawioną powyżej tematyką badawczą. Zamieszczone opracowania zostały przygotowane w programie wieloletnim IUNG-PIB, głównie w ramach zadania 2.3 „Ocena i wspieranie procesów wdrażania integrowanej produkcji i postępu technologicznego w produkcji roślinnej (zboża, rośliny pastewne, rośliny energetyczne)” oraz zadania 2.4. „Ocena możliwości kształtowania poziomu i jakości produkcji roślinnej z uwzględnieniem przewidywanych zmian klimatu”. Ponadto, w tym numerze zamieszczono 1 pracę związaną z problematyką zadania 1.8 „Analiza i ocena wpływu działań WPR na środowisko oraz strukturę, poziom, koncentrację i konkurencyjność produkcji rolniczej, z uwzględnieniem zróżnicowania regionalnego rolnictwa i specyfiki różnych grup gospodarstw rolnych”.

Kierownik zadania 2.3
prof. dr hab. Janusz Podleśny

Kierownik zadania 2.4
dr hab. Jerzy Grabiński, prof. IUNG-PIB

Janusz Podleśny, Jerzy Grabiński

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa- Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WYBRANE ZAGADNIENIA DOTYCZĄCE POSTĘPU
BIOLOGICZNEGO I TECHNOLOGICZNEGO
W PRODUKCJI ZBÓŻ I ROŚLIN STRĄCZKOWYCH*

Słowa kluczowe: postęp biologiczny, postęp technologiczny, rośliny strączkowe, zboża, plon, jakość plonu

Wstęp

We współczesnym rolnictwie dużą uwagę zwraca się na racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej i związane z tym odpowiednie wykorzystanie postępu biologicznego i technologicznego (18). Postęp biologiczny w produkcji roślinnej polega przede wszystkim na doskonaleniu cech genetycznych roślin uprawnych, głównie decydujących o wielkości i jakości uzyskiwanego plonu. Postęp zawężony do hodowli roślin stanowi sumę wartości gospodarczej i użytkowej wnoszonej przez nowe odmiany przez co nazywany jest często postępem odmianowym lub hodowlanym. Miarą postępu biologicznego jest najczęściej przyrost plonu uzyskiwany dzięki nowym odmianom, a także zwiększenie jego jakości i odporności na patogeny. Z kolei postęp technologiczny dotyczy organizacji produkcji roślinnej poprzez wprowadzenie udoskonalonych form środków produkcji (głównie nawozów i środków ochrony roślin) oraz rozwój techniki rolniczej. Jest on zróżnicowany w odniesieniu do poszczególnych elementów technologii produkcji roślinnej i uprawianych gatunków roślin. Postęp technologiczny może wynikać także ze zmian organizacji gospodarstw i organizacji pracy oraz z upraszczania zabiegów technologicznych przy oszczędnym zużyciu nakładów materiałowych i racjonalizacji eksploatacji posiadanych środków trwałych (5).

Największy postęp jakościowy nastąpił w rzepaku ozimym, dzięki wyhodowaniu i wprowadzeniu do uprawy tzw. odmian dwuzerowych – podwójnie ulepszonych (bezerukowych i niskoglukozynolanowych), czyli odmian o obniżonej zawartości

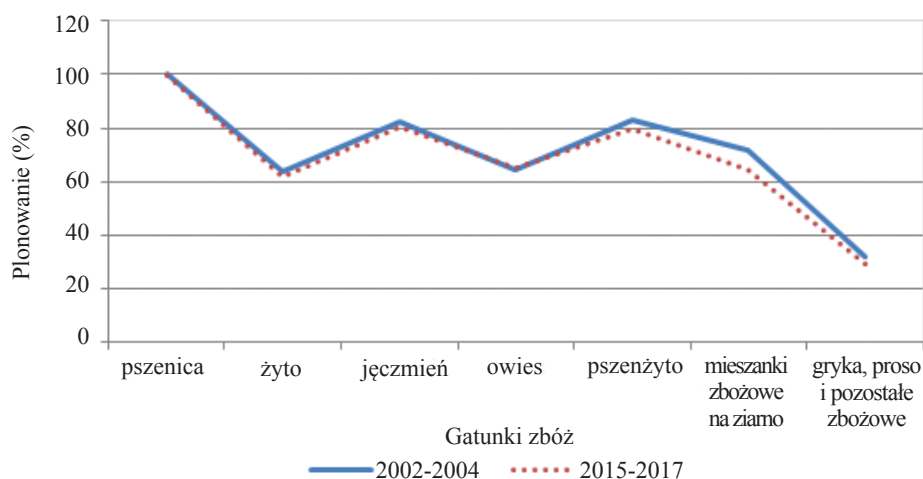
* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

substancji szkodliwych i antyżywnościowych (8). Uzyskano także formy rzepaku o obniżonej zawartości włókna w nasionach i odmiany mieszańcowe. Wyhodowano jednokielkowe odmiany buraka cukrowego, eliminując lub ograniczając kosztowną pielęgnację ręczną i mechaniczną. Pojawiły się także jednokielkowe odmiany buraków pastewnych. W wyniku prac hodowlanych uzyskano odmiany ziemniaka odporne na mątwika ziemniaczanego, zarazę ziemniaczaną i choroby wirusowe. Wyhodowano odmiany pszenżyta o wyższej odporności na porastanie, odmiany jęczmienia ozimego o wyższej zimotrwałości, odmiany owsa przydatne do uprawy w rejonach podgórskich i odmiany pszenicy o wyższej jakości glutenu (9).

Prace hodowlane prowadzone w grupie roślin strączkowych spowodowały, że wprowadzono do uprawy odmiany grochu bardziej odporne na wyleganie o liściach przekształconych w wąsy czepne, a także wcześniej i bardziej równomiernie dojrzewające odmiany bobiku o zdeterminowanym typie rozwoju (tzw. samokończące ze szczytowym kwiatostanem) oraz odmiany łubinu o zredukowanych pędach bocznych (14,15).

Zboża

Jak wynika z danych GUS, najwyższym plonującym w naszym kraju gatunkiem zboża pozostaje niezmiennie od lat pszenica. Podkreślają to dane przedstawione na rysunku 1, z których wynika również, że relacje między gatunkami zbóż w zakresie plenności są względnie stałe. W trzyleciu bezpośrednio poprzedzającym wejście Polski do Unii Europejskiej (2002-2004) i obecnie (2015-2017) były one praktycznie takie same. Zdecydowanie najwyższe plonowanie pszenicy jest efektem przeznaczania pod ten gatunek najlepszych siedlisk i stosowania najintensywniejszej agrotechniki, ale dużą rolę odgrywa tutaj także postęp odmianowy, który w przypadku pszenicy jest wykorzystywany w naszym kraju w stopniu zdecydowanie najwyższym, spośród zbóż (4, 20).

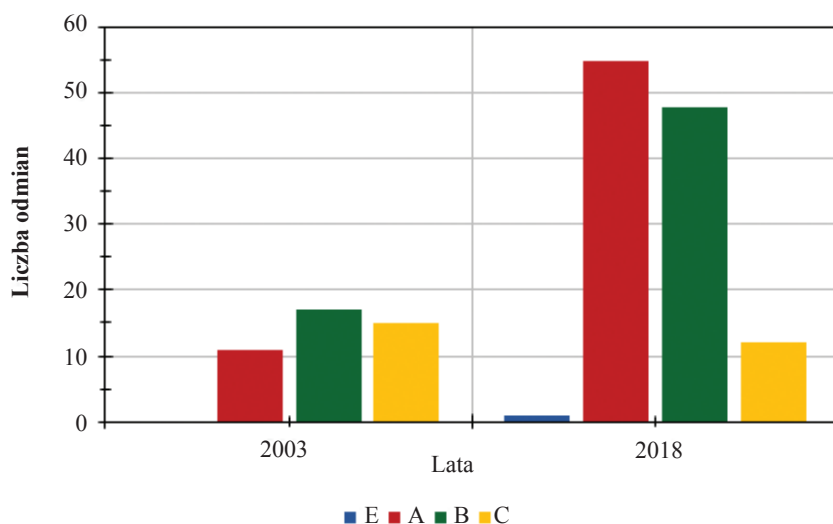


Rysunek 1. Względne plony ziarna poszczególnych gatunków zbóż i mieszanek
Za 100% przyjęto plony pszenicy

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS za lata 2002-2017 (16)

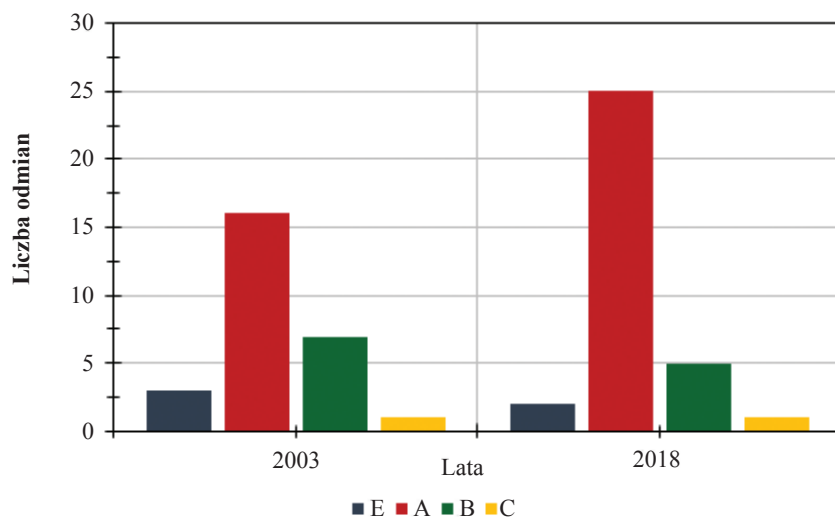
Tempo postępu odmianowego mierzonego przyrostem plonu jest w przypadku zbóż względnie stałe. W i c k i (20) określił roczny przyrost plonów dla pszenicy i żyta wynikający z postępu biologicznego w latach 2006-2016 na około 0,4 do 0,9% rocznie tj. w zależności od gatunku i poziomu intensywności produkcji od 30 do 75 kg ziarna ha/rok. Mniej więcej taki sam poziom postępu określony został przez Krzymuskiego (3) w latach 90. ubiegłego wieku. Badania Rudnickiego i Piekarczyka (17) wykazały, że dynamika postępu hodowlanego jest jednak zmienna. Według tych autorów była ona duża w latach 1969-1992 (150 kg ziarna ha/rok), ale wyraźnie mniejsza w latach 1992-2016 (69 kg ziarna ha/rok). Cytowani autorzy (17) zauważyli ponadto, że rola poszczególnych odmian w kształtowaniu postępu jest bardzo zróżnicowana, przy czym nieco większy postęp w zakresie plenności niosły w latach 1969-2016 odmiany zagraniczne (średnio o 102 kg/ha plenniejsze niż rodzime). Zdaniem W i c k i e g o (19) tempo wzrostu plonowania wynikające z wprowadzania postępu biologicznego jest wyższe przy niższym poziomie nakładów produkcyjnych niż przy intensywniejszej produkcji.

Transformacja ustrojowa rozpoczęta w roku 1989 zaczęła stosunkowo szybko przynosić zasadnicze zmiany w postrzeganiu jakości wszystkich płodów rolnych, w szczególności ziarna pszenicy – głównego zboża chlebowego. Po wejściu Polski do Unii Europejskiej zainteresowanie uprawą odmian jakościowych wzrosło jeszcze bardziej. W efekcie w doborze odmian zaczęły następować szybkie zmiany. Bardzo dobrze obrazuje to rysunek 2, z którego wynika, że w 2003 roku liczba zarejestrowanych w Polsce odmian należących do grupy A, przydatnych do uprawy na cele jakościowe, ledwie przekraczała 10, a w roku 2018 takich odmian jest ponad 50. Podobnie duże zmiany zaszły w wymienionym okresie w przypadku odmian należących do grupy B. Należy dodać, że początkowo odmiany o podwyższonych parametrach jakości charakteryzowały się na ogół obniżoną w stosunku do pozostałych odmian plennością, ale w ostatnich kilkunastu latach ta zasada zaczęła się zmieniać. Obecnie, odmiany należące do grupy A i B charakteryzują się wysoką plennością, porównywalną do odmian zaliczanych do grupy C (pastewne), w której na ogół były lokowane odmiany o wyraźnie wyższej plenności. Tym samym ostatnia z wymienionych grup zaczęła tracić na znaczeniu, czego przejawem jest także zmniejszenie liczby odmian w niej rejestrowanych (rys. 2). Ważnym przejawem pozytywnych zmian w zakresie jakości było zarejestrowanie wśród odmian pszenicy ozimej w roku 2012, pierwszej odmiany elitarniej, charakteryzującej się najwyższą jakością (grupa E).



Rysunek 2. Liczba odmian pszenicy ozimej zarejestrowanych w Polsce (E-elitarne, A-jakościowe chlebowe, B-chlebowe, C-pastewne)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU (2003 i 2018); (22)



Rysunek 3. Liczba odmian pszenicy jarej zarejestrowanych w Polsce (E-elitarne, A-jakościowe chlebowe, B-chlebowe, C-pastewne)

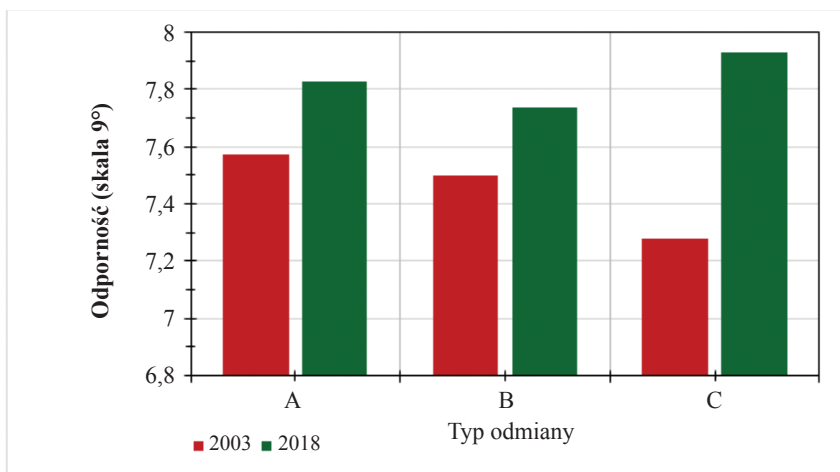
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU (2003 i 2018); (22)

Bardzo duże, pozytywne zmiany w zakresie liczby odmian pszenicy ozimej przydatnych do wykorzystania na cele jakościowe sprawiły, że zaczęła zmniejszać się rola pszenicy jarej jako dostawcy wysokiej jakości ziarna. Jej areal uprawy zaczął wyraźnie maleć na przestrzeni ostatnich lat. To w pewnym stopniu tłumaczy mniejsze niż w przypadku pszenicy ozimej zmiany w doborze odmian (rys. 3). Choć

należy zaznaczyć, że także w przypadku pszenicy jarej zanotowano w ostatnich latach wyraźny wzrost liczby zarejestrowanych odmian przydatnych do celów spożywczych w grupie A. Natomiast zmniejszeniu uległa ilość zarejestrowanych odmian w grupie E i B.

Z dokumentacji COBORU charakteryzującej odmiany rejestrowane w Polsce wynika, że oprócz plenności i jakości, podstawowy kierunek pracy hodowców zbóż związany jest od dziesięcioleci z podatnością na patogeny. Nowe odmiany na ogół są odporniejsze na poszczególne choroby niż odmiany starsze. Jednak zwykle w miarę upływu czasu odporność nabyta w procesie hodowli zmniejsza się. Tak na przykład było w przypadku pszenżyta, którego pierwsze odmiany były prawie wolne od chorób, ale w stosunkowo krótkim czasie odporność ta uległa znacznemu zmniejszeniu.

W tym artykule szczególna uwaga zostanie zwrócona na choroby zbóż powodowane przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Pod względem ekonomicznym, najgroźniejszą chorobą powodowaną przez te grzyby jest fuzarioza kłosów. Najczęściej występuje ona na pszenicy, ale jest także zagrożeniem dla pozostałych gatunków zbóż. Szkodliwość jej polega nie tylko na zmniejszeniu plonu ziarna i pogorszeniu jakości, ale również na wytwarzaniu przez te grzyby szkodliwych wtórnych metabolitów – mykotoksyn. Dlatego też w programach hodowlanych zajmuje ona obecnie ważniejsze miejsce niż w minionych dekadach. Świadczy o tym także średnia odporność odmian pszenicy na tę chorobę, która w przypadku pszenicy ozimej wyraźnie wzrosła, niezależnie od grupy użytkowej odmian (rys. 4).



Rysunek 4. Średnia odporność odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów (A-jakościowe chlebowe, B-chlebowe, C-pastewne)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU (2003 i 2018); (22)

Ostatnie dziesięciolecia są związane z dużymi zmianami w hodowli odmian mieszańcowych. Najsilniej ten kierunek hodowli rozwinął się w kukurydzy, buraku cukrowym i rzepaku, ale duże zmiany zaczynają w tym względzie zachodzić także wśród zbóż. Najwięcej mieszańców jest obecnie w przypadku żyta ozimego. Pierwsze odmiany żyta tego typu pojawiły się w Polsce w ostatniej dekadzie minionego wieku, ale już w roku 2003 na 28 zarejestrowanych odmian żyta ozimego, 10 należało do odmian mieszańcowych. W 2018 roku zarejestrowane były 52 odmiany żyta, z czego większość stanowiły odmiany mieszańcowe (27). Ostatnio na rynek wchodzi także odmiany heterozyjne zbóż samopylnych – pszenicy i jęczmienia. W Chinach jeszcze w minionej dekadzie (rok 2007) zarejestrowano 10 odmian pszenicy mieszańcowej, plonujących o 20% wyżej niż odmiany tradycyjne. Od kilku lat takie odmiany są także w Europie. W roku 2018 w krajowym rejestrze była jedna mieszańcowa odmiana pszenicy (Hybery F1). Należy dodać, że na rynku są także możliwe do nabycia odmiany niezarejestrowane w Polsce. Dotyczy to także odmian mieszańcowych. Największą ofertę mieszańców z grupy gatunków samopylnych ma Syngenta. W bieżącym sezonie w ofercie tej firmy (21) znajduje się sześć odmian ozimego jęczmienia hybrydowego: Trooper, Galation, Wootan, Hobbit, Zzoom oraz Mercurioo. Należy jeszcze dodać, że w Polsce trwają obecnie prace hodowlane nad wytworzeniem mieszańców w pszenzycie. Rosnące zainteresowanie hodowców produkcją mieszańców, wydaje się udowadniać tezę, że w niezbyt dalekiej przyszłości odmiany tego typu będą dominować u większości gatunków roślin zbożowych. Zwiększenie popularności mieszańców niewątpliwie zwiększy poziom wykorzystania postępu odmianowego, który obecnie jest wykorzystywany tylko w 50-60% (18).

O tak niskim poziomie wykorzystania postępu biologicznego decyduje przede wszystkim jakość stosowanych technologii, która w praktyce jest bardzo zróżnicowana. Zwykle na większych polach, charakterystycznych dla dużych gospodarstw realizowane są poprawne technologie (23). Jest to związane z tym, że gospodarstwa większe, o większym potencjale ekonomicznym najczęściej dysponują lepszej jakości sprzętem. Wyraźny wzrost ilości nowoczesnego sprzętu w gospodarstwach nastąpił po wejściu Polski do Unii Europejskiej. Jak wynika z danych ze spisu rolnego przeprowadzonego w naszym kraju w 2010 roku, w gospodarstwach zaszły stosunkowo duże zmiany w zakresie maszyn uprawowych. Przykładowo, w województwie świętokrzyskim wzrost ilości takich maszyn wyniósł aż 33,6% (16).

Zwiększenie dostępności agregatów uprawowych i uprawowo-siewnych stało się motorem zasadniczych zmian w technologiach produkcji roślin w uprawie polowej, w szczególności zbóż. Urządzenia tego rodzaju dały możliwość stworzenia lepszych warunków wzrostu dla roślin, co w połączeniu z polepszaniem się jakości materiału siewnego wpłynęło na wytworzenie tendencji do zmniejszania norm wysiewu. W IUNG-PIB Puławy również prowadzono badania nad zmniejszonymi normami wysiewu różnych gatunków zbóż. Wyniki badań jednoznacznie wykazały, że w warunkach odpowiedniej agrotechniki możliwe jest nawet daleko idące zmniejszenie normy wysiewu bez obniżenia się poziomu plonowania. Udowadnia to także tabela 1 prezentująca badania nad żytem ozimym.

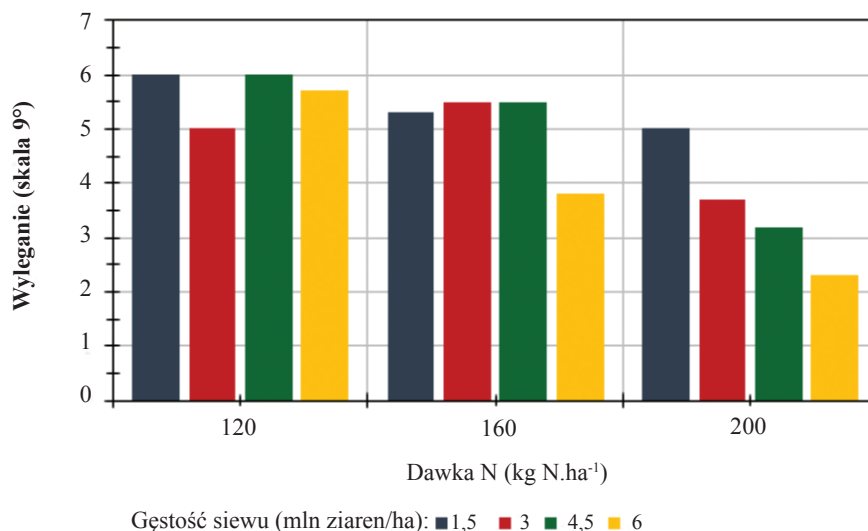
Tabela 1

Wpływ gęstości siewu i nawożenia azotem na plonowanie żyta ozimego odmiany Nawid
(Grabów 1999-2000)

Dawka N kg·ha ⁻¹	Gęstość siewu (mln ziaren/ha)				Średnia
	1,0	1,5	2,0	2,5	
0	4,06	4,53	4,49	4,59	4,42
40	5,23	5,47	5,58	5,78	5,51
80	5,92	5,99	6,18	6,36	6,08
120	6,04	6,41	6,61	6,53	6,40
160	6,07	6,33	6,55	6,40	6,33
Średnia	5,46	5,75	5,88	5,91	
NIR	Gęstość siewu – 0,403; Dawka N – 0,350; Interakcja - r.n.				

Źródło: Grabiński i Mazurek, 2002 (2)

Należy tutaj dodać, że zmniejszona norma wysiewu to z jednej strony zmniejszenie kosztów zakupu nasion, a z drugiej zabezpieczenie lepszych warunków wzrostu i rozwoju roślin, warunkujących zmniejszenie niebezpieczeństwa wylegania (rys. 5), a także występowania chorób. Tym samym gęstość siewu jest bardzo ważnym elementem integrowanej ochrony roślin.



Rysunek 5. Wpływ gęstości siewu i dawki nawożenia azotem na wyleganie pszenicy ozimej
(skala 1-9; 9 - brak wylegania)

Źródło: opracowanie własne

Rozwój przemysłu produkującego maszyny uprawowe i uprawowo-siewne sprawił, że bardzo szybko nastąpił postęp w zakresie upowszechniania technologii produkcji zbóż warunkujących ograniczanie erozji gleby, poprawę intensywności życia biologicznego w glebie, zwiększenie zawartości substancji organicznej oraz zmniejszenie strat wody, a ponadto zmniejszenie zużycia paliwa. Zakres badań tego

zagadnienia, który został wykonany w ostatnim dwudziestoleciu, jest bardzo szeroki i wymaga oddzielnego opracowania. Jak wynika z tych badań, oprócz pozytywnego oddziaływania na środowisko, w określonych warunkach, uproszczenia uprawowe mogą polepszać dorodność ziarna, jego wyrównanie oraz poprawiać jego walory piekarnicze (7).

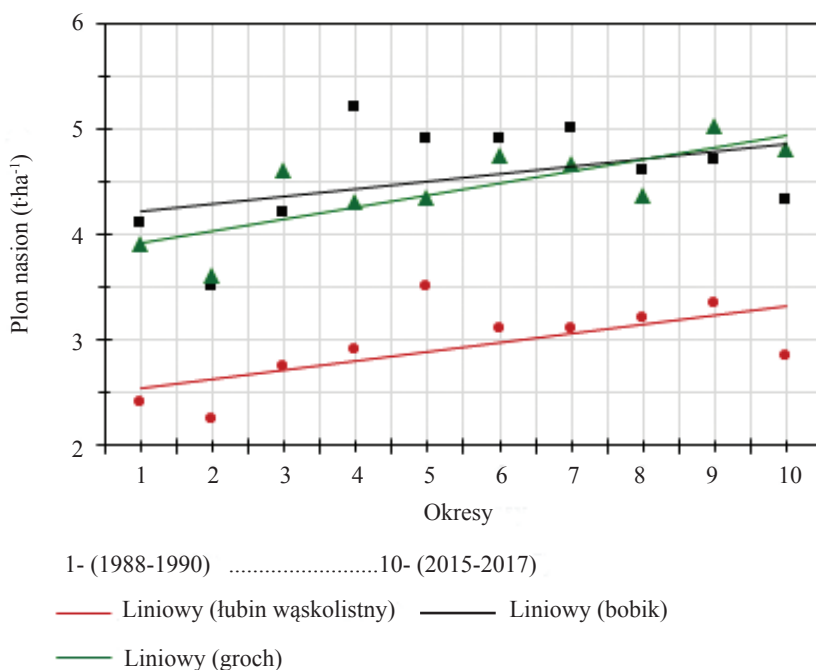
Duży postęp technologiczny po wejściu Polski do EU dotyczył także jakości maszyn wykorzystywanych w nawożeniu czy ochronie zbóż. Bez wątpienia ten fakt ma także duży wpływ na poprawność stosowanych technologii, w szczególności w zakresie stosowania odpowiednich dawek nawozów i środków ochrony roślin. Upowszechnienie takich maszyn w produkcji zbóż, coraz częściej związanych z wykorzystaniem systemu GPS, to olbrzymi postęp także w organizacji produkcji w gospodarstwach.

Rośliny strączkowe

Analizując zmiany w plonowaniu rodzimych gatunków roślin strączkowych należy stwierdzić, że w okresie 1988-1990 najwyższą plonującą rośliną strączkową był bobik, znacznie niżej plonował groch siewny, a najniżej łubin wąskolistny. Natomiast w ostatnim analizowanym okresie (2015-2017) najlepiej plonował groch siewny, który przewyższał plon bobiku o około $0,5 \text{ t ha}^{-1}$. Należy podkreślić, że w latach 1988-2017 nastąpił znaczny wzrost poziomu plonowania roślin strączkowych (rys. 6); (22). Był on bardzo podobny w odniesieniu do analizowanych gatunków roślin strączkowych, o czym świadczy nachylenie krzywych względem osi x. Z przeprowadzonych wyliczeń wynika, że wartość przyrostu plonu dla bobiku, łubinu wąskolistnego i grochu siewnego wynosiła (średnio na 1 rok) odpowiednio: 21, 4; 17,8 i 21,3 kg.

Rośliny strączkowe uprawiane są głównie ze względu na nasiona stanowiące surowiec do produkcji pasz białkowych. Nasiona bobiku zawierają zdecydowanie więcej białka niż nasiona grochu, dlatego nawet przy niższym plonie nasion bobiku uzyskuje się dużo większy plon białka.

Postęp biologiczny jest często oceniamy poprzez liczbę nowo rejestrowanych odmian. Ponieważ odmiany nowo wpisywane do krajowego rejestru muszą posiadać takie właściwości, które powodują poprawę ich wartości gospodarczej należy przyjąć, że każda nowa odmiana jest lepsza od już istniejących i wnosi postęp biologiczny. W latach 2008-2012 średnio na 1 rok wpisywano do rejestru: 1 odmianę bobiku, 11 odmian grochu siewnego i 11 odmian łubinów, a w latach 2013-2017 odpowiednio: 4, 6 i 14 odmian (6). Podstawą wpisywania do krajowego rejestru nowych odmian roślin strączkowych był głównie poziom ich plonowania.



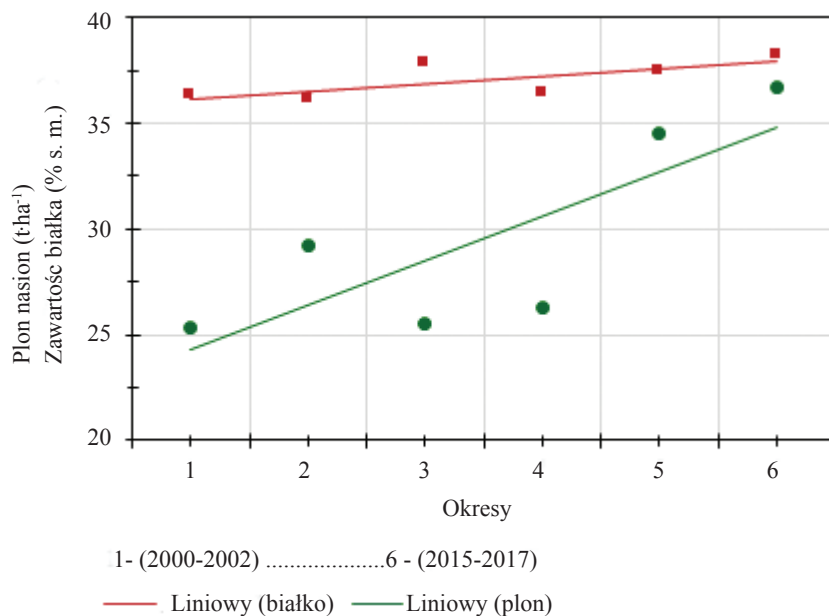
Rysunek 6. Plon nasion roślin strączkowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU (22)

Poprawa jakości plonu dotyczyła jedynie zwiększenia zawartości białka w nasionach soi (rys. 7). Należy przy tym zaznaczyć, że w przypadku soi przyrost plonu nasion był o wiele większy niż zwiększenie zawartości białka w nasionach. Potwierdza to znaną zasadę, że uzyskanie wyżki plonu w wyniku hodowli nowych odmian jest o wiele łatwiejsze niż polepszenie jakości zbieranych ziemiopłodów.

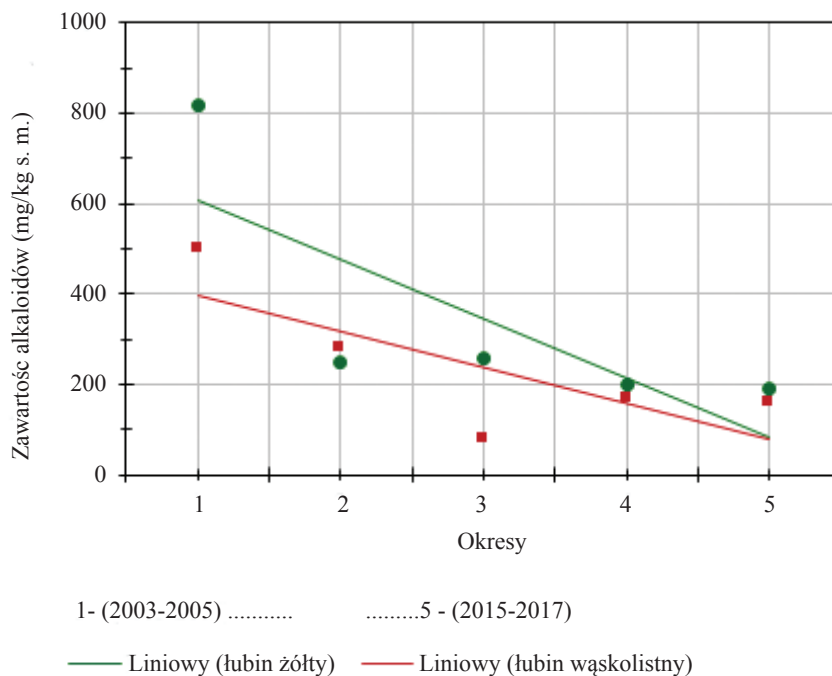
Ważnym osiągnięciem w zakresie polepszenia jakości plonu w wyniku prac hodowlanych było zmniejszenie zawartości alkaloidów w nasionach łubinu (rys. 8). Należy przy tym podkreślić, że ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do odmian pastewnych przeznaczonych na paszę dla zwierząt.

Obecnie w krajowym rejestrze jest wpisanych 29 odmian łubinu wąskolistnego (w tym 3 wysokoalkaloidowe) i 9 łubinu żółtego, z czego wszystkie są odmianami niskoalkaloidowymi. W latach 2003-2005 zawartość alkaloidów w nasionach łubinu wąskolistnego i żółtego wynosiła średnio, dla odmian wpisanych do krajowego rejestru, odpowiednio: 820 i 500 mg/kg s.m., a w okresie 2012-2012 odpowiednio: 170 i 200 mg/kg s.m. Dopuszczalna zawartość alkaloidów w nasionach łubinu przeznaczonych do stosowania w przemyśle spożywczym wynosi 0,02% (1). Szczególnie wrażliwe na alkaloidy łubinu są świny, które nie wydają paszy, jeśli zawartość alkaloidów w użytym łubinie przekracza 0,03% (10).



Rysunek 7. Plon nasion i zawartość białka w nasionach soi

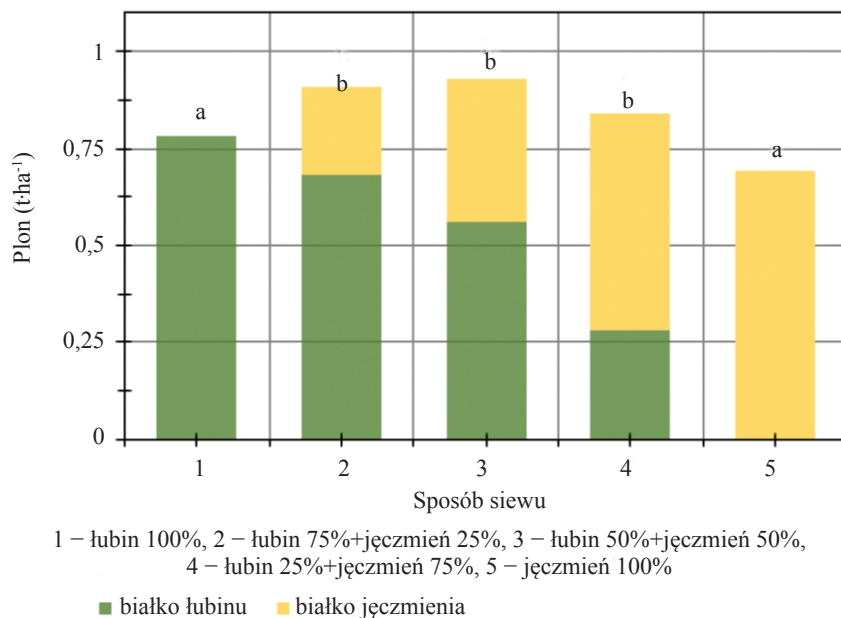
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU (22)



Rysunek 8. Zawartość alkaloidów w nasionach łubinu wąskolistnego i żółtego

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU (22)

Przykładem postępu technologicznego w produkcji nasion roślin strączkowych może być ich uprawa w mieszankach ze zbożami. Dzięki takim zasiewom można uzyskać większy plon białka (rys. 9) i zwiększyć wierność plonowania w latach (rys. 10), a w przypadku grochu także znacznie ograniczyć wyleganie roślin.



Rysunek 9. Plon białka mieszanki łubinu wąskolistnego z jęczmieniem

Źródło: opracowanie własne

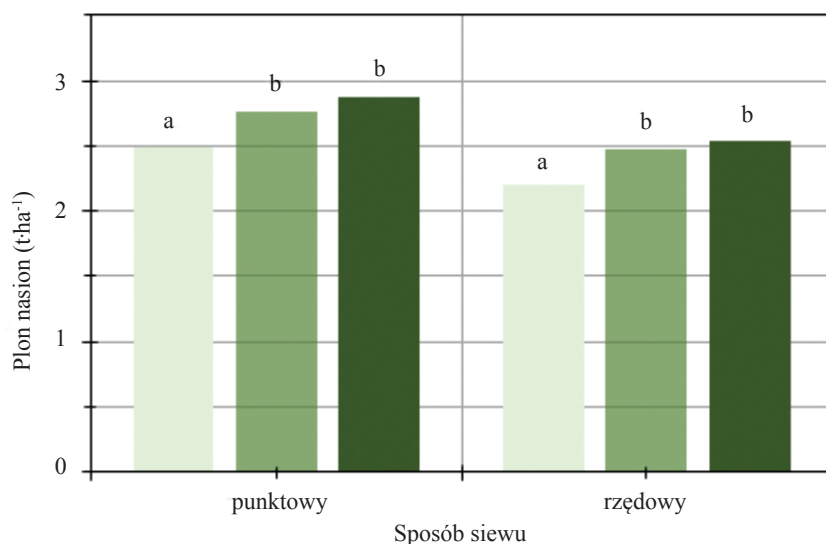


Rysunek 10. Poziom zmienności plonu nasion łubinu i mieszanek (2011-2013)

Źródło: opracowanie własne

W latach z niekorzystnym przebiegiem pogody do uprawy roślin strączkowych ubytek plonu rekompensowany jest większym plonem ziarna zbóż. Z danych zamieszczonych na rysunku 5 można wnioskować, że uprawiając łubin w siewie czystym średnio co 3 lata może zdarzyć się słabsze jego plonowanie, natomiast uprawiając łubin w mieszance ze zbożem obniżka taka może wystąpić średnio co 5-6 lat. Ponadto znaczna część azotu związanego na drodze biologicznej redukcji jest wykorzystywana przez roślinę zbożową. Powoduje to m.in. zwiększenie zawartości białka w ziarnie zbóż.

Postęp technologiczny w uprawie roślin strączkowych dotyczy doskonalenia techniki siewu. Coraz częściej w uprawie roślin prowadzi się badania dotyczące możliwości stosowania siewu punktowego. Zagadnienie to jest także realizowane w odniesieniu do roślin strączkowych (11, 12). Z ostatnio przeprowadzonych badań wynika, że stosując siew punktowy można uzyskać ok. 10% zwiększ plonu nasion bobiku (rys. 11). Mając na uwadze stosunkowo niskie plonowanie tej grupy roślin można uznać, że jest to zwyczajnie niezbyt duża, wynosząca około 300-400 kg nasion/ha. Jednak w przypadku zasiewów na dużych powierzchniach np. 100 ha, stosując siew punktowy zyskuje się dodatkowo około 30-40 t nasion/ha.

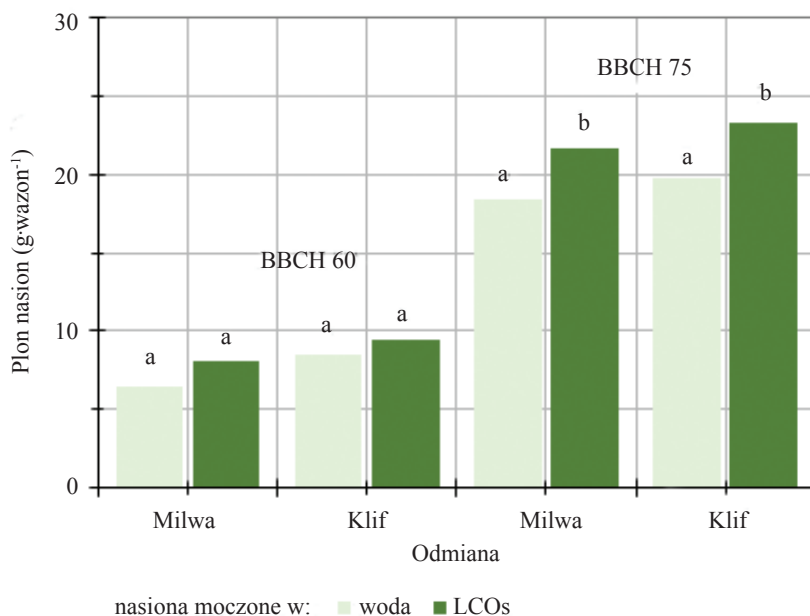


Rysunek 11. Wpływ sposobu siewu na plonowanie bobiku (2011-2013)

Źródło: opracowanie własne

Jednym z ważniejszych działań zmierzających do zwiększenia wielkości i wierności plonowania roślin strączkowych jest optymalne zaopatrzenie w azot. W przypadku tej grupy roślin bardzo duże znaczenie ma zwiększanie efektywności procesu symbiotycznego wiązania tego pierwiastka z atmosfery. Badania nad symbiozą roślin bobowatych i rizobiów odkryły podłoże genetyczne tego zjawiska i przyczyniły się do zidentyfikowania licznych metabolitów roślinnych i bakteryjnych zaangażowanych

w ten proces. Ingerencja w proces wymiany sygnałów molekularnych metabolitów bakteryjnych i roślinnych może usprawnić proces symbiotycznego wiązania azotu i przyczynić się do osiągnięcia wymiernych korzyści w praktyce rolniczej. Do grupy cząstek sygnałowych należą m.in. bakteryjne czynniki Nod (LCOs), które najwydajniej wpływają na powstawanie brodawek na korzeniach roślin bobowatych. Związki te często podlegają jednak procesom powodującym zmniejszenie ich stężenia na drodze od producenta do organizmu docelowego. Prawdopodobnie niedostateczna ich ilość jest m.in. przyczyną mało wydajnej symbiozy, co znacznie ogranicza zaopatrzenie roślin w azot i zmniejsza ich plonowanie, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach pogodowych. Dlatego dostarczenie wspomnianych metabolitów roślinnych i bakteryjnych do gleby może zwiększyć liczbę zawiązywanych brodawek oraz poprawić plonowanie tej grupy roślin (rys. 12).



Rys.12. Plon nasion grochu w zależności od zastosowanego preparatu czynników Nod (LCOs)

Źródło: Podleśny i in., (2014) (13), zmodyfikowane

Podsumowanie

Z przeprowadzonych rozważań wynika, że ostatnie dekady w produkcji roślinnej związane są z bardzo dużym postępowaniem odmianowym, zarówno w przypadku roślin pastewnych (w szczególności bobowatych), jak i zbóż. Jego wyrazem jest zwiększenie dostępności asortymentu odmian o zwiększonej plenności, odporniejszych na choroby, a przy tym charakteryzujących się wysoką jakością. Tym samym stwarzane

są coraz lepsze warunki do rozwoju technologii integrowanych zbóż, w których wybór właściwej odmiany stanowi podstawę do realizacji celów produkcyjnych i ekonomicznych.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w przypadku zbóż coraz częściej postęp odmianowy związany jest z hodowlą odmian heterozyjnych (także w przypadku gatunków samopylnych). Rozwój hodowli w tym zakresie może w najbliższych dekadach stać się przyczyną zwiększenia stopnia wykorzystania postępu odmianowego, zwłaszcza w kształtowaniu wielkości i jakości plonów oraz odporności na stresy środowiskowe. Na razie postęp odmianowy jest wykorzystywany w niewystarczającym stopniu, zwłaszcza przez gospodarstwa nie produkujące na rynek. Dążność do pozytywnych zmian w tym względzie powinna być ważnym kierunkiem działań ludzi odpowiedzialnych za rozwój rolnictwa w naszym kraju.

Ostatnie lata, a zwłaszcza okres po wejściu Polski do Unii Europejskiej, były związane z bardzo intensywnymi i pozytywnymi zmianami w zakresie technologii produkcji roślin w uprawie polowej, a zwłaszcza w zakresie uprawy roli. Zwiększona dostępność specjalistycznego sprzętu decyduje o stosunkowo szybkim upowszechnianiu się uprawy uproszczonej warunkującej pozytywne zmiany w glebie (zwiększenie zawartości próchnicy, mniejsze straty składników mineralnych wskutek wymywania, oszczędności w ilości paliwa niezbędnego do przygotowania roli do siewu). Duży postęp został zanotowany także w zakresie maszyn i urządzeń wykorzystywanych w czasie wegetacji, a w tym do nawożenia i ochrony. Wpływają one znacząco na polepszenie precyzji stosowania środków produkcji i tym samym lepszej efektywności ich wykorzystania.

Literatura

1. Chango A., Villaume C., Bau H.M., Nicolas J.P., Mesian L.: Debittering of lupin (*Lupinus luteus* L.) protein by calcium alginate and nutritional evaluation. J. Sci. Food Agric., 1993, **63**: 195-200.
2. Grabiński J., Mazurek J.: Plonowanie żyta mieszańcowego odmiany Nawid w warunkach rzadkich siewów. Biul. IHAR, 2002, **223/224**: 137-243.
3. Krzymuski J.: Postęp odmianowy w produkcji zbóż w Polsce. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 1991, **177**: 38.
4. Krzymuski J. (red.): Historia hodowli i nasiennictwa na ziemiach polskich w XX wieku. Rośliny rolnicze, 2003, Wydawnictwo Prodrak, Poznań.
5. Kowalski J.: Postęp naukowo-techniczny a racjonalna gospodarka energią w produkcji rolniczej. PTIR. Kraków, 2002.
6. Lista Opisowa Odmian za lata 2008-2017. COBORU, Słupia Wielka, 2009-2018.
7. Małecka I., Blecharczyk A., Sawińska Z., Piechota T., Waniorek B.: Plonowanie zbóż w zależności od sposobów uprawy roli. Fragm. Agron., 2012, **29(1)**: 114-123.
8. Ogrodowczyk M., Bartkowiak-Broda I.: Ocena postępu biologicznego w hodowli rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.). Rośliny oleiste – Oilseed crops, 2013, **34(2)**, 289-301.
9. Oleksiak T.: Postęp w hodowli jakościowych odmian pszenicy ozimej w latach 1996–2005. Fragm. Agron., 2008, **25(1)**: 288-296.

10. Pearson G., Carr J.R.: A comparison between meals prepared from the seeds of different varieties of lupin as protein supplements to barley-based diets for growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1997, **2**: 49-58.
 11. Podleśny J.: Przydatność siewu punktowego w uprawie wybranych gatunków roślin strączkowych. *Inż. Rol.*, 2006, **13(88)**: 377-383.
 12. Podleśny J., Podleśna A.: Określenie przydatności siewu punktowego w uprawie tradycyjnych i wąskolistnych odmian grochu siewnego. *Inż. Rol.*, 2011, **1(26)**: 223-228.
 13. Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D.: The responses of two pea genotypes to Nod factor (LCOs) treatment. *J. Food Agric. Environ.*, 2014, **12(2)**: 554-558.
 14. Prusiński J.: Postęp biologiczny w hodowli i uprawie grochu siewnego i bobiku. *Fragm. Agron.*, 2007a, **4**: 113-119.
 15. Prusiński J.: Postęp biologiczny w łubinie (*Lupinus*) – rys historyczny i stan aktualny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007b, **522**: 23-37.
 16. Rocznik Statystyczny Rolnictwa. GUS. 2007 i 2018.
 17. Rudnicki F., Piekarczyk M.: Postęp hodowlany w polskim rejestrze odmian pszenicy ozimej w latach 1969-2016, 2018, **35(2)**: 107-125.
 18. Święcicki W.K., Surma M., Koziara W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-Broda I., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K.: Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej – przyjazne dla człowieka i środowiska. *Pol. J. Agron.*, 2011, **7**: 102-112.
 19. Wicki L.: Wykorzystanie postępu odmianowego w produkcji zbóż w polskim rolnictwie. *Roczn. Nauk Rol.*, 2008, **94**, **2**: 136-146.
 20. Wicki L.: Postęp w plonowaniu odmian pszenicy ozimej i żyta w doświadczeniach odmianowych w Polsce. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2017, **XIX**, **4**: 224-230.
 21. www.syngenta.pl [protokół dostępu: 24.09.2019].
 22. Wyniki doświadczeń odmianowych COBORU za lata 1988-2018. COBORU, Słupia Wielka, 1989-2019.
 23. Wszyński Z.: Ocena technologii produkcji pszenicy ozimej na plantacjach produkcyjnych w województwie łódzkim. *Fragm. Agron.*, 2016, **33(4)**: 155-165.
-

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Janusz Podleśny
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
Tel. 81 4786 792
e-mail: jp@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Jerzy Grabiński	0000-0003-0427-9398
Janusz Podleśny	0000-0001-6757-8331

Grażyna Podolska, Edyta Aleksandrowicz

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

POSTĘP ODMIANOWY W ZBOŻACH CHLEBOWYCH*

Słowa kluczowe: pszenica, żyto, jakość ziarna, postęp hodowlany

Wstęp

Osiągnięcie wysokich, stabilnych plonów, charakteryzujących się dobrą jakością oraz racjonalne wykorzystanie środowiska przyrodniczego są głównymi zadaniami nowoczesnego rolnictwa. W osiągnięciu tego celu istotne znaczenie mają czynniki środowiskowe, postęp technologiczny, czy odmianowy. Rola czynników determinujących poziom plonowania roślin zmieniała się w poszczególnych okresach czasu. W latach 1951-1970 pierwszoplanową rolę we wzroście produktywności roślin przypisywano nawożeniu (47% udział we wpływie na wzrost produktywności), na drugim miejscu umieszczano ochronę roślin (22%), na trzecim - postęp biologiczny (18%). W latach 1971-1990 udział postępu biologicznego we wzroście produktywności roślin stanowił aż 50% (8,17,18). Obecnie wskaźnik ten kształtuje się w granicach 50-75%. Postęp biologiczny wiąże się z doskonaleniem cech roślin w kierunku podniesienia wydajności i jakości produkcji rolniczej (14). Efekty zaś są nie do zastąpienia, ponieważ oddziałują w okresie dłuższym niż jeden sezon i przyczyniają się do trwałego wzrostu poziomu plonowania (2, 17).

Postęp biologiczny związany jest nie tylko ze wzrostem poziomu plonowania, ale również z ulepszaniem cech jakościowych czy cech wartości gospodarczej takich jak: odporność na choroby, wyleganie itd. W polskiej hodowli roślin postęp jakościowy jest znaczny i różny w poszczególnych gatunkach roślin. Największy postęp jakościowy odnotowano w rzepaku ozimym, dzięki wyhodowaniu i wprowadzeniu do uprawy odmian o obniżonej zawartości szkodliwych, antyżywnościowych substancji - tzw. odmian dwuzerowych czyli podwójnie ulepszonych (bezerukowych i niskoglukozynolanowych). W buraku cukrowym nowa jakość miała charakter technologiczny, wyhodowano odmiany genetycznie jednokielkowe, eliminując

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

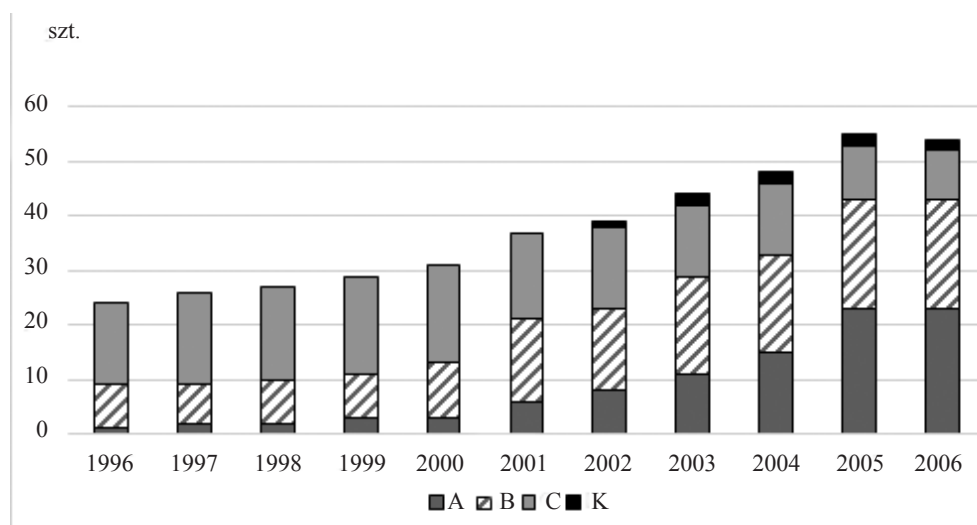
lub ograniczając kosztowną pielęgnację ręczną i mechaniczną. Pojawiły się także jednokielkowe odmiany buraków pastewnych. W ziemniaku dużym postępowaniem była hodowla odmian przeznaczonych na przetwórstwo spożywcze (chipsy, frytki). Istotnym osiągnięciem było uzyskanie odmian ziemniaka odpornych na mątwika ziemniaczanego, zarazę ziemniaczaną i choroby wirusowe. Na uwagę zasługują również odporniejsze na wyleganie odmiany grochu o liściach przekształconych w wąsy czepne, czy równomierniej dojrzewające tzw. samokończące odmiany bobiku. W przypadku roślin zbożowych na uwagę zasługuje wyhodowanie odmian mieszańcowych żyta i pszenicy, odmian pszenżyta o wyższej odporności na porastanie, odmian jęczmienia ozimego o wyższej zimotrwałości czy nieoplewionych odmian owsa i jęczmienia. Istotnym osiągnięciem było wyhodowanie odmian pszenicy o dobrej jakości przydatnych do celów wypiekowych oraz odmian pszenicy durum czy pszenicy orkisz.

Kierunek hodowli nastawiony na wprowadzanie odmian o ulepszonych cechach technologicznych gwarantujących lepszą jakość wypiekową i przemiałową jest jednym z priorytetowych (10). Wynika to z faktu, że obecnie w Polsce na cele konsumpcyjne do produkcji mąki i wypieku pieczywa wykorzystuje się ponad 60% zbiorów pszenicy i 20% żyta. Znaczenie obu wymienionych gatunków w produkcji pieczywa zmieniało się wraz z rozwojem rolnictwa, postępowaniem technologicznym i odmianowym. W okresie międzywojennym w Polsce, żyto odgrywało istotną rolę w wyżywieniu ludności. Chleb żytni stanowił podstawy produkt żywnościowy. W 1934 roku przy ogólnym spożyciu chleba 140 kg na jednego mieszkańca rocznie, spożycie chleba żytniego wynosiło 120 kg. W latach pięćdziesiątych mąka żytnia stopniowo była wypierana przez mąkę pszenną. W 1952 roku chleb żytni (wytwarzany z mąk ciemnych) stanowił jeszcze 51%, pszenny - 20%, a mieszany 29% całkowitej ilości spożywanego pieczywa. W latach 1990-1996 spożycie chleba żytniego spadło do 2%, pszennego do 13,5%, odnotowano natomiast wzrost spożycia chleba mieszanego do 84,5% (1). Zmiany te są konsekwencją prac hodowlanych, w kierunku uzyskania odmian o korzystnych parametrach wypiekowych zarówno pszenicy jak i żyta. Do krajowego rejestru w Polsce rokrocznie wpisywane są przez COBORU nowe odmiany żyta. Obecnie w Rejestrze znajdują się dwie jego formy: populacyjna i mieszańcowa. W COBORU określa się ich oryginalność, wyrównanie i stałość, jak również dokonuje się oceny cech rolniczych (plon ziarna, odporność na choroby, wyleganie itd.) i jakościowych ziarna. W przypadku żyta ocenia się odmiany pod względem takich cech technologicznych jak: masa 1000 ziaren (MTZ), gęstość ziarna w stanie zsypanym, zawartość białka, liczba opadania, początkowa temperatura kleikowania, końcowa temperatura kleikowania, lepkość maksymalna kleiku skrobiowego i wydajność mąki. Nie ma natomiast podziału na odmiany jakościowe i ogólnoużytkowe. W przypadku pszenicy, COBORU klasyfikuje odmiany na 5 grup jakościowych – odmiany elitarnie (E), jakościowe (A), chlebowe (B), ogólnoużytkowe (C) i na ciastka (K). Zakwalifikowanie do poszczególnych grup jakościowych odbywa się na podstawie oceny wyróżników uwzględniających wartość przemiałową i wypiekową.

Liczba wpisywanych odmian do krajowego rejestru w Polsce

Ocena postępu biologicznego poprzez liczbę nowo rejestrowanych odmian, wynika z faktu, że wpisane do krajowego rejestru odmiany posiadają określoną wartość gospodarczą, a nowe na ich tle muszą posiadać cechy, które powodują poprawę wartości gospodarczej. Oznacza to, że każda nowo wpisana do rejestru odmiana jest lepsza od już istniejących i wnosi postęp biologiczny. Zatem jak podaje Oleksiak (10) najprostszą miarą oceny intensywności hodowli jest liczba rejestrowanych odmian.

Analiza oparta o liczbę zarejestrowanych odmian pszenicy ozimej wskazuje na istotne zmiany. Krzymuski (5) analizując ruch odmianowy w okresie 1966-1985 stwierdził, że w całym okresie w rejestrze COBORU występowało 160 odmian. Różnice w liczebności między poszczególnymi zbożami były znaczne. Zdecydowanie najwięcej odmian notowano w pszenicy (58 odmian). Najmniejszą liczbę badanych rodów, a także mały współczynnik ruchu odmianowego stwierdzono w przypadku żyta. Pod tym względem pozycja żyta nie odpowiadała jego znaczeniu gospodarczemu. (5). Ten sam autor stwierdził dużą zmienność liczebności odmian w poszczególnych pentadach okresu 1966-1985. W pierwszej pentadzie dobór odmian był bardzo liczny i stabilny, natomiast w latach 1971-1975 zanotował znaczne zmniejszenie liczebności odmian, wskutek wycofania z niego odmian ekstensywnych. Dynamika postępu odmianowego w latach 1966-1985 dla pszenicy ozimej miała charakter paraboliczny, co oznacza, że najpierw liczba odmian zwiększała się a później stopniowo malała pod koniec analizowanego okresu. U żyta poczynając od trzeciej pentady 1976 roku postępu praktycznie nie stwierdzono, ponieważ cały dobór był zdominowany przez najplenniejszą odmianę żyta – Dańkowskie Złote (5). W całym analizowanym okresie dobór uległ znacznemu odmłodzeniu, a wiek odmian w ostatniej pentadzie został określony na poziomie 6 lat. W latach 90-tych wpisy do rejestru nowych odmian były liczne, najczęściej dotyczyły pszenicy ozimej a następnie jęczmienia jarego (6). W przypadku pszenicy ozimej w latach 90-tych w krajowym rejestrze dominowały odmiany paszowe, a udział odmian jakościowych był znikomy. W okresie 1989-1996 jedyną odmianą jakościową była zarejestrowana w 1982 roku odmiana Begra (10). Presja na rynku wymusiła podjęcie prac nad hodowlą odmian charakteryzujących się wysoką przydatnością technologiczną do wyrobu mąki i wypieku pieczywa. Począwszy od lat 90-tych datuje się pojawianie odmian technologicznych, a wypieranie z doboru odmian ogólnoużytkowych (rys. 1). Obecnie w krajowym rejestrze są 124 odmiany pszenicy ozimej, z czego odmiany przydatne do celów wypiekowych stanowią 88%. Odmiany zakwalifikowane do grupy odmian jakościowych stanowią 47% , chlebowe 38%, a elitarne 2%.



Rysunek 1. Odmiany pszenicy ozimej w rejestrze odmian w grupach jakościowych

Źródło: Oleksiak, 2008 (10)

A - odmiany jakościowe

B - odmiany chlebowe

C - odmiany ogólnoużytkowe

K - odmiany na ciastka

Istotnym postępow hodowli było uzyskanie i wpisanie do krajowego rejestru odmian mieszańcowych żyta. Pierwsza odmiana mieszańcowa Marder, zarejestrowana została w 1995 roku. Od tego momentu nastąpił niebywały postęp w hodowli odmian mieszańcowych żyta ozimego. Odmiana Marder poza nieco wyższym plonowaniem w wielu istotnych cechach wartości gospodarczej ustępowała odmianom populacyjnym. Jednak zarejestrowanie odmiany mieszańcowej dało początek nowemu kierunkowi hodowli żyta. Obecnie w krajowym rejestrze jest 66 odmian żyta ozimego, z czego 27 czyli 41% stanowią odmiany mieszańcowe (7)

Postęp w plonowaniu nowych odmian

Ocenę postępu hodowlanego i wielkości poziomu plonowania przedstawili w swoich opracowaniach Krzymuski (3, 5), Krzymuski i Krzeczowska (4), Oleksiak (9,10), Wicki (17) i Rudnicki i Piekarczyk (14). Ocena ta obejmowała różne przedziały czasowe. Autorzy wykazali, że postęp hodowlany pszenicy ozimej w poszczególnych okresach czasu ulegał wyraźnym wahaniom. W latach 1966–1985 wpływ efektów hodowli na przyrost plonów był duży. Krzymuski (5) ocenił, że w przypadku pszenicy, udział postępu w ogólnym przyroście plonów stanowił 30%, w przypadku żyta natomiast 14%. Pozytywnie oceniony został postęp odmianowy w plonach zbóż w latach 1986–1990 i 1991–1995 (6). Największy postęp odnotowany był w pszenicy ozimej, mniejszy natomiast w życie. Już w tym okresie ww. autor

stwierdził, że w postępie odmianowym duży udział mają odmiany zagraniczne. Postęp hodowlany w pszenicy ozimej w nieco dłuższym przedziale czasowym (1969-1992) określono na 150 kg ha⁻¹ na rok (14). W przedziale lat 1991–2000 wystąpił regres plonów wskutek braku postępu hodowlanego i pogarszających się warunków środowiskowych, na co wskazuje Oleksiak (9). Ten sam autor ocenił, że w latach 1999-2001 wzrost plonów wynosił 118 kg na rok, natomiast już w latach 1995-2005 (10) był większy i wyniósł 229 kg na rok.

Z kolei jak przedstawiają Rudnicki i Piekarczyk (14) rejestracja w latach 2000–2005 polskich dobrze plonujących odmian pszenicy (jak ‘Nutka’, ‘Tonacja’, ‘Nadobna’, Bogatka’), jak i zagranicznych (np. ‘Kris’, ‘Aristos’, ‘Rapsodia’, ‘Slade’, ‘Trend’) sprawiła, że ujawnił się duży postęp hodowlany. Plonowaniu pszenicy sprzyjał też wyraźny trend poprawy warunków środowiskowych w tym okresie. Stąd postęp hodowlano-środowiskowy przekraczał wówczas 200 kg·ha⁻¹·rok. W późniejszym okresie czasu postęp obserwowano także znaczny postęp odmianowy - ale jego dynamika była malejąca. Toteż w latach 1993–2016 efekty hodowli były coraz mniejsze (tab. 1). Analizując cały okres 1969–2016, Rudnicki i Piekarczyk (14) wykazali, że efektem postępu hodowlanego było średnioroczne zwiększanie się plonów odmian polskich hodowli o 97 kg·ha⁻¹, a łącznie odmian hodowli polskich i zagranicznych o 102 kg·ha⁻¹. Udział postępu hodowlanego w zwiększaniu plonów w produkcji, średnio w latach 1970–2016, oszacowali na około 37%. (tab. 1)

Tabela 1

Postęp plonu ziarna pszenicy ozimej w latach 1969-2016 (kg·ha⁻¹·rok⁻¹)

Przedziały lat	Wszystkie odmiany badane			Odmiany noworejestrowane		
	Efekt					
	H	Ś	HŚ	H	Ś	HŚ
Odmiany hodowli polskich						
1971-1980	147	-37	110	139	-36	103
1976-1985	131	-30	101	152	-31	131
1981-1990	193	-16	177	211	-17	194
1986-1995	113	17	130	120	13	133
1991-2000	-20	-32	-52	-50	-16	-66
1996-2005	114	101	215	131	68	199
2001-2010	87	16	103	114	13	127
2006-2016	22	50	72	13	38	51
1969-2016	97	1	98	102	-2	100
Odmiany hodowli polskich i zagranicznych						
1971-1980	145	-34	111	132	-32	100
1976-1985	133	-34	99	144	-32	112
1981-1990	194	-16	178	211	-17	194
1986-1995	117	15	132	118	13	131
1991-2000	-20	-25	-45	-32	-13	-45
1996-2005	139	88	227	145	70	215
2001-2010	82	37	119	88	35	123
2006-2016	42	33	75	41	14	55
1969-2016	102	1	103	105	-2	103

Źródło: Rudnicki i Piekarczyk, 2018 (14)

Wicki (17) analizował przyrosty plonów pszenicy ozimej i żyta w latach 2006-2016 na dwu poziomach agrotechniki uwzględnionych w badaniach COBORU. Wykazał wzrost plonowania odmian zarówno przy niższym (a₁), jak i przy wyższym (a₂) poziomie agrotechniki. Dla pszenicy ozimej udział postępu biologicznego w ogólnym wzroście plonowania ocenił na 59,6% przy niższym poziomie agrotechniki i 37,8% przy wyższym poziomie agrotechniki. Przyrost ilościowy plonów uzyskiwany dzięki postępowi biologicznemu ocenił w badanym okresie na 7,5 oraz 5,2 dt/ha, odpowiednio dla dwóch poziomów agrotechniki a₁ i a₂ (tab. 2). Dla odmian populacyjnych żyta ozimego udział postępu biologicznego w kreowaniu wzrostu produktywności wynosił 41,4% przy niższym i 32,0% przy wyższym poziomie intensywności produkcji. Oceniał, że wzrost plonów w latach 2006-2016 dzięki postępowi biologicznemu wynosił dla poziomów a₁ i a₂ odpowiednio 3,1 i 2,7 dt/ha. Zauważył, że znaczenie postępu biologicznego było mniejsze w przypadku wyższej intensywności produkcji (tab. 2).

W efekcie postępu biologicznego zawartego w nowych odmianach plony pszenicy wzrastały rocznie o 0,92% dla niższego poziomu agrotechniki i 0,57% dla wyższego poziomu agrotechniki. Niższe wskaźniki wzrostu plonu stwierdzono dla żyta. Wynosiły one 0,50% dla niższego i 0,38% dla wyższego poziomu agrotechniki. W ujęciu ilościowym przyrosty roczne plonu wynosiły dla niższego i wyższego poziomu intensywności produkcji odpowiednio: 75 i 52 kg·ha⁻¹·rok⁻¹ dla pszenicy ozimej oraz 31 i 27 kg·ha⁻¹·rok⁻¹ dla żyta.

Tabela 2

Wyniki analizy wpływu postępu odmianowego (biologicznego) na poziom plonowania

Wyszczególnienie	Plony odmian w doborze				Plony wzorca stałego			
	pszenica ozima		żyto ozime		pszenica ozima		żyto ozime	
	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂
Odchylenie łączne plonu (dt/ha)	12,5	13,8	7,4	8,5	4,6	8,2	4,2	5,8
Wpływ zmian nakładów (%)	40,4	62,2	58,6	68,0	100	100	100	100
Wpływ postępu odmianowego (%)	59,6	37,8	41,4	32,0	0	0	0	0
Przyrost dzięki postępowi odmianowemu (dt/ha)	7,5	5,2	3,1	2,7	-	-	-	-
Zmiana średnioroczna dzięki postępowi odmianowemu (%)	0,92	0,57	0,50	0,38	-	-	-	-

Źródło: Wicki, 2017 (16)

Tabela 3

Średnie plony ziarna pszenicy ozimej w różnych okresach lat.

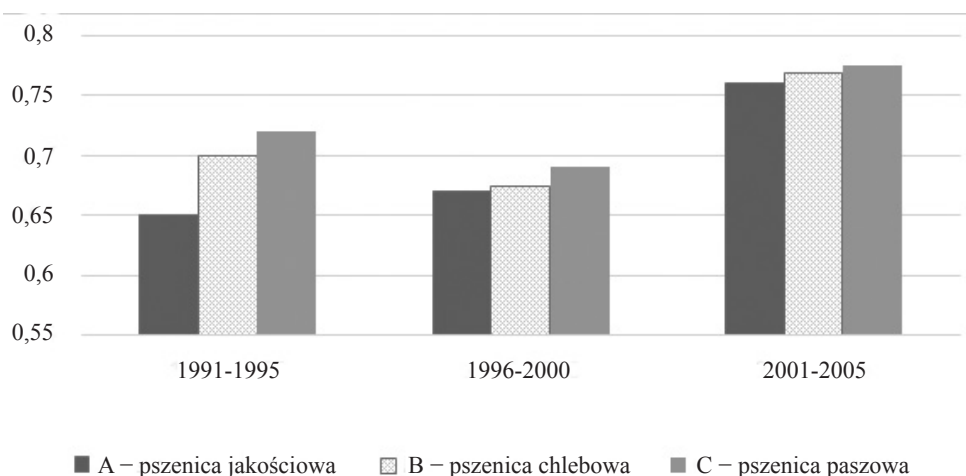
Przedziały lat	Odmiany					
	polskie			polskie i zagraniczne		
	wszystkie	3 najlepsze	nowo-zarejestrowane *	wszystkie	3 najlepsze	nowo-zarejestrowane *
1971-1980	4,37	4,71	4,48	4,37	4,79	4,53
1976-1985	5,13	5,49	5,25	5,12	5,52	5,27
1981-1990	5,96	6,40	6,16	5,95	6,40	6,16
1986-1995	6,79	7,28	7,03	6,79	7,28	7,02
1991-2000	6,91	7,43	7,13	6,93	7,51	7,16
1996-2005	7,15	7,67	7,29	7,21	7,89	7,41
2001-2010	7,66	8,21	7,85	7,80	8,48	7,99
2006-2016	7,85	8,43	8,06	8,00	8,82	8,19
1969-2016	6,33	6,80	6,50	6,39	6,96	6,56
Średnia r**	0,906	0,912	0,896	0,904	0,929	0,893
Trend ***	98	106	101	102	115	104

* średnie z 4 początkowych lat badań każdej odmiany

** współczynnik korelacji plonów z latami ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)***trend plonu ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)

Źródło: Rudnicki i Piekarczyk, 2018 (14)

Ocenę efektu hodowli odmian pszenicy ozimej zakwalifikowanych do grupy pszenic jakościowych przeprowadził Oleksiak (10). W swoich rozważaniach analizował czy poprawa cech technologicznych i poziomu plonowania nie powoduje pogorszenia innych cech wartości odmiany: mrozoodporności, podatności na główne choroby. Udowodnił, że w wyniku prac hodowlanych w długim okresie czasu otrzymano odmiany o korzystnych parametrach technologicznych i wysokim poziomie plonowania. W latach 1992-1994 najlepsza polska odmiana jakościowa Begra, plonowała na poziomie 89% wzorca (13). W latach 1997-1999 odmiany grupy A (Begra i Korweta)- plonowały na poziomie 93% wzorca, odmiany B – 99%, w latach 2001-2005 różnice te zostały zniwelowane. Obecnie plon odmian grupy jakościowej A wynosi 100,2%, grupy B-100,1 % i grupy C- 101,8% wzorca (7).



Rysunek 2. Plony pszenicy w badaniach odmianowych w grupach jakościowych

Źródło: Oleksiak, 2008 (10)

Postępowi w plonowaniu odmian grupy jakościowej i chlebowej towarzyszył postęp w odporności na sprawców chorób. Głównie na rdzę żdźbłową, septoriozę liści i plew (10). Jak podaje autor w omawianym przedziale czasowym nie zaobserwowano wzrostu odporności odmian na mączniaka, natomiast odmiany jakościowe wykazały zmniejszenie odporności na rdzę brunatną. Analizując postęp hodowlany w grupie odmian jakościowych w odniesieniu do mrozoodporności Oleksiak (10) stwierdził, że wyraźnie ustępowały one odmianom ogólnoużytkowym.

Zmiany cech technologicznych odmian żyta

Zmiany cech technologicznych żyta obejmujące okresy 2000-2015 i 1988-1991 zostały przedstawione w publikacji Podolskiej (11). Przeanalizowano cechy pośrednie określające wartość przemiałową ziarna, oraz cechy wpływające na wartość wypiekową (zawartość białka, liczbę opadania (LO), początkową i końcową temperaturę kleikowania oraz maksymalną lepkość kleiku skrobiowego (tab. 4). Analiza odmian na przestrzeni lat wykazała małą zmienność MTZ (średnia MTZ z lat 1988-1991 wynosiła 34,0 g, natomiast z lat 2000-2015-32,8 g). Również pomiędzy odmianami mieszańcowymi i populacyjnymi nie stwierdza się różnic w MTZ. Zawartość białka w ziarnie = populacyjnych odmian żyta w porównaniu do lat 1988-91 oraz roku 2000 wykazuje tendencję wzrostową (wzrost o 0,3%). Inaczej u odmian mieszańcowych, zauważyć można spadek zawartości białka o 0,5%.

W stosunku do liczby opadania uzyskano duży postęp hodowlany. W latach 1988-1991 liczba opadania odmian populacyjnych wynosiła 206 s, a w 2000 roku – 240 s. Zarejestrowanie odmian mieszańcowych spowodowało wprowadzenie odmian o większej liczbie opadania. Średnio odmiany mieszańcowe charakteryzują się większą

o około 20 s liczbą opadania, w porównaniu do odmian populacyjnych. Analiza danych wskazuje, że zarówno w roku 2000 jak i 2015 odmiany żyta bardzo różniły się pod względem tej cechy. O ile w roku 2000 odmiany populacyjne miały wyższe wartości LO, to już w 2015, odmiany mieszańcowe znacznie przewyższały populacyjne pod względem tej cechy.

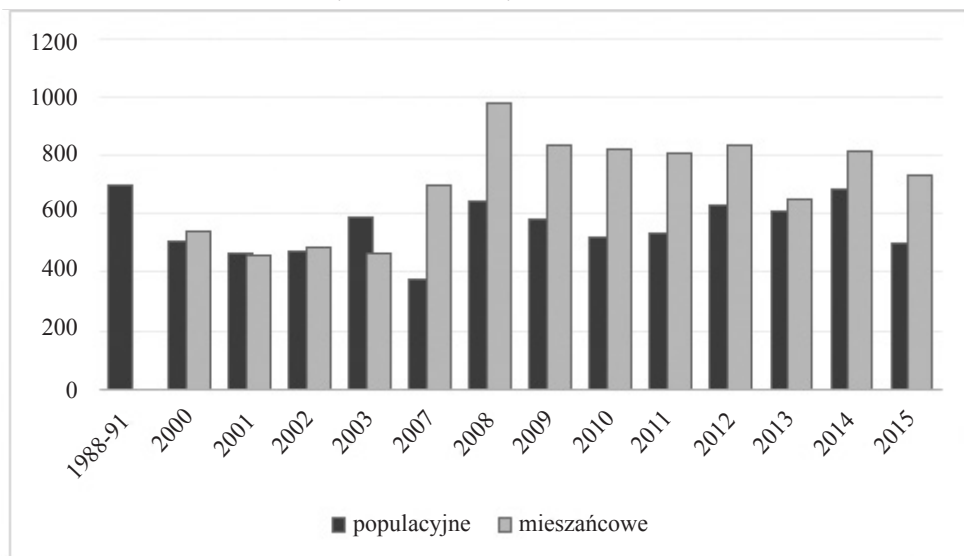
Innymi cechami ocenianymi przez COBORU przy rejestracji odmian jest początkowa i końcowa temperatura kleiku skrobiowego oraz lepkość maksymalna kleiku skrobiowego. Analiza wyników badań wskazuje zarówno u odmian populacyjnych jak i mieszańcowych tendencję do zmniejszania początkowej i wzrostu końcowej temperatury kleikowania. Początkowa temperatura odmian znacznie odbiega od wartości odmian rejestrowanych w latach 1988-1991. Odmiany starsze charakteryzowały się znacznie niższą początkową temperaturą kleikowania. Dla odmian współczesnych temperatura ta jest o 10°C wyższa w porównaniu do odmian wcześniejszych (tab. 4). Podobnie końcowa temperatura kleikowania odmian współczesnych jest wyższa w porównaniu do odmian znajdujących się w doborze w latach 1988-1991. Odmiany mieszańcowe charakteryzują się wyższą końcową temperaturą kleikowania w porównaniu do odmian populacyjnych. Końcowa temperatura kleikowania zawiesin z mąki otrzymanej z ziarna odmian uprawianych w latach 2000-2015 znacznie przekracza wymagany zakres. Dla mąki o dobrej wartości technologicznej wynosi on od 63 do 68°C (15). Może to świadczyć o gorszej przydatności do wypieku mąki wytworzonej z ziarna nowych odmian w porównaniu do odmian rejestrowanych w latach 1988-1991, u których końcowa temperatura kleikowania wynosiła 62°C (tab.4). Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego jest cechą w znacznym stopniu zmienioną na przestrzeni lat i wykazującą duże zróżnicowanie pomiędzy dwoma formami żyta. Odmiany mieszańcowe charakteryzują się dużo większą lepkością kleiku skrobiowego niż populacyjne. Chociaż daje się zauważyć, że w latach 2000-2003 odmiany mieszańcowe i populacyjne nie były zróżnicowane pod względem tej cechy. Począwszy od roku 2007 hodowla odmian mieszańcowych zmierza w kierunku zwiększenia maksymalnej lepkości kleiku skrobiowego.

Tabela 4

Cechy wartości technologicznej żyta w latach 2000-2015

Rok	Odmiany	Cechy					
		MTZ (g)	Zawartość białka (%)	Liczba opadania (s)	Początkowa temperatura kleikowania	Końcowa temperatura kleikowania	Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego
1988-91	populacyjne	34,5	10	206	47	62	702
2000	populacyjne	32,4	10,4	240	58,8	69,6	508
	mieszańcowe	31,6	10,0	233	60,0	70,7	539
2015	populacyjne	33,2	10,7	212	57,2	74,7	711
	mieszańcowe	33,0	9,5	260	57,4	75,3	1058

Źródło: Podolska, 2017 (11)



Rysunek 3. Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego (J.Br.) odmian żyta na przestrzeni lat (wg danych COBORU)

Źródło: Podolska, 2017 (11)

Uzyskane wyniki oznaczają, że postęp biologiczny wciąż odgrywa znaczącą, a nawet dominującą rolę w zwiększaniu produktywności pszenicy i żyta. Nieco mniejszy wpływ postępu biologicznego na wzrost plonowania uzyskiwany przy wyższym poziomie agrotechniki, może oznaczać, że nowo wprowadzane odmiany charakteryzują się większą odpornością na stresy biotyczne i abiotyczne, co silniej uwidaczniało się w sytuacji ograniczonej ochrony chemicznej przed chorobami i szkodnikami.

Istotną rolę zatem w zwiększaniu poziomu plonowania odgrywają odmiany zagraniczne chociaż cechuje je silniejsza reakcja na warunki środowiskowe w odniesieniu do odmian polskich.

Wyraźny postęp zanotowano w hodowli odmian pszenicy o korzystnych parametrach wypiekowych i przemiałowych. Dotyczył on zarówno liczebności odmian jakościowych, jak i poziomu ich plonowania.

Wprowadzenie do doboru odmian mieszańcowych żyta było nowym kierunkiem prac hodowlanych. Charakteryzują się one innymi wartościami parametrów jakościowych w odniesieniu do odmian populacyjnych. Wykazują m.in. wyższe wartości: liczby opadania, końcowej temperaturę kleikowania oraz większą lepkość kleiku skrobiowego.

Literatura

1. Czarnecki Z., Michniewicz J.: Konsumpcyjne i przemysłowe wykorzystanie żyta. Materiały konferencyjne. IUNG-Puławy, 1998.
2. Day-Rubenstein K., Heisey P., Shoemaker R., Sullivan J., Friessvold G.: Crop Genetic Resources (An Economic Appraisal). Economic and Information Bulletin, USDA, Washington D.C., 2005, nr 2

3. Krzymuski J.: Postęp odmianowy w produkcji zbóż w Polsce. Część I. Problematyka, zakres, materiał i metody badań. BIUL IHAR. 1991, **177**: 3-8.
4. Krzymuski J., Krzeczowska A.: Postęp odmianowy w plonach zbóż w latach 1994-1996. Biul.IHAR., 1998, **207**: 3-13.
5. Krzymuski J.: Postęp odmianowy w produkcji zbóż w Polsce. Część II. Wyniki doświadczeń ekstrapolowane do produkcji. BIUL IHAR. 1991, **177**: 9-16.
6. Krzymuski J.: Postęp w hodowli odmian i jego wykorzystanie w produkcji w latach 1991-1995. Część 1. Główne ziemiopłody – zboża podstawowe, ziemniak, burak cukrowy i rzepak ozimy. BIUL-IHAR. 1997, **201**: 5-13.
7. Lista opisowa odmian roślin rolniczych. Słupia Wielka COBORU, 2018.
8. Nalborczyk E.: Postęp biologiczny a rozwój rolnictwa w końcu XX i początkach XXI stulecia. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, Agricola, 1997 **33** (suplement).
9. Oleksiak T.: Efekty hodowli pszenicy ozimej. Część I. Zmiany potencjału plonowania odmian. Biul. IHAR, 2002, **223/224**: 67-75.
10. Oleksiak T.: Postęp w hodowli jakościowych odmian pszenicy ozimej w latach 1996-2005. *Fragm. Agron.* 2008, **25(1)**: 288-296
11. Podolska G.: Cechy technologiczne żyta na przestrzeni lat. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 2017, **5**: 12-17
12. Podolska G., Kaczyński L.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian pszenicy ozimej IHAR, 1998.
13. Podolska G., Kaczyński L.: Charakterystyka i wymagania agrotechniczne odmian pszenicy ozimej IHAR, 1995.
14. Rudnicki F, Piekarczyk M.: Postęp hodowlany w polskim rejestrze odmian pszenicy ozimej w latach 1969-2016. *Fragm. Agron.* 2018, **35(2)**: 107-125.
15. Słowik E.: Właściwości technologiczne i metody oceny żyta. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2005, **3**: 6-9.
16. Wicki J.: Postęp w plonowaniu odmian pszenicy ozimej i żyta w doświadczeniach odmianowych w Polsce. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu.* 2017, Tom XIX, **4**: 224-230
17. Wicki L.: Wykorzystanie postępu odmianowego w produkcji zbóż w polskim rolnictwie. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G.*, 2008, **94(2)**: 136-146
18. Woś A.: *Ekonomika odnawialnych zasobów naturalnych.* Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa, 1995.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Grażyna Podolska
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
Tel. 81 4786 817
e-mail: aga@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Edyta Aleksandrowicz	0000-0002-7444-5227
Grażyna Podolska	0000-0003-1782-712X

Eliza Gawel¹, Mieczysław Grzelak²

¹*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

²*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

POSTĘP BIOLOGICZNY I TECHNOLOGICZNY
W PRODUKCJI PASZY Z ROŚLIN BOBOWATYCH DROBNONASIENNYCH
I MIESZANEK BOBOWATO-TRAWIASTYCH*

Słowa kluczowe: bobowate drobnonasienne, plonowanie, jakość pokarmowa, mieszanki bobowato-trawiaste, podsiew, dobór gatunków i odmian, zioła w runi, innowacje techniczne i organizacyjne, otoczkowanie nasion, techniki zbioru, pastwiska zimowe, zbiór frakcjonowany, organizacja wypasu

Wstęp

Bobowate drobnonasienne należą do bardzo ważnej grupy roślin pastewnych, dostarczającej zielonki dla zwierząt trawożernych lub surowca do produkcji pasz konserwowanych z gruntów ornych i użytków zielonych. W produkcji pasz ważną rolę odgrywa postęp biologiczny np. stosowanie odpowiednich gatunków, odmian i form, jak na przykład wprowadzanie lucerny do runi pastwiska zwłaszcza odmian odpornych na wypas i intensywne użytkowanie czy też uprawa *Festulolium brauni* i życic z powodu odpowiedniego dla przeżuwaczy składu chemicznego oraz postęp technologiczny polegający na doskonaleniu technologii produkcji pasz tzn. wykonywania różnych zabiegów prąto- i agrotechnicznych w celu pozyskania dobrej jakości paszy lub surowca do produkcji siana, kiszzonek lub sianokiszzonek. Postęp biologiczny i technologiczny stosowany przez producentów rolnych zwiększa plonowanie i jakość paszy koniecznej do pokrycia potrzeb żywieniowych zwierząt oraz zapewnia wysoką jakość surowców do konserwacji pasz na okres zimy, obniża koszty produkcji paszy oraz jednostek pokarmowych białka i energii. Przykładowo, większy plon suchej masy, jednostek energetycznych i białka ogólnego oraz mniejszy koszt jednostek produkcji

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

suchej masy, energii i białka, uzyskano po renowacji użytku zielonego metodą pełnej uprawy po orce i płytkim powierzchniowym wzniesieniu gleby kompaktową brona talerzową niż po zastosowaniu herbicydu i siewie bezpośrednim specjalistycznym siewnikiem szczelinowym (26). Skład gatunkowy mieszanek zastosowanych do renowacji ma również istotny wpływ na plonowanie i jakość paszy a gatunki trwałe i wysokoplonujące (jak np. lucerna, koniczyna łąkowa, kupkówka pospolita, *Festulolium brauni* nazywana też kostrzycą Brauna) okazały się przydatne do podsiewu (24, 25, 26). Innowacje wprowadzane w produkcji paszy zależą od intensywności produkcji. W gospodarstwach dużych innowacje zwiększają intensywność gospodarowania, prowadzą do wzrostu plonu i jego jakości w celu pokrycia zapotrzebowania zwierząt w składniki pokarmowe w okresie żywienia letniego oraz zabezpieczenia paszy na czas żywienia zimowego. Celem postępu biologicznego i technologicznego wdrażanego w intensywniej produkcji pasz objętościowych jest obniżenie kosztów produkcji i zmniejszenie zapotrzebowania na przemysłowe środki produkcji stosowane w technologiach uprawy, konserwacji pasz i wytwarzania produktów zwierzęcych. W systemie ekstensywnego gospodarowania innowacje utrzymują na niezmiennym poziomie plony i jakość paszy, ochraniają wodę, glebę i zachowują bioróżnorodność biologiczną (28, 52). Na gruntach ornych oraz na użytkach zielonych innowacje mają charakter techniczny, związany z elementami technologii produkcji oraz organizacyjny, wspomagający rolnika w podejmowaniu decyzji (28, 54).

Bobowate drobnonasienne i trawy w produkcji paszy na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych są podstawą żywienia przeżuwaczy i innych zwierząt trawożernych. Te grupy roślin dostarczają cennej zielonki o urozmaiconym składzie chemicznym, charakteryzującej się wysoką zawartością białka, witamin i aminokwasów oraz innych związków chemicznych wpływających na zdrowie i wydajność zwierząt. Włączenie do runi trawiastej roślin bobowatych drobnonasiennych optymalizuje spożycie minerałów przez zwierzęta, ponieważ każdą grupę roślin wyróżnia inny skład mineralny, a bobowate zawierają więcej N, Ca, Mg, niż trawy (14). Rośliny bobowate odgrywają dużą rolę przyrodniczą przy wzbogacaniu gleby w azot, makro- i mikroelementy oraz substancję organiczną. Ta grupa roślin jest niezbędna w zmianowaniu w gospodarstwach specjalizujących się w uprawie zbóż i gospodarstwach bez inwentarzowych. Bobowate i mieszanki bobowato-trawiaste wykorzystuje się do ochrony i fitoremediacji oraz rekultywacji gleb trudnych, odłogów, ugorów, terenów zniszczonych przez człowieka i przemysł (8, 20, 23). Z badań własnych (23) wynika duże zainteresowanie uprawą roślin bobowatych drobnonasiennych w połowie dwudziestego wieku, kiedy stosowano je jako zielony nawóz do użyźniania gleby. Po przemianach ustrojowych w naszym kraju zmniejszyło się zainteresowanie chowem zwierząt gospodarskich, spadło drastycznie ich pogłowie, zaczęto stosować większe ilości przemysłowych środków ochrony roślin i nawozów mineralnych, otworzyła się też możliwość zakupu pasz białkowych za granicą kraju, ułatwiony został dostęp do zagranicznego materiału siewnego, zainteresowanie

uprawą roślin bobowatych drobnonasiennych znacznie spadło. Ponownie dostrzeżono tę ważną grupę roślin dopiero po wprowadzeniu wsparcia finansowego do produkcji paszy przez Unię Europejską (23).

Celem opracowania jest przegląd najnowszych doniesień literatury krajowej i zagranicznej traktującej o postępie biologicznym i technologicznym w produkcji pasz objętościowych z roślin bobowatych drobnonasiennych i mieszanek bobowato-trawiastych

Postęp biologiczny

Postęp biologiczny dotyczy udoskonalania organizmów roślinnych i zwierzęcych w drodze hodowli pod kątem uzyskania określonych cech użytkowych (64). W roślinach bobowatych i trawach dotyczy on produkcji paszowej oraz użytkowania pozapaszowego i obejmuje najczęściej prace hodowlano-genetyczne, reprodukcję nasion i introdukcję nowych gatunków do produkcji w warunkach naszego kraju (46). Według Arseniuka i Martyniaka (3) w Polsce istnieją warunki do uprawy co najmniej 28 gatunków traw pastewnych i gazonowych, a w 2005 r. na liście odmian roślin uprawnych figurowały odmiany 18 gatunków traw i 8 gatunków roślin bobowatych drobnonasiennych. W doborze odmian roślin bobowatych znajdowały się wieloletnie koniczyny przydatne do uprawy na użytkach zielonych. Na przestrzeni ostatnich 34 lat (od 1985 do 2019 r.) łączna liczba odmian wpisanych do rejestru 12 gatunków roślin bobowatych spadła z 49 (w tym 13 odmian zagranicznych) do 47 odmian z 28 odmianami pochodzenia zagranicznego (Tab. 1). W drugiej połowie ubiegłego wieku, w Polsce hodowla koniczyn i traw rozwijała się dobrze, a nasze odmiany były rejestrowane w innych krajach (3). Pierwszą polską odmianę tetraploidalną koniczyny łąkowej Jubilatka wpisano na listę odmian w 1974 r., następną była odmiana Radyka (wpisana w 1978 r.). W 1985 r. w doborze koniczyny łąkowej posiadaliśmy kilka dobrze plonujących odmian tetraploidalnych, ponadto wpisywane były do rejestru rody hodowlane, co świadczyło o dobrym stanie krajowej hodowli tego gatunku (Tab. 1). Podobnie było z koniczyną białą i lucerną mieszańcową, natomiast wszystkie odmiany lucerny siewnej w tym czasie pochodziły z zagranicy (Tab. 1). Badania przeprowadzone w tamtym okresie przez Bawońskiego i in. (7) wykazały podobne lub lepsze plonowanie krajowych odmian koniczyny czerwonej i białej niż odmian zagranicznych. Późniejsze badania potwierdziły przewagę krajowych odmian koniczyny łąkowej nad zagranicznymi pod względem plonu suchej masy i zawartości białka (55). Upowszechniono też w tym czasie uprawę koniczyny perskiej na paszę, a po pojawieniu się trudności w zakupie nasion tego cennego gatunku próbowano ją zastąpić koniczyną aleksandryjską. Okazało się jednak, że koniczyna perska posiada wyjątkowo wysoką wartość pokarmową, a uboższa w białko koniczyna aleksandryjska nie dorównuje jej pod tym względem (6). W 1995 r. w rejestrze pojawiło się jeszcze więcej odmian koniczyny białej, koniczyny łąkowej i lucerny siewnej, z czego około 18% pochodziło z zagranicy i była to wyłącznie lucerna siewna (Tab. 1). Dostosowując

się do trendu obowiązującego w badaniach zagranicznych, rozpoczęto eksperymenty krajowe nad zastosowaniem lucerny w mieszankach z trawami do wypasu zwierząt (17). W warunkach południowej części województwa mazowieckiego wykazano najlepsze plonowanie wyhodowanej we Francji pastwiskowej odmiany lucerny Luzelle w mieszance z kupkówką pospolitą, dobre rezultaty dała też polska odmiana lucerny Radius z kostrzewą łąkową. Najwięcej odmian zagranicznych roślin bobowatych drobnonasiennych (27 odmian) wpisano do rejestru krajowego w 2005 r., czyli po wejściu Polski do Unii Europejskiej. Wtedy do naszego kraju zaczęły napływać tanie nasiona z Europy Zachodniej oraz ze wschodu Europy (3). Jak wynika z tabeli 1, spośród roślin bobowatych drobnonasiennych największy postęp biologiczny dotyczył koniczyny łąkowej, reprezentowanej w 2005 r. przez 27 odmian, wśród których było 7 odmian tetraploidalnych, a zaledwie 6 z nich pochodziło z zagranicy. W 1999 r. do naszego kraju sprowadzono z USA pierwszą wielokistkową, dobrze plonującą, o wysokiej wartości pokarmowej odmianę lucerny siewnej Legend (36), następną tego typu odmianą była Legendairy zarejestrowana w Polsce w 2002 r. Na 20 odmian lucerny znajdujących się na liście odmian roślin uprawnych w 2005 r. 19 pochodziło z zagranicy (Tab. 1). Kilka lat później (2008 r.) wpisano pierwszą wyhodowaną w kraju odmianę lucerny siewnej Ulstar (długogroniasta), szczególnie przydatną do produkcji nasion, ponieważ posiada długi kwiatostan, cechuje ją również wysoki plon białka i suchej masy. W roku 2019 w kraju zarejestrowanych było 47 odmian bobowatych drobnonasiennych, z czego blisko 60% stanowiły odmiany zagraniczne (Tab. 1). W hodowli koniczyny białej, koniczyny krwistoczerwonej (inkarnatki), koniczyny perskiej, koniczyny białoróżowej (szwedzkiej), komonicy zwyczajnej, lucerny chmielowej, lucerny mieszańcowej, esparcety siewnej, nostrzyku białego i seradeli w analizowanym okresie (lata 1985-2019) nastąpiła stagnacja lub regres. Potencjał biologiczny roślin bobowatych drobnonasiennych według Prusińskiego i Koteckiego (52) wykorzystany jest w około 31% w przypadku koniczyny i blisko w 35% lucerny. Plonowanie tych roślin w warunkach Polski ogranicza między innymi niskie pH gleby pod ich uprawę, nadmierne zachwaszczenie w okresie wschodów roślin, wynikające z braku preparatów do odchwaszczania, podatność na choroby siewek (brak odpowiednich zapraw nasiennych), niewłaściwe nawożenie P i K, niewłaściwe użytkowanie runi roślin, stosowanie ciężkich maszyn do pielęgnacji i zbioru oraz brak nowych odmian o czym świadczą dane zamieszczone w tabeli 2. Spośród 47 odmian roślin bobowatych drobnonasiennych zamieszczonych w krajowym rejestrze w 2019 roku, 13 odmian było starych – zarejestrowanych przed 2000 r., a tylko 10 odmian wprowadzono do rejestru po roku 2010.

Tabela 1

Liczba odmian roślin bobowatych drobnonasiennych i niektórych traw pastewnych figurujących w krajowym rejestrze odmian w latach 1985-2019

Gatunek	Rok			
	1985	1995	2005	2019
Rośliny bobowate drobnonasienne				
Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i> L.)	7 (4r)	14 (4r)	7	8 (5z)
Koniczyna łąkowa (<i>Trifolium pratense</i> L.)	6 (5T, 5r)	11 (5T, 4r)	27 (7T, 6z)	13 (1T, 4z)
Koniczyna krwistoczerwona – koniczyna inkarnatka (<i>Trifolium incarnatum</i> L.)	1	1	1	1
Koniczyna perska (<i>Trifolium resupinatum</i> L.)	1 (1r)	1	2 (1z)	1 (1z)
Koniczyna białoróżowa – koniczyna szwedzka (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	2 (1T)	2 (1T)	1 (1z)	-
Komonica zwyczajna (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	2	1	-	2 (1z)
Lucerna chmielowa – lucerna nerkowata (<i>Medicago lupulina</i> L.)	1	1	-	-
Lucerna mieszańcowa (<i>Medicago x varia</i> T. Martyn.)	11 (4r, 1z)	5 (1r)	3	2
Lucerna siewna (<i>Medicago sativa</i> L.)	12 (12z)	19 (3r, 11z)	20 (19z)	18 (17z)
Esparceta siewna (<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.)	2	2	1	1
Nostrzyk biały (<i>Melilotus albus</i> Medik.)	1	1	-	-
Seradela pastewna – seradela siewna (<i>Ornithopus</i> L.)	3	4	-	1
Razem bobowate drobnonasienne	49 (13z)	62 (11z)	62 (27z)	47 (28z)
Trawy				
<i>Festulolium brauni</i> (<i>Festuca</i> ssp. x <i>Lolium</i> ssp.)	-	-	4 (4T)	5 (4T, 2z)
Kostrzewa czerwona (<i>Festuca rubra</i> L.)	6 (3r)	24 (5r, 11z)	65 (36z)	35 (13z)
Kostrzewa owcza (<i>Festuca ovina</i> L.)	5 (3r)	10 (3z)	19 (8z)	1
Kostrzewa trzcinowa (<i>Festuca arundinacea</i> Schreder)	6 (5r)	5	15 (10z)	11 (8z)
Kostrzewa łąkowa (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	6 (1T)	9 (4r, 1T)	18 (7z)	15 (1T, 1z)
Kupkówka pospolita (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	17 (6r)	17 (4r, 1z)	14 (6z)	9 (1D, 2z)
Rajgras wyniosły (<i>Arrhenatherum elatius</i> L.)	3	3	1	1 (1z)
Tymotka łąkowa (<i>Phleum pratense</i> L.)	10 (5r)	13 (5r, 3z)	18 (5z)	16 (5z)
Wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.)	7 (3r)	22 (8r, 9z)	24 (16z)	20 (10z)
Życica mieszańcowa (<i>Lolium x hybridum</i> Hausskn)	3 (2r)	7 (2r, 7T)	8 (7T, 2z)	6 (6T, 1z)
Życica trwała (<i>Lolium perenne</i> L.)	13 (6r)	41 (3r, 27z)	88 (21T, 60z)	69 (15T, 32z)
Życica wielokwiatowa - rajgras holenderski (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	7 (4r)	9 (8t, 2z)	7 (6T, 7z)	7 (1z)
Życica wielokwiatowa – rajgras włoski (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	12 (4r)	11 (1r, 9T, 2z)	11 (9T, 2z)	15 (12T, 5z)
Razem trawy	95 (brak informacji o odmianach zagranicznych)	171 (58z)	292 (159z)	210 (81z)

D – odmiana diploidalna; T – odmiana tetraploidalna, z – odmiana zagraniczna, o – odmiana, r – ród hodowlany

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU 1985-2019 (64)

https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGWIRL/ARP/02.Warunki%20naturalne%20rolnictwa.pdf (65)

Tabela 2

Liczba odmian roślin bobowatych drobnonasiennych i niektórych traw pastewnych figurujących w krajowym rejestrze odmian w 2019 r., zarejestrowane przed rokiem 2000 i po roku 2010

Gatunek	Odmiany znajdujące się na liście odmian w 2019 r. wpisane do rejestru	
	przed 2000r.	po 2010r.
Rośliny bobowate drobnonasienne		
Koniczyna biała (<i>Trifolium repens</i> L.)	3	2
Koniczyna łąkowa (<i>Trifolium pratense</i> L.)	2	3
Koniczyna krwistoczerwona – koniczyna inkarnatka (<i>Trifolium incarnatum</i> L.)	1	-
Koniczyna perska (<i>Trifolium resupinatum</i> L.)	1	-
Koniczyna białoróżowa – koniczyna szwedzka (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	Brak danych	
Komonica zwyczajna (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	-	1
Lucerna chmielowa – lucerna nerkowata (<i>Medicago lupulina</i> L.)	Brak danych	
Lucerna mieszańcowa (<i>Medicago x varia</i> T. Martyn.)	2	-
Lucerna siewna (<i>Medicago sativa</i> L.)	2	4
Esparceta siewna (<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.)	1	-
Nostrzyk biały (<i>Melilotus albus</i> Medik.)	Brak danych	
Seradela pastewna – seradela siewna (<i>Ornithopus</i> L.)	Brak danych	
Razem bobowate drobnonasienne	13	10
Trawy pastewne		
<i>Festulolium brauni</i> (<i>Festuca</i> ssp. x <i>Lolium</i> ssp.)	2	2
Kostrzewa czerwona (<i>Festuca rubra</i> L.)	7	7
Kostrzewa owcza (<i>Festuca ovina</i> L.)	1	-
Kostrzewa trzcinowa (<i>Festuca arundinacea</i> Schreder)	1	6
Kostrzewa łąkowa (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	5	5
Kupkówka pospolita (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	4	1
Rajgras wyniosły (<i>Arrhenatherum elatius</i> L.)	-	-
Tymotka łąkowa (<i>Phleum pratense</i> L.)	2	5
Wiechlina łąkowa (<i>Poa pratensis</i> L.)	5	6
Życica mieszańcowa (<i>Lolium x hybridum</i> Hausskn)	3	-
Życica trwała (<i>Lolium perenne</i> L.)	11	26
Życica wielokwiatowa - rajgras holenderski (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	2	5
Życica wielokwiatowa – rajgras włoski (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	4	4
Razem trawy	47	67

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU 1985-2019 (64)

Trawy są podstawą produkcji pasz stosowanych w żywieniu zwierząt w formie zielonki lub pasz przetworzonych, niezbędnych w produkcji mięsa i mleka na trwałych i przemiennych użytkach zielonych. Pełnią one też funkcje pozaprodukcyjne, jak np. rekreacyjną, dekoracyjną, ochronną dla środowiska przyrodniczego, zmniejszając zawartość dwutlenku węgla w powietrzu i dostarczają surowca do produkcji energii (32). Ta grupa roślin ma największe znaczenie gospodarcze w produkcji pasz objętościowych dla przeżuwaczy, a gatunek i odmiana trawy zastosowana na użytkach zielonych istotnie wpływa na plon i jakość pozyskanej paszy (42).

Postęp biologiczny w trawach w okresie od 1985 do 2019 r. wyglądał nieco inaczej niż u roślin bobowatych, ponieważ dwukrotnie zwiększyła się liczba odmian 13 ważniejszych gatunków traw. Wzrost nastąpił z 95 odmian i rodów hodowlanych w 1985 r. do 210 odmian w 2019 r. (Tab. 1). W drugiej połowie ubiegłego wieku polska hodowla traw rozwijała się prężnie i miała wiele osiągnięć, a nasze odmiany rejestrowano w innych krajach (3). Według Martyniaka (46) pod koniec XX wieku polska hodowla przodowała w środkowej i wschodniej Europie. W roku 1985 wpisano do rejestru 95 odmian i rodów hodowlanych ważniejszych gatunków traw (Tab. 1). W 1995 r. najwięcej odmian wyhodowano i zarejestrowano z 4 gatunków życic, w tym okresie znaczenia nabrały krótkotrwale życice, pojawiły się również odmiany tetraploidalne życic i kostrzewy łąkowej (Tab. 1). Na liście odmian licznie reprezentowane były 3 gatunki kostrzewy (kostrzewa: czerwona, owcza i łąkowa). Z pozostałych gatunków wprowadzono najwięcej nowych odmian kupkówki pospolitej, tymotki łąkowej i wiechliny łąkowej, ten ostatni gatunek z powodu zwiększonego zainteresowania trawami gazonowymi. Jeszcze pod koniec XX wieku na listę odmian wpisywano rody hodowlane traw, a odmiany zagraniczne stanowiły około 34% wszystkich odmian znajdujących się na liście (Tab. 1). Z reguły odmiany krajowe traw są lepiej niż zagraniczne przystosowane do naszych warunków przyrodniczych i lepiej plonują (3). W roku 1998, w naszym kraju na listę odmian wprowadzono mieszkankę *Festulolium brauni* (kostrzyca Brauna; odmiany Felopa i Sulino), powstały ze skrzyżowania *Festuca pratensis* Huds. z *Lolium multiflorum* Lam. Cechuje go znaczna komplementarność cech użytkowych gatunków wyjściowych: dobra zimotrwałość, odporność na suszę oraz wysoka wartość pokarmowa życicy wielokwiatowej, jednak w warunkach bezśnieżnych zim ten gatunek jest bardziej podatny na wymarzenie niż kostrzewa łąkowa (10). Późniejsze badania z udziałem tego gatunku wykazały, że *Festulolium brauni* w mieszkankach wielogatunkowych z innymi trawami dobrze znosi krótkotrwale wypas krów, a jego konkurencyjność w stosunku do roślin bobowatych można ograniczyć przez łączny wysiew z kupkówką pospolitą (19).

W latach 60-tych i 80-tych krajowa produkcja nasion traw pokrywała krajowe zapotrzebowanie a nadwyżkę nasion eksportowano (46). W końcu lat 90-tych, pomimo dobrze rozwijającej się hodowli traw, polskie nasiennictwo załamało się, zaprzestano eksportu nasion, zaczęto importować nasiona traw z krajów zachodnich i wschodnich, a postęp biologiczno-genetyczny tych roślin wykorzystany był w 50% (46). Było to efektem przemian gospodarczych w naszym kraju i nieopłacalności chowu zwierząt. W roku 2005 na krajową listę odmian roślin uprawnych wpisano 292 odmiany traw z czego 54% stanowiły odmiany zagraniczne, głównie gatunków gazonowych (kostrzewa czerwona, wiechlina łąkowa i życica trwała). W tamtym okresie w hodowli traw zwracano uwagę na zawartość białka, włókna surowego, strawność, równomierny rozkład plonu w sezonie wegetacyjnym, dynamikę odrastania, zagęszczenie runi, termin kłoszenia się roślin, odporność na udeptywanie i smakowitość. Z przygotowanego zestawienia na 2019 r. wynika spadek liczby odmian ważniejszych gatunków traw

i mniejszy udział odmian traw pochodzących z zagranicy (38%) w porównaniu z 2005 r. (Tab. 1). Znaczny dopływ odmian polskich świadczy o wzmożonej efektywności krajowej hodowli. Martyniak (47) zwraca uwagę na wzrost zapotrzebowania na nasiona traw wynikający z potrzeby pełnej renowacji i podsiewu użytków zielonych oraz zakładania użytków przemiennych by zapewnić paszę dla zwierząt, a także uprawy traw na cele proekologiczne i na eksport. Około 50% istniejących i nowo zakładanych użytków zielonych wymaga renowacji mieszankami roślin bobowatych z najważniejszymi gatunkami traw: kostrzewą łąkową, wiechliną łąkową, tymotką łąkową, kupkówką pospolitą i życicą trwałą (3, 12, 46). Mieszanki te przygotowuje się z krajowych i zagranicznych odmian znajdujących się w naszym rejestrze polskich i zagranicznych odmian, dlatego obserwuje się obecnie duże zapotrzebowanie na nowe odmiany tych gatunków. Z 210 odmian traw wpisanych na listę odmian w 2019 r. 47 zarejestrowano przed 2000 r., a 67 odmian było nowszych, wpisanych do rejestru po roku 2010 (Tab. 2).

Aktualnie upatruje się dużej szansy dla polskiej hodowli bobowatych drobnonasiennych i traw w hodowli gatunków marginalnych, niehodowanych w innych krajach jak: stokłosa bezostna, mietlica biaława, wyczyniec łąkowy, lucerna chmielowa, koniczyna szwedzka, komonice zwyczajna i błotna. Rozwój hodowli bydła i intensyfikacja produkcji będą przyczyniać się do postępu biologicznego najważniejszych roślin pastewnych (bobowatych drobnonasiennych, traw), do zwiększenia ich plonowania i poprawy jakości paszy, ponieważ są one głównymi składnikami runi trwałych i przemiennych użytków zielonych, będących podstawą żywienia przeżuwaczy.

Postęp technologiczny w produkcji pasz

Zdaniem De Vliegher i in. (13) na wszystkich użytkach zielonych w skali światowej produkowana jest żywność dla około miliarda ludzi. Postęp technologiczny w produkcji pasz na tych terenach ma więc istotne znaczenie dla zwierząt oraz odgrywa dużą rolę żywnościową i środowiskową, ponieważ użytki zielone spełniają wiele funkcji: gromadzą wodę, zapobiegają erozji, stratom węgla i azotu, dostarczają biomasy do produkcji energii, utrzymują bioróżnorodność, ograniczają skutki ocieplenia klimatu (8, 20). W Europie około jedną trzecią obszaru rolnego zajmują użytki zielone (44). W Polsce w 2018 r. było ich 3,149 mln ha (czyli około 21,4% ogółu użytków rolnych) w tym pastwiska trwałe zajmowały areał – 0,395 mln ha. Przeciętny plon łąk trwałych wynosił 4,63 t·ha⁻¹, a wydajność pastwisk była jeszcze mniejsza – 1,57 t·ha⁻¹ (34). W warunkach polowych trawy uprawiane na zielonkę zajmują w Polsce powierzchnię około 209 tys. ha, ich przeciętny plon wynosi około 19,5 t·ha⁻¹. Powierzchnia uprawy bobowatych drobnonasiennych w 2018 r. zmalała w porównaniu do poprzedniego roku i wynosiła 117,65 tys. ha (34). Ponieważ nisko plonują nasze naturalne i półnaturalne łąki i pastwiska, w celu uzyskania wysokich plonów i zapewnienia odpowiedniej dla zwierząt paszy należy

stosować osiągnięcia postępu biologicznego, technologicznego, organizacyjnego i ekonomicznego (3, 28, 29, 54). Odpowiednia agrotechnika, dobór gatunków i odmian, pielęgnacja runi i zachowanie optymalnych terminów zbioru pozwalają uzyskać wysokie plony dobrej jakości paszy na trwałych i przemennych użytkach zielonych. Główne gatunki traw i roślin bobowatych jakie powinny występować na użytkach zielonych to: kostrzewa łąkowa, tymotka łąkowa, *Festulolium brauni*, życica trwała i kupkówka pospolita, a na pastwiskach również wiechlina łąkowa, kostrzewa czerwona oraz koniczyna biała i łąkowa.

Jedną z ważniejszych innowacji prowadzonych na użytkach zielonych jest renowacja, przeprowadzana ze względu na: spadek plonowania, zachwaszczenie runi, uproszczony skład gatunkowy, całkowity brak lub niewielki udział roślin bobowatych w runi, nieodpowiednie nawożenie, niewłaściwe terminy zbioru oraz niekorzystny przebieg warunków pogodowych. Zagadnienie renowacji runi jest bardzo ważne, ponieważ dotyczy około połowy krajowego areалу użytków zielonych (3, 12, 46). Podstawowymi metodami renowacji użytków zielonych są: nawożenie, podsiew i obsiew po orce i pełnej uprawie gleby (5, 28, 54, 57). Odnawianie runi metodą pełnej uprawy po orce jest najbardziej radykalnym, niekorzystnym dla środowiska i kosztownym sposobem renowacji, ponieważ niszczy strukturę gleby, zmniejsza liczebność i bioróżnorodność mikroorganizmów glebowych, powoduje straty glebowej materii organicznej oraz wymywanie azotu i fosforu w głąb gleby w postaci rozpuszczalnych form tych składników (41, 58). Mniejsze skutki uboczne towarzyszą renowacji użytku zielonego przeprowadzonej metodą podsiewu, po powierzchniowym zniszczeniu runi i siewie bezpośrednim specjalnymi siewnikami. W warunkach ekologicznych wykazano lepsze plony po podsiewie runi metodą uproszczoną niż po orce i pełnej uprawie gleby, uznano też wieloskładnikowe mieszanki zawierające różne gatunki traw i roślin bobowatych drobnonasiennych (lucerna, koniczyna łąkowa) za najlepsze do podsiewu (21). Powodzenie renowacji runi zapewnia dobre uwilgotnienie gleby w czasie wykonywania zabiegu oraz kilka tygodni po podsiewie (4, 31). Renowacja runi nie zawsze prowadzi do wzrostu poziomu plonowania, np. Stypiński i Prończuk (62) po przeprowadzeniu tego zabiegu wzbogacili runi w wartościowe gatunki traw, ale nie uzyskali zwiększenia wydajności. Krótkotrwałą poprawę plonowania po renowacji runi uzyskał również Łyszczarz i in. (45), zdarzały się też w ich przypadku całkowicie nieudane zasiewy. Natomiast Grzelak i Kryszak (31) po podsiewie runi szybko rosnącymi trawami (głównie tetraploidalnymi życicami) i koniczyną łąkową uzyskali 35%-45% poprawę plonowania i wartości użytkowej runi już w roku podsiewu. Z kolei Barszczewski i in. (4) uzyskali poprawę wartości użytkowej runi, plonów białka i cukrów rozpuszczalnych, jednak nie we wszystkich badaniach wykonanych przez ten zespół autorów wzrosła wydajność. Różne metody renowacji użytku zielonego (orka i pełna uprawa gleby, metoda uproszczona – wysiew po powierzchniowym wzruszeniu gleby na głębokość 5 cm kompaktową broną talerzową i zastosowanie herbicydu do zniszczenia starej runi oraz wysiew mieszanki nasion siewnikiem darniowym) mogą dawać podobne rezultaty (21, 25, 26). W przytoczonych badaniach zbliżony był plon,

zawartość energii i białka ogólnego w paszy oraz plon jednostek energetycznych i białka ogólnego pozyskanego z jednostki powierzchni niezależnie od zastosowanego sposobu renowacji runi (Tab. 3).

Tabela 3

Plon netto suchej masy i wartość pokarmowa mieszanek bobowato-trawiastych w warunkach konwencjonalnych (średnie z lat 2014-2016)

Sposób renowacji użytku zielonego	Plon netto suchej masy	Zawartość w 1 kg suchej masy		Produkcja netto	
		energii (jedn. w kg suchej masy)	białka ogólnego g/kg	energii (jedn. w kg suchej masy)	białka ogólnego kg/ha
Orka i pełna uprawa gleby	9,64	0,83	81,23	7997	781,50
Kompaktowa brona talerzowa + siew siewnikiem zbożowym	9,22	0,85	87,51	7846	811,00
Herbicyd + siew bezpośredni	8,83	0,86	80,94	7566	715,17

Źródło: Gawęł i in., 2018 (26)

Rachunek ekonomiczny dotyczący zabiegów uprawowych w ramach renowacji runi obliczony według cennika obowiązującego w tym okresie na Lubelszczyźnie (tabela 2) wykazał, że najtańszym sposobem renowacji było zastosowanie herbicydu do zahamowania wzrostu runi i siew nasion siewnikiem darniowym typu Moore (siewnik szczelinowy) (26). Ten sposób renowacji okazał się też tańszy od renowacji wykonanej metodą pełnej uprawy po orce. W tych badaniach użycie brony kompaktowej do renowacji było mniej kosztowne w porównaniu z pełną uprawą gleby po orce. Wykazano również większe bezpośrednie koszty renowacji po zastosowaniu do podsiewu mieszanki wieloskładnikowej: Krasula + 3,5 kg koniczyny białej i autorskiej z wieloletnimi, trwałymi gatunkami roślin bobowatych (lucerna, koniczyna łąkowa) głównie ze względu na wysiew większej ilości nasion niż mieszankę Cent 4 (Tab. 4); (26).

Tabela 4

Koszty bezpośrednie oraz zabiegi wykonane w zależności od metody renowacji użytku zielonego

Wyszczególnienie	Zabiegi uprawowe	Bezpośrednie koszty renowacji 1 ha	
		zł	%
Sposób renowacji użytku zielonego			
Orka	rozluźnienie darni, orka, uprawa przedsiewna, siew, wałowanie	1172,51	100,00
Kompaktowa brona talerzowa + siew siewnikiem zbożowym	rozluźnienie darni, uprawa przedsiewna, siew, wałowanie	1084,91	92,40

Tabela 4 cd.

Herbicyd + siew bezpośredni	rozluźnienie darni, oprysk herbicydem, siew bezpośredni, wałowanie	866,31	74,33
Mieszanki bobowato-trawiaste			
Krasula + 3,5 kg koniczyny białej	-	1253,02	90,80
Cent 4	-	941,42	88,03
Autorska	-	929,29	87,90

Źródło: Gawel i in., 2018 (26)

Skład gatunkowy mieszanek: Krasula + 3,5 kg /ha koniczyny białej cv. Romena: życica trwała (25,7%), życica wielokwiatowa (9,19%), tymotka łąkowa (13,79%), kupkówka pospolita (9,19%), kostrzewa czerwona (9,19%), kostrzewa trzcinowa (9,19%), kostrzewa owcza (4,59%), koniczyna łąkowa (4,59%), lucerna siewna (4,59%) mietlica biaława (1,83%); CENT 4: życica trwała (40,0%), życica wielokwiatowa (10,0 %), kostrzewa trzcinowa (15,0%), kostrzewa łąkowa (5,0%), tymotka łąkowa (5,0%), wiechlinia łąkowa (5,0%), *Festulolium brauni* (5,0%), lucerna siewna (10,0%), koniczyna biała (5,0%); autorska: koniczyna biała (cv. Barda) (10%), lucerna (cv. Radius) (20%), koniczyna łąkowa (cv. Milena) (20%) życica trwała (cv. Artemis) (15%), kupkówka pospolita (cv. Amila) (15%), kostrzewa łąkowa (cv. Anturka) (10%), *Festulolium brauni* (cv. Agula) (10%) ilości wysiewu w siewie czystym.

Podsiew, czyli częściowa renowacja darni, przeprowadzany jest specjalnymi siewnikami różniącymi się sekcjami wysiewającymi (redlice, noże, talerze rozcinające glebę), które wprowadzają mieszanek nasion bezpośrednio do przygotowanej wcześniej gleby (płytkie wzruszenie wierzchniej warstwy gleby, skoszenie runi i oprysk herbicydem, glebogryzarka, niskie koszenie runi). Goliński (27) uzyskał najlepszą efektywność podsiewu runi pastwiska koniczyną białą po wcześniejszym zastosowaniu glebogryzarki do ograniczenia rozwoju starej runi w porównaniu z broną aktywną, zastosowaniem herbicydu i niskim przykoszeniem runi przed podsiewem (Tab. 5). Zahamowanie rozwoju runi pastwiska glebogryzarką dało największy plon suchej masy i udział koniczyny białej w runi (27).

Tabela 5

Wpływ metod przygotowania darni przed podsiewem na udział koniczyny białej w runi i jej plonowanie

Sposób przygotowania darni	Udział koniczyny białej w runi				Roczny plon suchej masy t/ha			
	Odmiany koniczyny białej							
	Alice	Barbian	Haifa	Średnio	Alice	Barbian	Haifa	Średnio
Kontrola	7,6	8,5	7,1	7,7	7,84	7,43	7,06	7,44
Brona aktywna	23,4	25,6	26,2	25,1	8,45	8,15	8,34	8,31
Niskie koszenie	10,4	12,3	10,0	10,9	7,95	7,48	7,17	7,53
Oprysk Reglone	14,1	15,8	16,0	15,3	8,14	7,42	7,59	7,72
Glebogryzarka	29,0	32,5	30,6	30,7	8,75	8,28	8,50	8,51

Źródło: Goliński, 2001 (27)

Podsiew starej runi mieszaną nasion wzbogaca ją w rośliny bobowate drobnonasienne, zwiększając zawartość białka w paszy i ograniczając koncentrację włókna surowego (53). Łąki najczęściej podsiewa się koniczyną łąkową, lucerną

siewną i mieszańcową, a na pastwiskach stosuje głównie koniczynę białą (19, 20, 21, 22, 23, 38, 53). Bobowate pobierają azot z gleby, z zastosowanych nawozów, posiadają też wyjątkową zdolność do współżycia z bakteriami wiążącymi azot z powietrza. Dzięki tej wartościowej umiejętności znacznie ograniczane są koszty nawożenia runi nawozami azotowymi (29), ponieważ bakterie w symbiozie z roślinami bobowatymi wiążą nawet 200-400 kg azotu. Najczęściej jednak są to ilości mniejsze (20-200 kg) (43). Masa azotu związanego w drodze symbiozy zmienia się w kolejnych fazach rozwojowych roślin bobowatych, a u lucerny największa redukcja azotu biologicznego przypada na początek pąkowania i pełnię kwitnienia i wynosi odpowiednio 83,8% i 86,1%, a w pełnej dojrzałości – 94,9% całkowitego pobrania tego makroelementu z gleby, nawozu i powietrza (63).

Rośliny bobowate transferują część azotu związanego symbiotycznie do traw i innych roślin dwuliściennych występujących z nimi w mieszkankach, dzięki temu ograniczane są straty azotu, co jest szczególnie ważne na pastwiskach gdzie dodatkowym źródłem tego makroelementu jest mocz i kał zwierząt. Większe ilości azotu wprowadzane są do gleby w moczu zwierząt niż w ich kale, 4-5-krotnie większe są też straty azotu pochodzącego z moczu (43). Wykorzystanie azotu symbiotycznego można poprawić dobierając odpowiednie gatunki do mieszanek a wysiew wielogatunkowych mieszanek roślin bobowatych, z głęboko korzeniącymi się trawami (np. *Phalaris aquatica*), uznano za korzystny ponieważ te trawy pobierają duże ilości azotu ograniczając w ten sposób wymywanie tego składnika z gleby (43).

Rośliny bobowate drobnonasienne i mieszanki z trawami zaopatrują zwierzęta w paszę, więc wielkość i jakość plonu oraz jego rozkład w sezonie wegetacyjnym ma duże znaczenie w zaspakajaniu bieżących potrzeb pokarmowych zwierząt oraz w przygotowaniu paszy na okres żywienia zimowego. Postęp biologiczny i technologiczny, polegający na doborze odpowiednich gatunków i odmian roślin przy nowych zasiewach oraz w renowacji wraz z innowacjami agrotechnicznymi, mają w tym przypadku duże znaczenie. Na pastwiskach powinno się wysiewać około 50% traw średniej wysokości i niskich, 30% traw wysokich, 20-30% roślin bobowatych drobnonasiennych oraz około 10% ziół (4, 17, 19, 21, 31, 38, 45, 57, 54). Od sposobu użytkowania runi zależy dobór gatunków i odmian stosowanych w mieszkankach. Lista odmian roślin uprawnych zawiera informację o typie użytkowym danej odmiany trawy; np. symbolem T – oznaczona jest trawa gazonowa, PT- odmiana nadająca się do pastwiskowego i trawnikowego użytkowania, Kł – typ użytkowy kośno-łąkowy, Kp – typ użytkowy kośno-polowy, P- pastwiskowy typ użytkowy. Koniczynę białą od dawna stosowano na pastwiskach, a pozostałe bobowate drobnonasienne do zasiewu nowych i podsiewu zdegradowanych łąk. Przeprowadzone w ostatnim okresie badania pozwoliły zmienić dotychczasową opinię na ten temat. Od przeszło dwudziestu lat, na polskich pastwiskach stosuje się różne krajowe i zagraniczne odmiany lucerny, w tym również odmiany wielolistkowe, odporne na długotrwałą i ciągłą wypas zwierząt (Radius, Kometa, Szentesi Róna, Legend, Maxi Graze); (17, 18). Odmiany lucerny odporne na udeptywanie przez zwierzęta, posiadają szyjki korzeniowe osadzone

nisko nad ziemią lub wciągnięte do gleby, co chroni roślinę przed uszkodzeniem. Charakterystyczne dla mało wrażliwych na udeptywanie odmian lucerny jest też większe odrastanie nowych pędów z szyjek korzeniowych niż ze ścierni. Do runi pastwiska wprowadzana jest koniczyna łąkowa i białoróżowa, esparceta siewna i komonica zwyczajna, by wzbogacić ją w białko, składniki mineralne, witaminy, taniny hamujące wzdęcia w żołądkach bydła itp., poprawić strawność i wartość smakową oraz zwiększyć trwałość runi (11, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 45). W Szwajcarii zaadaptowano do wypasu bydła lokalny typ koniczyny łąkowej Mattenklees, plonujący o 42% lepiej i trwalszy w runi niż typ Ackerklees; wprowadzenie go do runi zmniejsza koszt renowacji pastwiska (38). W Irlandii koniczynę łąkową uważano za gatunek krótkotrwały w użytkowaniu kośnym, źle znoszący wypas zwierząt. Wyhodowanie trwalszej i plenniejszej odmiany tego gatunku niż odmiany wzorcowe pozwoliło zmienić ten pogląd (11). Udowodniono sezonową zmianę jakości paszy koniczyny łąkowej oraz powiązanie jakości paszy z wczesnością odmiany. Gorszą jakość odmian wczesnych wytłumaczono szybkim tempem przechodzenia kolejnych faz rozwojowych (szybkim tempem starzenia się roślin); (49). Od doboru gatunków i odmian roślin na pastwiskach zależy wykorzystanie runi, szybko starzejąca się kupkówka pospolita, a zwłaszcza kostrzewa trzcinowa o włóknistych liściach utwardzonych związkami krzemu, jest gatunkiem gorzej wyjadanym niż delikatne życie zawierające dużo węglowodanów. Wyhodowanie odmian kostrzewy trzcinowej o miękkich liściach zwiększa zainteresowanie zwierząt tym gatunkiem i poprawia wyjadanie runi w porównaniu do odmian tradycyjnych (16). Nowym rozwiązaniem technologicznym w podsiewie jest stosowanie mieszanek kilku odmian życicy trwałej, charakteryzującej się wysoką wartością pokarmową i zawartością białka oraz węglowodanów, dobrą strawnością a także brakiem substancji antyodżywczych (54). Cennymi gatunkami traw dla zwierząt są krótkotrwałe życie: wielokwiatowa i mieszańcowa, zawierające dużo węglowodanów oraz mieszaniec międzygatunkowy *Festulolium brauni*, stosowany do mieszanek kośnych i pastwiskowych (19, 21).

Renowacja użytków zielonych przeprowadzona pełną metodą uprawy po orce wprowadza do gleby dużą masę resztek pozbiorowych a z nimi wiele składników odżywczych. Badania własne przeprowadzone na krótkotrwałym pastwisku obsianym wieloletnimi bobowatymi z trawami wykazały, że po czteroletniej uprawie pozostało od 5,09 do 7,99 t·ha⁻¹ resztek pozbiorowych, z czego 80% stanowiła frakcja korzeni (22). W pozostawianej masie nadziemnej i podziemnej łącznie było: 58-122 kg·ha⁻¹ azotu, 27-32 kg potasu, 9-14 kg fosforu, 28-46 kg·ha⁻¹ wapnia i 12-19 kg·ha⁻¹ magnezu, przy czym koncentracja makroelementów była większa w warunkach pastwiska niż w użytkowaniu kośno-pastwiskowym (22).

Jakość paszy z mieszanek ulega dużym zmianom pod wpływem warunków środowiskowych i pogodowych, prowadzi to do konieczności stosowania różnych dodatków mineralnych i suplementów, uzupełniających brakujące składniki w bilansowanej diecie. Nowym, alternatywnym rozwiązaniem technologicznym w przypadku mieszanek wielogatunkowych okazało się wprowadzenie do podsiewu

nasion ziół naturalnie występujących na łąkach (ang. *multi-species pastures, mixed-herb leys*); (51, 54, 57). W składzie naturalnej runi łąk i pastwisk występują różne gatunki zawierające metabolity wtórne, jak np. alkaloidy, saponiny, taniny, fenole, terpeny, garbniki o działaniu prozdrowotnym dla zwierząt. Wspomagają one między innymi proces trawienia, zwalczanie pasożytów wewnętrznych, zakażeń bakteryjnych i grzybic. Zwierzęta, wyjadając ruń, pobierają z niej rośliny zawierające substancje wspomagające ich organizm w zwalczaniu problemów chorobowych (57). Zioła podawane zwierzętom w formie suszu również działają terapeutycznie. W naturalnej runi pastwiska, można spotkać między innymi: miętę pieprzową, tojad mocny, jaskółcze ziele, mniszek pospolity, rumianek pospolity, żywokost lekarski, pokrzywę, cykorię podróżnik, łopian, krwawnik pospolity, trybulę ogrodową, bylicę piołun, babkę lancetową, szczaw zwyczajny, krwiściąg lekarski. Uważa się, że wielogatunkowe użytki zielone zawierające zioła cechuje dobre zbilansowanie składników odżywczych; przykładowo w mieszance kostrzewy łąkowej z komonicą zwyczajną i babką lancetową trawę charakteryzowała największa zasobność w P, Zn i Mn, komonicę - wysoka zawartość białka ogólnego, Mg, Cu, a babka zwyczajna gromadziła dużo Na, K i Ca oraz posiadała niewielką ilość włókna surowego (33). Zioła, tj. cykoria pastewna i babka lancetowa, kmin pospolity, krwawnik pospolity, bylica pospolita, rumianek pospolity, krwiściąg lekarski, występujące naturalnie w siedliskach łąkowych, wprowadza się do mieszanek pastewnych głównie w krajach Europy Zachodniej, w Anglii oraz Nowej Zelandii i Australii w celu poprawy jakości paszy (51, 54). Cykoria pastewna może być stosowana do uzupełnienia białka w paszy, związków lipidowych i minerałów w różnych mieszankach pastewnych (50). Jest ona wartościową wieloletnią rośliną pastewną, dobrze tolerującą suszę, składem chemicznym dorównuje lucernie (50); (Tab. 6). W Nowej Zelandii wyhodowano 6 odmian cykorii pastewnej i 7 odmian babki lancetowej, które wpisano na międzynarodową listę odmian z myślą o stosowaniu do renowacji i do zakładania nowych użytków zielonych (51, 54). Ta nowa technologia (wprowadzanie ziół do runi) dotyczy głównie użytków zielonych prowadzonych metodami ekologicznymi, a produkty zwierzęce uzyskane w tych warunkach cieszą się dużym zainteresowaniem konsumentów ze względu na korzystny skład chemiczny (53, 57).

Tabela 6

Porównanie zawartości składników pokarmowych w cykorii i lucernie

Składniki pokarmowe (%)	Odmiany cykorii w fazie rozety			Lucerna średnia dla 10 odmian
	Puna	Qikeli	Yifen	
Białko ogólne	24,77	22,87	22,90	18,11 ± 1,53
Tłuszcz surowy	3,15	4,46	5,01	2,94 ± 0,55
Włókno surowe	26,83	12,90	13,14	28,89 ± 1,52
Związki bezazotowe wyciągowe	21,25	30,34	30,02	43,10 ± 1,70
Ca	1,49	1,50	1,50	-
P	0,55	0,42	0,24	-

Źródło: Neciu, 2017 (50)

Inne rozwiązania technologiczne

Nowoczesne technologie i innowacje w gospodarowaniu na użytkach zielonych i zasiewach mieszanek bobowato-trawiaстым na gruntach ornych odnoszą się do rozwiązań technicznych któregoś z elementów technologii produkcji paszy, np. otoczkowania nasion, nawożenia runi, konserwowania paszy oraz organizacyjnych, wspierających decyzje rolnika np. o rozpoczęciu wypasu, dopasowaniu jakości runi do potrzeb zwierząt, zaopatrzenia rolników w programy komputerowe ułatwiające podejmowanie decyzji o renowacji użytku zielonego lub zbiorach runi (48).

Ostatnio stosuje się wielowarstwowe otoczki w systemie AgriCota i DynaSeed do zabezpieczenia nasion służących do podsiewu runi. Otoczki zawierają, poza aktywnymi szczepami bakterii wiążącymi azot atmosferyczny z powietrza, także stymulatory wzrostu siewek, fungicydy hamujące między innymi rozwój zgorzeli siewek, insektycydy, makro i mikroelementy, oraz powłokę wapniową zapewniającą odpowiednie dla roślin bobowatych pH gleby. Niektóre otoczki posiadają zdolność do zatrzymywania wody. Wielowarstwowa otoczka ułatwia kiełkowanie podsianych nasion i stwarza optymalne warunki dla rozwoju siewek bezpośrednio po kiełkowaniu i wschodach roślin, czyli w okresie dużej konkurencyjności starej runi łąkowej w stosunku do siewek. Innowacja w agrotechnice, polegająca na stosowaniu specjalnych otoczek nasion stosowanych do podsiewu runi, nie zawsze daje pozytywne efekty. Elsaesser i Wurth (15) po zastosowaniu wielowarstwowej otoczki zaobserwowali tylko zwiększenie udziału podsianych gatunków w runi, nie stwierdzili wzrostu plonu i zmian w składzie chemicznym runi.

Po przeprowadzonej renowacji na trwałych i przemiannych użytkach zielonych należy runi właściwie pielęgnować, odchwaszczać, nawozić oraz zbierać rośliny w optymalnym terminie. Do miejscowego zwalczania uporczywych chwastów w runi można stosować różnej wielkości mazacze służące do aplikowania herbicydów nieselektywnych.

Odpowiedni odczyn gleby na przemiannych i trwałych użytkach zielonych zapewnia stosowanie szybko działających nawozów wapniowych w formie tlenkowej. Innowacją są też nawozy wieloskładnikowe i dolistne oraz mieszaniny wapna węglanowego z wapnem tlenkowym (28, 29).

Włączenie biostymulatorów wzrostu (preparatu krzemowego i aminokwasów) do nawożenia runi korzystnie wpływa na jej rozwój. Preparat krzemowy zwiększa udział roślin bobowatych w runi, zawartość białka ogólnego w kiszonce oraz wartość białka trawionego w jelicie cienkim (BTJ) i wartość energetyczną paszy (JPM), co przekłada się na zwiększoną wydajność mleczną krów w porównaniu do żywionych runią nienawożoną preparatem krzemowym (54). Dolistne nawożenie aminokwasami zwiększyło plonowanie runi i poprawiło jej skład chemiczny, wykorzystanie przez zwierzęta i większe pobranie składników pokarmowych z gleby w porównaniu z runią nienawożoną tym składnikiem (56). Do ograniczenia szkodliwego działania mikroorganizmów patogennych w środowisku można stosować mikroorganizmy

probiotyczne (efektywne mikroorganizmy), poprawiające właściwości gleby i zwiększające jej aktywność biologiczną. Działanie preparatów z efektywnymi mikroorganizmami nie zawsze zwiększa odporność roślin na choroby i plonowanie, dlatego ta innowacja dotycząca stosowania efektywnych mikroorganizmów ma tyleż samo zwolenników i co przeciwników (54).

W stosowaniu nawozów naturalnych w formie płynnej, innowacją technologiczną jest niskie aplikowanie tych nawozów na run lub wprowadzanie ich do gleby skonstruowanymi do tego celu maszynami. Zmniejsza to straty azotu związane z uwalnianiem amoniaku i chroni środowisko naturalne przed skażeniem związkami azotu. Przy wykonywaniu niektórych zabiegów agrotechnicznych wskazane jest stosowanie dróg technologicznych by chronić szyjki korzeniowe roślin bobowatych przed uszkodzeniami ciężkimi maszynami rolniczymi.

Podstawą letniego żywienia bydła jest run pastwiskowa, z niektórych jej odrostów przygotowuje się siano lub sianokiszonki do stosowania zimą chociaż w wielu gospodarstwach w naszym kraju kiszonki są podstawą całorocznej dawki pokarmowej bydła. Do zbioru surowca kisonkarskiego używa się różnych maszyn w zależności od udziału traw i roślin bobowatych w runi. Gdy przeważają w niej rośliny bobowate, run należy kosić kosiarkami wyposażonymi w zgniatacze pokosów, natomiast przy dominacji traw stosuje się kosiarki ze spulchniaczami pokosów rozgniatającymi żdźbła traw w celu szybszego podsychania. W gospodarstwach małych sianokiszonkę przygotowuje się w małych belach, owijanych kilkoma warstwami folii. Gospodarstwa duże mają inne możliwości, np. przygotowanie kiszonki w rękawach foliowych lub dużych silosach, korzysta się też z wyspecjalizowanych firm kisonkarskich szybko zakiszających duże ilości surowca. Kiszonki przygotowuje się z surowca podsuszonego i dobrze rozdrobnionego, co pozwala na szybkie i dobre ugniecenie zakiszanej masy. Podczas ścinania albo w czasie zakiszania runi stosuje się preparaty stymulujące fermentację mlekową lub inokulanty ułatwiające zakiszanie, są one dostarczane do zakiszanego surowca specjalnymi aplikatorami montowanymi na maszynach zbierających.

Na pastwisku plony paszy są znacznie niższe niż w warunkach użytkowania kośnego, ponieważ roślinność narażona jest na stres udeptywania i przygryzania przez zwierzęta, większe jest też zagęszczenie runi (38). Innowacją na pastwisku poprawiającą plonowanie jest zmienne użytkowanie runi spasanej przez wiele lat. Harasim (35) uzyskała o 14% wyższy poziom plonowania w zmiennym użytkowaniu runi niż w warunkach wypasu, lepsza była też zwartość i wykorzystanie runi. W innych badaniach korzystniejsze plony uzyskano gdy run użytkowano kośno-pastwiskowo gdzie odrost wiosenny runi koszone na siano lub na kiszonkę a na następnych wypasano zwierzęta w porównaniu z pastwiskowo-kośnym sposobem użytkowania (9). W badaniach własnych realizowany był wypas okresowy, polegający na dostosowaniu sposobu użytkowania runi do aktualnego zapotrzebowania zwierząt na zielonkę, jeden odrost runi wypasa się, z następnego przygotowuje siano, sianokiszonkę lub kiszonkę (21). Innowacją na pastwiskach jest też wypas dawkowy i wypas

pasowy, które polegają na codziennym lub częstszym wydzielaniu stosunkowo małej powierzchni pastwiska aby run całkowicie została wyjedzona przez zwierzęta. W badaniach przeprowadzonych w Holandii, wypas pasowy okazał się korzystniejszy dla plonowania niż wypas ciągły kwaterowy, wadą tego sposobu wypasu było duże zaangażowanie rolnika w monitorowanie wyjadania runi przez zwierzęta i częste przestawianie ogrodzenia elektrycznego, wyznaczającego kolejną powierzchnię do wypasu zwierząt (39, 40, 60).

W warunkach naszego kraju nową technologią na użytkach zielonych jest całoroczne utrzymywanie zwierząt na pastwiskach. W ostatnich latach w niektórych rejonach Polski rzadkim zjawiskiem były śnieżne i mroźne zimy, stwarza to dogodne warunki do przebywania zwierząt na pastwisku w okresie późnej jesieni i na początku zimy. Na pastwiskach zimowych w okresach niedostatku paszy z runi pastwiskowej oraz zalegania śniegu zwierzęta dożywiane są paszami konserwowanymi (sianem, sianokiszonką). Do wypasu zimowego nadaje się run odrostu jesiennego, w której opóźniono termin zbioru dlatego wartość pokarmowa runi przeznaczonej na pastwiska zimowe jest zazwyczaj gorsza od runi stosowanej w okresie lata (59). Hennessy i in. (37) stwierdzili, że w Irlandii wczesnojesienne zaprzestanie i opóźniony wypas zimą zmniejsza masę roślin w zimie ze względu na duży udział roślin martwych w runi, ale pogorszenia jakości runi nie zanotowali. Przy niekorzystnych warunkach pogodowych, opadach deszczu i śniegu, może też wystąpić skażenie runi pastwisk zimowych mykotoksynami w związku z rozwojem w runi grzybów przechowywanych i fuzaryjnych. Termin zbioru i czas odrastania runi od ostatniego skoszenia latem i warunki pogodowe wpływają na zawartość mykotoksyn w runi pastwisk zimowych. Największą koncentrację zearalenonu (najgroźniejszej mykotoksyny) w runi pastwiska stwierdzono w styczniu (Tab. 7); (30).

Tabela 7

Koncentracja zearalenonu w runi pastwiska zimowego w zależności od terminu zbioru i terminu koszenia letniego odrostu (ng/g suchej masy)

Termin zbioru runi na pastwisku zimowym	Termin koszenia letniego odrostu runi	Lata badań	
		2001/2002	2002/2003
Listopad	czerwiec	5,90	8,60
	lipiec	4,42	10,48
	sierpień	7,69	3,22
Grudzień	czerwiec	3,42	8,52
	lipiec	2,63	1,61
	sierpień	2,16	7,95
Styczeń	czerwiec	4,05	11,69
	lipiec	3,95	18,74
	sierpień	21,3	28,07

Źródło: Goliński i in., 2004 (30)

W Polsce powierzchnia pastwisk maleje w porównaniu do arealu łąk trwałych i przemennych. Jest to efekt zmniejszającego się pogłowia bydła i malejącego zapotrzebowania na pasze objętościowe. W krajach europejskich system żywienia pastwiskowego jest bardziej rozwinięty niż u nas, dlatego poświęca się dużo uwagi zarządzaniu pastwiskami, organizacji wypasów i nowym rozwiązaniom technologicznym na pastwiskach (np. stosuje się drony do obserwacji zwierząt na pastwisku). Herbometry ręczne służące do pomiaru wysokości runi ułatwiające rolnikowi podjęcie decyzji o rozpoczęciu wypasu zwierząt zastępowane są herbometrami elektronicznymi, wykorzystującymi metodę teledetekcji do oszacowania biomasy łąkowej (48). Szybką ocenę jakości paszy przeprowadza się techniką NIR w mobilnych laboratoriach. Polega ona na zastosowaniu bliskiej podczerwieni w ocenie pasz.

Znane są również „elektroniczne” ogrodzenia pastwisk, ułatwiające opiekę nad stadem zwierząt, system kamer i czujników na pastwisku oraz oprogramowanie komputerów służące do wyznaczania granic kwater i sygnalizacji dźwiękowej odstraszałej zwierzęta po zbliżeniu do takiego ogrodzenia, a także do automatycznego powiększenia kwatery w przypadku braku paszy do wypasu (54).

Wymierne korzyści jakościowe i ekonomiczne ma zastosowanie do zbioru niektórych roślin pastewnych (lucerny, rutwicy wschodniej i traw) specjalnych maszyn zbierających liście i wierzchołki pędów (1, 2). Uzyskuje się wtedy delikatną paszę do stosowania w żywieniu trzody chlewnej i drobiu (susz, surowiec do produkcji koncentratu białkowego, sok roślinny) lub do zakiszenia dla bydła. Wadą lucerny i rutwicy wschodniej jest szybkie drewnienie łodyg i ich przewaga w plonie w stosunku do liści. Podczas zbioru frakcjonowanego zbierane są same liście i wierzchołki pędów, na polu pozostają dolne fragmenty szybko drewniejących łodyg, dlatego zbiór roślin wykonany w pełni kwitnienia nie pogarsza wartości pokarmowej paszy. Sikora i in. (61) udowodnili przydatność kiszonki z liści lucerny w żywieniu wysoko wydajnych krów mlecznych, natomiast kiszonki z pędów w dawce pokarmowej zasuszonych krów (61). Zastosowanie skonstruowanego przez Andrzejewską i Ignaczaka (1) prototypu maszyny do zbioru frakcjonowanego pozwala opóźnić zbiór lucerny ze względów organizacyjnych lub niesprzyjającej pogody, bez obawy o pogorszenie jakości paszy.

Podsumowanie

Postęp biologiczny i technologiczny w produkcji pasz z roślin bobowatych drobnonasiennych i mieszanek bobowato-trawiastych prowadzi do poprawy plonowania i jakości pasz oraz wspomaga decyzje rolnika w organizowaniu prac i zarządzaniu gospodarstwem. Postęp i innowacje wprowadzane w produkcji pasz zwiększają efektywność ekonomiczną produkcji mięsa i mleka, a w szczególności obniżają koszty produkcji suchej masy jednostek białkowych i energetycznych.

W drugiej połowie XX wieku Polska hodowla koniczyn i traw rozwijała się dobrze i miała wiele osiągnięć, a nasze odmiany znane były w innych krajach. Po wejściu Polski do Unii Europejskiej mało uwagi poświęcono rozwojowi krajowej hodowli, zaczęto sprowadzać nasiona roślin bobowatych i traw z krajów Europy Zachodniej i Wschodniej. Importowane odmiany przeważnie nie dorównywały plonowaniem i trwałością odmianom polskim. Masowy import nasion ograniczył zainteresowanie rolników nasionami krajowymi. W hodowli wielu gatunków roślin bobowatych nastąpiła stagnacja lub regres, a potencjał biologiczny tych roślin nie jest dobrze wykorzystywany. Na liście odmian roślin uprawnych w 2019 r. spośród 47 odmian roślin bobowatych drobnonasiennych zaledwie 10 odmian wpisano po roku 2010. Inaczej wygląda postęp biologiczny u traw, ponieważ w okresie od 1985 do 2019 dwukrotnie zwiększyła się liczba odmian najważniejszych gatunków traw, a 67 odmian traw występujących na liście zarejestrowano po 2010 r. (w tym wiele odmian gazonowych). Dla polskiej hodowli bobowatych i traw upatruje się aktualnie perspektywy w prowadzeniu hodowli gatunków marginalnych, niehodowanych w innych krajach.

Postęp biologiczny, technologiczny i organizacyjny w produkcji pasz zapewnia wysoki poziom ich plonowania i jakości, pomaga też rolnikowi w organizowaniu produkcji, realizacji zbiorów i opieki nad zwierzętami przebywającymi na pastwiskach. Szereg działań ma na celu pozyskanie dużych ilości jakościowo dobrej paszy. Należą do nich: renowacja runi, wprowadzanie do niej roślin bobowatych drobnonasiennych biorących udział w syntezie azotu cząsteczkowego, odpowiedni dobór gatunków roślin bobowatych i traw do podsiewu, wprowadzanie prozdrowotnie działających ziół do runi, stosowanie wielowarstwowych otoczek nasion ułatwiających kiełkowanie i wschody, nawożenie runi nawozami wieloskładnikowymi i dolistnymi, stosowanie preparatów krzemowych i aminokwasowych oraz efektywnych mikroorganizmów, dogłębne stosowanie płynnych nawozów naturalnych, zbiór roślin w odpowiednich fazach rozwojowych, wykorzystywanie specjalnych maszyn do zbioru runi oraz wypas zwierząt. Lepszego wykorzystania potencjału biologicznego roślin bobowatych drobnonasiennych i traw oraz innego niż paszowe wykorzystanie runi należy spodziewać się po stworzeniu dogodnych warunków do rozwoju chowu zwierząt.

Literatura

1. Andrzejewska J., Ignaczak S.: Frakcjonowany zbiór roślin bobowatych wieloletnich szansą na poprawę jakości paszy. Mat. Konf. PTA Rzeszów 11-13 września 2017, Streszczenia referatów i posterów: 31.
2. Andrzejewska J., Ignaczak S., Albrecht K.A., Surucu M.: Fractional harvest of perennial legumes can improve forage quality and their exploitation. Grassld. Sci. Eur., 2017, 22: 509-511.
3. Arseniuk E., Martyniak J.: Trawy i rośliny motylkowate. Polskie trawy i koniczyny w unijnych warunkach. Agro Serwis, IHAR Radzików, 2005: 3-10.

4. Barszczewski J., Terlikowski J., Wróbel B.: Efekty podsiewu łąk grądowych w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2016, T. 16. **Z3(55)**: 5-22.
5. Baryła R., Kulik M.: Podsiew zdegradowanych zbiorowisk trawiastych metodą ich regeneracji przyjazną środowisku. Zesz. Nauk. WSA w Łomży, 2011, **47**: 7-17.
6. Bawolski S., Gawęł E.: Wstępne porównanie wartości koniczyny perskiej i aleksandryjskiej różnego pochodzenia. Hod. Rośl. i Nas. Biul. Branż., 1985, **1/2**: 52-55.
7. Bawolski S., Mucha I., Ścibior H., Gawęł E.: Porównanie produktywności nasiennej krajowych i zagranicznych odmian koniczyny czerwonej i białej w latach 1977-1982. Biul. Oc., Odm., 1988, **20**: 101-117.
8. Bilińska E., Bojarszczuk J., Breza-Boruta B., Buchwald W., Czerwińska E., Danelski W., Gałęzowski L., Gawęł E., Grzelak M., Hallmann E., Jaskulska I., Jończyk K., Kaczmarczyk S., Kitkowska S., Kotwica K., Książak J., Kucharski W.A., Lempkowska M., Matyjaszczyk E., Mordalski R., Piskier T., Radzikowski P., Sobczak J., Stalenga J., Staniak M., Szparaga A., Szulc M., Zalińska H.: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, 2015, **8**: ss. 116.
9. Bojarszczuk J., Staniak M., Harasim J.: Produkcyjność mieszanek pastwiskowych z udziałem roślin motylkowatych w ekologicznym systemie gospodarowania. J. Res. Applic. Engng., 2011, **58(3)**: 27-35.
10. Borowiecki J.: Przydatność festulolium do uprawy w mieszankach z lucerną. Pam., Puł., 1997, **109**: 35-44.
11. Conaghan P.: Breeding red clover (*Trifolium pretense* L.) for improved yield and persistence. Grassld. Sci. Eur., 2018, **23**: 139-141.
12. Domański J.P.: Ocena efektów hodowli kostrzewy łąkowej i życicy trwałej. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2004, t.4 z. **2a(11)**: 233-254.
13. De Vliegher A., Van Gils B., vanden Pol-van Dasselaar A.: Roles and utility of grasslands in Europe. Grassld. Sci. Eur., 2014, **19**: 753-755.
14. Elgersma A., Søgaard K., Jensen S. K., Sehested J.: Herbal mineral content in grass and legume species. Grassld Sci. Eur., 2018, **23**: 169-171.
15. Elsaesser M., Wurth W.: Effect of coated *Lolium perenne* L. seeds on DM yield and forage quality following reseeding grassland in autumn and spring. Grassld. Sci. Eur., 2018, **23**: 172-175.
16. Elsaesser M., Wurth W., Rothenhaeusler S.: Suitability of soft leaved Tall fescue (*Festuca arundinacea*) in mixtures under grazing and cutting. Grassld Sci. Eur., 2018, **23**: 176-178.
17. Gawęł E.: Ocena przydatności mieszanek lucerny z trawami do użytkowania pastwiskowego. Cz. I. Plonowanie i skład botaniczny. Pam. Puł., 2000, **121**: 67-82.
18. Gawęł E.: Plonowanie i wartość pokarmowa mieszanek lucerny z kupkówką pospolitą i esparcetą w warunkach różnych systemów wypasania. Pam., Puł., 2005, **140**: 309-329.
19. Gawęł E.: Wpływ częstotliwości wypasania mieszanek motylkowato-trawiastych na plon, wykorzystanie pastwiska i trwałość lucerny. Pam. Puł., 2008, **147**: 55-66.
20. Gawęł E.: Rola motylkowatych drobnonasiennych w gospodarstwie rolnym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2011, 11 z. **3(35)**: 73-91.
21. Gawęł E.: Influence of renovation of grassland on sward yields in the conditions of organic farming. J. Res. Applic. Engng., 2017, **62(3)**: 105-111.
22. Gawęł E., Grzelak M.: The impact of the selection of components and different ways of using legume-grass sward on the chemical composition of post-harvest residues. J. Res. Applic. Engng., 2016, **61(3)**: 105-112.
23. Gawęł E., Grzelak M.: Wielkość i jakość plonu roślin bobowatych drobnonasiennych i ich mieszanek z trawami w warunkach niedoboru opadów. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2018, **57(11)**: 75-88.

24. Gawęł E., Grzelak M., Madej A.: Ocena produkcyjno-ekonomiczna wydajności runi bobowato-trawiastej w zależności od składu gatunkowego mieszanek i sposobu użytkowania. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2016, **XVIII(2)**: 95-101.
25. Gawęł E., Madej A., Grzelak M.: Ocena ekonomiczno-produkcyjna dwóch sposobów renowacji użytku zielonego z wykorzystaniem mieszanek bobowato-trawiastych w warunkach ekologicznych. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2017, **XIX(5)**: 74-79.
26. Gawęł E., Madej A., Grzelak M.: Wpływ renowacji trwałego użytku zielonego na niektóre parametry produkcyjno-ekonomiczne w warunkach konwencjonalnych. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2018, **XX(6)**: 61-69.
27. Goliński P.: Influence of different methods of sward preparation on the effectiveness of pasture overdrilling with *Trifolium repens*. *Grassld. Sci. Eur.*, 2001, **6**: 55-57.
28. Goliński P.: Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. *Pam., Puł.*, 2008, **147**: 67-82.
29. Goliński P.: Perspektywy wykorzystania użytków zielonych w Polsce, *Zeszyty Naukowe WSA w Łomży*, 2008, **37**: 18-27.
30. Goliński P., Kostecki M., Golińska B., Golińska B.T., Goliński P. K.: Występowanie zearalenonu w runi pastwisk zimowych w zależności od czasu jej odrastania i terminu zbioru. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr Roślin*, 2004, **2**: 692-694.
31. Grzelak M., Kryszak J.: Zmiany w składzie gatunkowym i wartości użytkowa runi pastwiska zagospodarowanego metodą podsiewu. *Biul. IHAR*, 2003, **225**: 121-128.
32. Grzelak M., Gawęł E., Waliszewska B., Kaczmarek Z., Mocek-Płócieniak A.: Yielding and Energy value of Red rush *Phragmites Australis* from extensively used meadow. *J. Food Agric. Environ.*, 2014, **12(2)**: 1197-1200.
33. Grzegorzczak S., Gołębiowska A.: Wpływ dodatku babki lancetowatej na produktywność mieszanki *Festuca pratensis* z *Lotus corniculatus*. *Łąkarstwo w Polsce (Grassland Science in Poland)*, 2008, **11**: 57-66.
34. GUS, Rocznik statystyczny rolnictwa. 2018, Warszawa, GUS.
35. Harasim J.: Wpływ zmiany sposobu użytkowania runi na plonowanie mieszanek pastwiskowych na gruntach ornych. *Pam. Puł.*, 2004, **137**: 46-58.
36. Harasimowicz-Herman G., Andrzejewska J., Nowak W., Sowiński J., Waniorek W.: Ocena przydatności amerykańskiej wielolistkowej odmiany lucerny do uprawy w warunkach agroklimatycznych Polski. *Biul. Oc. Odm.*, 1997, **29**: 115-119.
37. Hennessy D., O'Donovan M., French P., Laidlaw A. S.: Effect of date of autumn closing and timing of winter grazing on herbage production in winter and spring. *Grass Forage Science*, 2006, **61(4)**: 363-374.
38. Hoekstra N. J., De Deyn G. B., Van Eekeren N.: Red clover cultivars of Mattenkleef type show higher yield and persistence than Ackerklee type. *Grassld Sci. Eur.*, 2018, **23**: 66-68.
39. Holshof G., Zom R. L. G., Schils R. L. M., Philipsen A. P., Van den Pol - van Dasselaar A., Klootwijk C.: W. Amazing Grazing: substantial fresh grass intake in restricted grazing systems with high stocking rate. *Grassld. Sci. Eur.*, 2018, **23**: 234-236.
40. Holshof G., Zom R. L. G., Van Eekeren N.: Amazing Grazing: effect of cutting height and defoliation frequency on grass production and feeding value. *Grassld Sci. Eur.*, 2018, **23**: 237-239.
41. Isselstein J., Kayser M.: Grassland renovation and consequences for nutrient management. *Proceedings of 23rd International Grassland Congress 2015-Keynote Lectures*, 2015: 105-116.
42. Janicka M., Borawska-Jarmułowicz B., Mastalerczuk G.: Kształtowanie się biomasy oraz plonowanie wybranych odmian traw w siewie czystym i w mieszankach. *Łąkarstwo w Polsce (Grassland Science in Poland)*, 2016, **19**: 121-139.
43. Ledgard S. F.: Nitrogen cycling in low input legume-based agriculture, with emphasis on legume/grass pastures. *Plant and Soil*, 2001, **228(1)**: 43-59.

44. Lesschen J. P., Elbersen B., Hazeu G., van Doorn A., Mucher S., Velthof G.: Task 1 – Defining and classifying grasslands in Europe. Final report March 2014, Alterra, part of Wageningen UR, Wageningen, 2014.
45. Łyszczarz R., Dembek R., Suś R., Zimmer-Grajewska M., Kornacki P.: Renowacja łąk trwałych położonych na glebach torfowo-murszowych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2010, t. 10, **4(32)**: 129-148.
46. Martyniak J.: Rozwój postępu biologicznego traw pastewnych w Polsce w drugim 50-leciu XX wieku. Woda-Środowisko-Obszary wiejskie, 2004, t. 4, **2a(11)**: 219-231.
47. Martyniak J.: Poziom krajowego nasiennictwa traw pastewnych a stan biologiczny użytków zielonych w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary wiejskie, 2009, t. 9, **1(25)**: 21-38.
48. Mazur P., Chojnacki J.: Remote grasslands crop productivity measurements with Osage of multispectral camera and small unmanned aerial vehicle. J. Res. Applic. Engng, 2018, **63(2)**: 151-154.
49. Nadeem S., Steinshamn H., Sikkeland E. H., Gustavsson A. M., Bakken A. K.: The relationship between phenological development of red clover and its feed quality in mixed swards. Grassld. Sci. Eur., 2018, **23**: 69-71.
50. Neciu F.C., Săplăcan G., Rechitean D., Dragomir N.: Forage chicory (*Cichorium intybus* L.) –pretability in crops and effects in ruminants feeding review. Animal Science and Biotechnologies, 2017, **50(1)**: 170-175.
51. Paszkowski A., Golińska B., Goliński P.: Ziola łąkowe jako składnik mieszanek na użytki zielone w świetle badawczym i aplikacyjnym. Łąkarstwo w Polsce (Grassland Science in Poland), 2016, **19**: 219-228.
52. Prusiński J., Kotecki A.: Współczesne problem produkcji roślin motylkowatych. Fragm. Agron., 2006, **3(91)**: 94-124.
53. Radkowski A., Radkowska I.: Przyrosty masy ciała bydła mięsnego rasy Limousine w zależności od udziału koniczyny białej (*Trifolium repens* L.) w runi pastwiskowej. Wiadomości Zootechniczne, 2015, R LIII, **4**: 3-9.
54. Radkowska I., Radkowski A.: Innowacje w gospodarowaniu na trwałych użytkach zielonych. Wiadomości Zootechniczne, 2018, R. LVI **3**: 51-57.
55. Radkowski A., Styrc N.: Plonowanie oraz zawartość białka u wybranych odmian koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.). Fragm. Agron., 2009, **26(1)**: 108-114.
56. Radkowski A., Radkowska I., Godyń D.: Effects of fertilization with an amino acid preparation on the dry matter yield and chemical composition of meadow plants. J. Elem., 2018, **23(3)**: 947-958.
57. Radkowska I., Szewczyk A., Karpowicz A.: Pastwiska w hodowli bydła mlecznego i produkcji mleka o podwyższonych walorach prozdrowotnych, 2018, Wiadomości Zootechniczne, **3**: 58-65.
58. Rumpel C., Crème A., Ngo P.T., Velásquez G., Mora M.L., Chabbi A.: The impact of grassland management on biogeochemical cycles involving carbon, nitrogen and phosphorus. J. Soil Sci. Plant Nutr. 2015, **15(2)**: 353-371.
59. Ryan W., Hennessy D., Murphy J. J., Boland T. M.: The effects of autumn closing date on sward leaf area index and herbage mass during the winter period. Grass Forage Sci., 2010, **65(2)**: 200-211.
60. Schils R. L. M., Philipsen A. P., Holshof G., Zom R. L. G., Hoving I. E., Van Reenen C. G., Van der Werf J. T. N., Galama P. J., Sebek L., Klootwijk C. W., Van Eekeren N., Hoekstra N. J., Stienezen M. W. J., Van den Pol-Van Dassel A.: Amazing Grazing: science in support of future grass based dairy systems. Grassld Sci. Eur., 2018, **23**: 336-338.

-
61. Sikora M. C., Hatfield R. D., Kalscheur K. F.: Fermentation and chemical composition of high – moisture Lucerne leaf and stem silages harvested at different stages of development using a leaf stripper. *Grass Forage Sci.* 2019, **74**(1): 1-10.
 62. Stypiński P., Prończuk M.: The possibility of renovation of pastures for horses using an undersowing method. *Grassld Sci. Eur.*, 2018, **23**: 497-499.
 63. Wysocki A., Kalembsa S., Łozak I.: Dynamics of nitrogen accumulation from various sources by lucerne (*Medicago sativa* L). *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 2015, **14**(4): 97-105.
 64. <https://pl.glosbe.com/pl/pl/post%C4%99p%20biologiczny>
 65. https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGWiRL/ARP/02.Warunki%20naturalne%20rolnictwa.pdf
-

Adres do korespondencji:

dr hab. Eliza Gawel
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
Ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
Tel. 81 4786 794
e-mail: Eliza.Gawel@iung.pulawy.pl
e-mail: gawel@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Eliza Gawel	0000-0001-9050-4509
Mieczysław Grzelak	0000-0002-7579-6117

Jerzy Książak, Jolanta Bojarszczuk

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

**WPLYW NASTĘPCZY UPRAWY MIESZANEK ŁUBINU ŻÓŁTEGO
ZE ZBOŻAMI NA PLONOWANIE I OPŁACALNOŚĆ PRODUKCJI
PSZENICY JAREJ I OZIMEJ***

Słowa kluczowe: mieszanki, rośliny strączkowe, zboża, plon, koszty, opłacalność produkcji

Wstęp

Uprawa mieszanek roślin strączkowych ze zbożami znana jest od dawna, bowiem już na początku XIX wieku wskazywano na korzyści płynące ze współrzędnej uprawy tych gatunków. Uprawy te cieszyły się największym zainteresowaniem w Polsce w pierwszej połowie lat 90., od kilku lat jest ono stałe, a areal uprawy wynosi od około 40 do 59 tys. ha. Uzasadnienie produkcyjno – gospodarcze ma uprawa mieszanek na glebach średnich i słabych (40). Mieszanki są uprawiane w celu uzyskania nasion roślin strączkowych, wyprodukowania paszy treściwej o większej zawartości białka niż ziarno zbóż, pozyskania zielonki na paszę lub wykorzystania na przyoranie. Zasiwy takie pozwalają na racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska przyrodniczego i wpływają korzystnie na środowisko glebowe (12, 30, 32, 49) oraz silnie konkurują z występującym zachwaszczeniem (12, 19, 20). Mieszane siewy, korzystnie wpływając na glebę i jej stan sanitarny, są bardzo dobrym przedplonem dla wielu gatunków roślin uprawianych w gospodarstwie (39, 47). Mieszanki poprawiają uwilgotnienie gleby oraz jej warunki mikrobiologiczne, co skutkuje większym potencjałem produkcyjnym (2). Rośliny rosnące w łanie mieszanym z reguły lepiej wykorzystują przestrzeń produkcyjną niż w zasiewach jednogatunkowych (46). Duże różnice w pokroju roślin i typie systemu korzeniowego między zbożami a roślinami strączkowymi sprzyjają lepszemu wykorzystaniu przez mieszanki zmiennych warunków glebowych w stosunku do siewu czystego tych gatunków (32). W takich uprawach lepiej wykorzystywane jest siedlisko, gdyż ich maksymalne zapotrzebowanie na wodę i składniki pokarmowe w czasie wegetacji komponentów mieszanek rozmią się, a więc konkurencja o te składniki może być słabsza. Umożliwia to stosowanie mniejszych dawek fosforu i potasu niż pod zboża i rośliny strączkowe w czystym siewie. Jest to

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

także możliwość zwiększenia areалу obsiewanego roślinami strączkowymi. Ponadto istotne znaczenie mają także walory paszowe plonu oraz wartość przedplonowa stanowiska w gospodarstwach, w którym w warunkach gospodarki rynkowej (po odejściu od przyrodniczych podstaw zmianowania na rzecz dowolnego następstwa roślin) nabiera to szczególnego znaczenia. Zdaniem Józwiaka i Gomułki (24) już są widoczne ograniczenia efektywności produkcji wywołane odejściem od zasad racjonalnego zmianowania roślin. W ostatnich latach udział zbóż w strukturze zasiewów w Polsce wynosi średnio ponad 70%. Dlatego w celu ograniczenia negatywnego wpływu zmianowań dużym udziałem zbóż należy dążyć do zwiększenia bioróżnorodności upraw. W takiej sytuacji ważną rolę odgrywają rośliny strączkowe uprawiane w siewie czystym bądź w mieszankach ze zbożami. Kozak i Kotecki (26), podają że na plon pszenicy ozimej uprawianej po grochu siewnym korzystnie wpływa masa przyoranych resztek pozbiorowych, kształtująca wydajność białka ogólnego i wartość energetyczną ziarna.

Korzyści ekonomiczne i środowiskowe wynikające z uprawy mieszanek zbóż z roślinami strączkowymi stale wzbudzają zainteresowanie tym sposobem siewu na całym świecie. Jednak ze względu na fakt, że badania prowadzone są w zróżnicowanych warunkach środowiskowych, ich wyniki są często sprzeczne. Agrocenoza, w skład której wchodzi dwa gatunki roślin, generuje dodatkowe interakcje kształtujące różnorodne efekty takiej uprawy (40). W ostatnich latach dużego znaczenia nabierają zagadnienia dotyczące skutków środowiskowych stosowania określonych technologii (27).

Celem pracy była ocena plonowania i opłacalności produkcji pszenicy jarej i ozimej uprawianej po mieszankach łubinu żółtego z trzema gatunkami zbóż jarych oraz po roślinach zbożowych w siewie czystym.

Metodyka badań

Materiał źródłowy opracowania stanowią wyniki doświadczenia zrealizowanego w RZD IUNG-PIB Grabów, w układzie podbloków skrzyżowanych (ang. *split-block*), w 4 powtórzeniach w latach 2012-2013 (z pszenicą jara) oraz w latach 2014-2015 (z pszenicą ozimą). Przedplonem pszenicy jarej i ozimej były dwugatunkowe mieszanki: jęczmienia, pszenicy i pszenżyta z 40, 60 i 80% udziałem łubinu żółtego. Obiekty kontrolne stanowiły gatunki zbóż uprawiane w czystym siewie, które były komponentami mieszanek oraz łubin żółty uprawiany w czystym siewie. Obsada komponentów, które były przedplonem w czystym siewie wynosiła: łubin (Mister) – 100 szt.·m², jęczmień (Skarb) – 300 szt.·m², pszenica (Tybalt) i pszenżyto (Nagano) – 500 szt.·m². Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 30,0 m², a do zbioru 27,0 m². Siew pszenicy wykonano na głębokość 2-3 cm, w rozstawie rzędów 15 cm. Doświadczenia z mieszankami łubinu żółtego ze zbożami jarymi założono na glebie zaliczanej do kompleksu przydatności rolniczej pszennej dobrego, klasy bonitacyjnej III a. Gleba ta charakteryzowała się dobrymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi, a dzięki znacznej miąższości

poziomu próchnicznego (30-40 cm) można stosować głęboką orkę, bez obawy o wydostanie „martwicy” na jej powierzchnię. Zasobność gleby w dostępne składniki pokarmowe (P, K, i Mg) była wysoka, odczyn (pH) – lekko kwaśny (tab. 1).

Tabela 1

Zasobność gleby w makroskładniki i próchnicę ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz jej pH w latach 2012 - 2015

Lata	Składniki				
	pH w 1 M KCl	P	K	Mg	próchnica
mieszanek bobiku z pszenżytem					
2012	6,5	18,4	12,1	1,3	1,4
2013	6,3	19,5	13,0	1,5	1,2
2014	5,4	17,3	6,7	1,4	1,5
2015	6,2	16,9	11,5	1,2	1,4

Źródło: opracowanie własne

W okresie wegetacji były notowane daty wystąpienia faz rozwojowych pszenicy: pełnia wschodów, pełnia krzewienia, strzelanie w źdźbło, kłoszenie oraz dojrzałość woskowa i pełna. Przed zbiorem na wybranych roślinach z każdego poletka określono ich cechy i strukturę: liczbę pędów produkcyjnych, masę i liczbę ziaren z rośliny, liczbę ziaren w kłosie i masę tysiąca ziaren. Po zbiorze określono plon ziarna.

Podstawowymi kryteriami oceny ekonomicznej wykorzystanymi w opracowaniu były: wielkość i wartość produkcji, koszty bezpośrednie oraz nadwyżka bezpośrednia. Kalkulację przeprowadzono dla średniego plonu rośliny zbożowej uprawianej w siewie czystym po mieszkankach łubinu żółtego z 3 gatunkami zbóż jarych, w zależności od gatunku rośliny zbożowej oraz udziału rośliny strączkowej w mieszance. W uproszczonej metodzie oceny ekonomicznej zastosowano standardową nadwyżkę bezpośrednią, którą obliczono jako różnicę pomiędzy wartością produkcji a bezpośrednimi kosztami produkcji. Nadwyżka bezpośrednia z działalności (uprawy pszenicy jarej i pszenicy ozimej) według metodologii Unii Europejskiej (UE) to roczna wartość produkcji uzyskana z 1 ha uprawy i pomniejszona o koszty bezpośrednie poniesione na wytworzenie tej produkcji (14).

Wartość produkcji obliczono jako iloczyn plonu i ceny ziarna pszenicy. W kalkulacji cenę ziarna ustalono na podstawie notowań rynkowych z roku 2014. W celu wyeliminowania wpływu zmian w produkcji, powodowanymi warunkami pogodowymi lub rynkowymi, do obliczeń dla pszenicy jarej i ozimej przyjęto średnie z dwóch lat. Do kosztów bezpośrednich zaliczono: materiał siewny, środki ochrony roślin, nawozy mineralne. Ograniczenie rozważań do kosztów bezpośrednich pozwala na uzyskanie możliwie obiektywnych porównań oraz wyeliminowanie błędnej interpretacji wyników w odniesieniu do zróżnicowanych warunków produkcji (31).

Warunki agrotechniczne

Ważniejsze elementy agrotechniki mieszanek łubinu żółtego ze zbożami jarymi oraz czystych zasiewów pszenicy ozimej i jarej przedstawiano w tabeli 2.

Tabela 2

Elementy agrotechniki mieszanek łubinu żółtego ze zbożami jarymi oraz z pszenicą jară i pszenicą ozimą

Mieszaneki łubinu żółtego ze zbożami	Pszenica ozima po mieszanekach	Pszenica jara po mieszanekach
Uprawa roli agregatem	Gruberowanie	Gruberowanie
Orka zimowa	Orka siewna	Orka zimowa
Nawożenie przedsiewne (N – 30, P ₂ O ₅ – 60, K ₂ O – 120 kg·ha ⁻¹)	Nawożenie przedsiewne P ₂ O ₅ – 66, K ₂ O – 99 kg·ha ⁻¹	Bronowanie
Uprawa roli agregatem	Bronowanie	Nawożenie przedsiewne N – 45, P ₂ O ₅ – 66, K ₂ O – 99 kg·ha ⁻¹
Siew nasion	Siew nasion	Uprawa roli agregatem
Wysiew nawozów azotowych (40 kg·ha ⁻¹)	Regulacja zachwaszczenia jesienią (Komplet 560 S.C. – 0,4 l)	Siew nasion
Bronowanie pielęgnacyjne (brona chwastownik) (2011)	Wiosenne nawożenie azotem (saletra amonowa) w 3 dawkach - (80, 45, 30 kg·ha ⁻¹)	Wiosenne nawożenie azotem (saletra amonowa) 60 kg·ha ⁻¹
Zwalczanie chorób i szkodników: Stomp 3.5 dm ³ ·ha ⁻¹ (2013 i 2014) Basagram 1.25 dm ³ ·ha ⁻¹ (2012)	Zwalczanie chorób i szkodników: Bumber – 0.4 l·ha ⁻¹ (2014) Artea 0.5 l·ha ⁻¹ (2015)	Regulacja zachwaszczenia wiosną Mustang Forte 0.8 dm ³ ·ha ⁻¹
Zbiór	Zbiór	Zwalczanie chorób i szkodników: Bumper 1 dm ³ ·ha ⁻¹
-	-	Zbiór

Źródło: opracowanie własne

Przebieg warunków meteorologicznych w okresie prowadzenia badań różnił się znacząco w poszczególnych latach (tab. 3) i miał duży wpływ na plonowanie pszenicy jarej i ozimej. W roku 2012 w trzeciej dekadzie lipca i sierpnia oraz we wrześniu zanotowano niewielką ilość opadów, natomiast w 2013 roku suma opadów od marca do września była zbliżona do średniej z wielolecia. Stwierdzono jednak niewielką ilość opadów w lipcu i sierpniu, ponadto były one nierównomiernie rozłożone, co miało silny wpływ na plonowanie pszenicy. W 2014 roku w maju temperatura powietrza w porównaniu ze średnią z wielolecia była niższa, zaś suma opadów od marca do września była znacznie większa od średniej z wielolecia. Natomiast duża ilość opadów w maju, silnie utrudniała wykonywanie mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych. W 2015 roku w maju, podobnie jak w roku poprzednim, wystąpiła duża ilość opadów, a w czerwcu i trzeciej dekadzie lipca była niewielka w porównaniu ze średnią z wielolecia, zaś w sierpniu wystąpiła susza, co silnie ograniczyło rozwój roślin. Ponadto w lipcu i w sierpniu panowała wysoka temperatura powietrza, co dodatkowo pogarszało warunki dla plonowania roślin.

Tabela 3

Przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji

Wyszczególnienie	Miesiąc						Suma/ Średnia (III-VIII)
	III	IV	V	VI	VII	VIII	
	2012						
Opady (mm)	20,9	37,8	36,5	54,3	81,6	64,2	295,3
Temperatura powietrza °C	5,8	9,6	15,3	17,7	20,9	18,8	14,7
	2013						
Opady (mm)	41,1	29,9	112	116,3	20,8	11,6	331,7
Temperatura powietrza °C	6,1	8,3	15,3	18,6	19,7	19,2	14,5
	2014						
Opady (mm)	36,5	51,1	161,7	93,1	101,4	91,9	435,4
Temperatura powietrza °C	6,0	9,9	13,5	15,2	20,4	17,9	13,8
	2015						
Opady (mm)	63,2	34,8	107,0	30,3	51,7	6,2	293,2
Temperatura powietrza °C	4,5	8,1	12,7	16,9	19,7	22,1	14,0
Wielolecie (średnie z lat 1871-2000)							
Opady (mm)*	30,0	39,0	57,0	71,0	84,0	75,0	356,0
Temperatura średnia z wielolecia °C	1,6	7,7	13,4	16,7	18,3	17,3	12,5

Źródło: opracowanie własne

Wyniki badań

Plon ziarna pszenicy jarej i ozimej oraz elementy jego struktury

Na poziom plonowania pszenicy jarej i ozimej, znaczący wpływ miał przedplon oraz przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. W latach 2012-2013 rośliną następczą po mieszkankach była pszenica jara, zaś w latach 2014-2015 pszenica ozima. Średni poziom plonowania pszenicy ozimej był znacząco większy niż pszenicy jarej (tab. 4 i 5). Pszenica ozima lepiej plonowała w roku 2015 niż w 2014. Sprzyjała temu duża ilość opadów w maju, co korzystnie wpłynęło na wzrost i rozwój pszenicy oraz na jej krzewienie. Natomiast pszenica jara wyżej plonowała w roku 2013, na co korzystny wpływ miała ilość opadów w maju i czerwcu, a niewielka ilość opadów w lipcu i sierpniu nie ograniczyła znacząco plonowania pszenicy. Najwyższe plony uzyskano z uprawy pszenicy uprawianej po łubinie żółtym w czystym siewie i mieszkankach ze zbożami z 80% udziałem łubinu. Zwiększenie plonu pszenicy ozimej i jarej uprawianej po łubinie żółtym w stosunku do uprawianej po zbożach wynosiło około 16%, natomiast pszenicy jarej i ozimej do uprawianych po mieszkankach wynosiło odpowiednio około 3 i 10%. Zdaniem Mazurka i Kuś (33), plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po roślinach strączkowych było większe od 5 do 14% niż uprawianej po jęczmieniu, pszenżycie, życie i owsie. Suwara i Gawrońska-Kulesza (48) stwierdziły istotnie większą wydajność ziarna pszenicy w stanowisku po grochu niż po rzepaku, co zdaniem tych autorek było wynikiem przede wszystkim większej obsady kłosów. Uprawa różnych gatunków zbóż po

mieszkankach roślin strączkowych ze zbożami wpływa na ograniczenie porażenia przez patogeny roślin następczych w porównaniu do uprawy po zbożach, co przyczynia się do wzrostu plonu zbóż uprawianych po mieszkankach (29, 41, 43, 44, 45, 50). Badania Buraczyńskiej i Ceglarka (11) wykazały, że najlepszym przedplonem dla pszenicy był groch siewny i mieszanka pszenżyta jarego z 60% udziałem grochu. W badaniach Jasińskiej i in. (22) oraz Pisarka i in. (38) przedplony z grupy roślin strączkowych, zwiększały łączny plon ziarna, a także plon białka w ziarnie pszenicy. Wyniki uzyskane przez Rudnickiego i Kotwicę (41) wskazują, że dla pszenicy ozimej wartość stanowiska po mieszkankach pszenżyta jarego z łubinem żółtym była podobna do stanowiska po łubinie żółtym w czystym siewie. Autorzy ci oraz Rudnicki (42), Blecharczyk i in. (5) wyrażają pogląd, że wartość stanowiska po mieszkankach roślin zbożowych ze strączkowymi jest tym większa im słabsza gleba i mniejsza ilość opadów. W warunkach ograniczonej ilości opadów zwiększenie plonu pszenicy po mieszkankach zbóż z roślinami strączkowymi, w porównaniu do uprawianej po pszenżycie, wynosiło od 20 do 40%, zaś w latach, w których ilość opadów była zbliżona do średniej z wielolecia, wynosiła od 5 do 9%. Wielu autorów (1, 3, 6, 15, 18, 21, 25, 37, 48) zajmujących się waloryzacją stanowisk dla pszenicy wykazało korzystny wpływ różnych gatunków roślin strączkowych na wzrost i rozwój tego gatunku zboża. Natomiast Piekarczyk (36) podkreśla istotną rolę przedplonu dla pszenicy ozimej uprawianej na glebie lekkiej. Zdaniem Blecharczyka i in. (6) wzrost plonu pszenicy po roślinach strączkowych jest efektem nie tylko pozostawionego w glebie azotu, ale także poprawy struktury gleby, ograniczenia chorób i zachwaszczenia oraz zwiększenia dostępności makroskładników zgromadzonych w glebie. Uzyskane przez Piekarczyka (37) wyniki wskazują, że, pszenica ozima lepiej plonuje po łubinie wąskolistnym niż po jęczmieniu jarym, głównie ze względu na poprawę wielkości ziarna. Natomiast Chrzanowska-Drożdż (13) wykazała, że dla pszenicy ozimej lepszym przedplonem był bobik niż owies. Harasim (17), oceniając opłacalność uprawy pszenicy po grochu stwierdził, iż zapewnia ona większy wskaźnik opłacalności niż pszenica uprawiana po pszenicy. Inni autorzy oceniali również przydatność przedplonów z roślin strączkowych jako stanowiska dla innych gatunków zbóż. Chrzanowska-Drożdż i Liszewski (15), Chrzanowska-Drożdż (13) zanotowali lepsze plonowanie pszenicy ozimej i żyta po grochu niż po jęczmieniu jarym i pszenżycie ozimym. Natomiast Budzyński i Dubis (10) oraz Dubis i Budzyński (13) obserwowali korzystniejszy wpływ łubinu żółtego niż owsa na pszenżyto i żyto ozime. Średni poziom plonowania pszenicy po mieszkankach łubinu z jęczmieniem, pszenżycem i pszenicą był większy niż uprawianej po tych gatunkach zbóż w czystym siewie. Zwiększenie udziału łubinu w mieszkankach ze wszystkimi gatunkami zbóż miało korzystny wpływ na poziom plonowania pszenicy. Harasim (16) dowiódł, że osiągnięcie wysokich plonów pszenicy umożliwia dwuletnia przerwa w uprawie pszenicy na tym samym polu, natomiast w czwartym roku monokultury zanotowano obniżkę wydajności o 24%. Ponadto istotny wzrost plonu ziarna pszenicy uzyskiwano dzięki zwalczaniu chorób podstawy źdźbła.

W doświadczeniu oceniano ważniejsze cechy morfologiczne determinujące plonowanie pszenicy jarej i ozimej uprawianej po różnych przedplonach. Masa tysiąca ziaren pszenicy ulegała stosunkowo małym zmianom po mieszkankach łubinu z jęczmieniem w porównaniu do uprawy po jęczmieniu (tab. 6 i 7). Natomiast większymi nasionami odznaczały się ziarniaki pszenicy ozimej uprawianej po mieszkankach z pszenicą, pszenżytem i łubinie żółtym (tab. 8-9). Masa ziarna na roślinie pszenicy uprawianej po jęczmieniu, pszenicy, pszenżycie i ich mieszkankach z łubinem żółtym, była mniejsza niż uprawianej po łubinie żółtym (tab. 8 i 9). Liczba ziaren na roślinie oraz liczba ziaren w kłosie pszenicy uprawianej po zbożach, jak również po ich mieszkankach z łubinem żółtym, była mniejsza niż po łubinie w czystym siewie (tab. 10-13). Natomiast wpływ mieszanek (przedplonu) na kształtowanie się tych cech był stosunkowo niewielki. Rozkrzewienie pszenicy jarej i ozimej nie zmieniało się znacząco w zależności od przedplonu, po jakim była uprawiana (tab. 14 i 15). Bleharczyk i in. (5, 6) większą liczbę ziaren w kłosie, masę ziaren w kłosie oraz masę 1000 ziaren i obsadę kłosów zanotowali u pszenicy uprawianej po roślinach strączkowych (groch i bobik) niż po jęczmieniu jarym. Natomiast Suwara i Gawrońska-Kulesza (48) nie stwierdziły istotnego wpływu stanowiska po grochu na masę 1000 ziaren pszenicy. Budzyński i Dubis (10) oraz Dubis i Budzyński (13) podają, że pszenżyto i żyto ozime po łubinie żółtym odznaczało się większą liczbą kłosów na jednostce powierzchni, liczbą ziaren w kłosie i masą 1000 ziaren.

Tabela 4

Plon ziarna (t·ha⁻¹) pszenicy jarej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary		Pszemica jara			Pszemzyto jare			Łubin żółty		
	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	Średnia z lat 2012-2013
Siew czysty	3,06	3,61	3,34	3,08	3,35	3,22	2,84	3,29	3,07	3,25	3,73
Mieszanki z udziałem łubinu (%)											
40	2,99	3,80	3,40	2,78	3,38	3,08	3,11	3,57	3,34		
60	2,99	3,83	3,41	3,04	3,49	3,27	2,83	3,49	3,16		
80	2,79	3,85	3,32	3,03	3,78	3,41	2,89	3,73	3,31		
średnio	2,92	3,83	3,38	2,96	3,55	3,25	2,94	3,60	3,27		

Źródło: opracowanie własne

Tabela 5

Plon ziarna (t·ha⁻¹) pszenicy ozimej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary		Pszemica jara			Pszemzyto jare			Łubin żółty		
	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	Średnia z lat 2014-2015
Siew czysty	6,28	8,80	7,54	6,44	8,70	7,57	6,75	9,00	7,88	7,60	8,90
Mieszanki z udziałem łubinu (%)											
40	7,01	9,10	8,06	6,64	8,8	7,72	6,85	9,5	8,18		
60	7,16	10,0	8,58	6,90	9,8	8,35	7,06	10,1	8,58		
80	7,15	10,8	8,98	7,28	9,9	8,59	7,35	10,3	8,83		
średnio	7,11	10,0	8,54	6,87	9,5	8,22	7,08	9,9	8,53		

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6

Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy jarej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszenżyto jare			Łubin żółty		
	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013
Siew czysty	27,4	31,5	29,5	30,4	29,9	30,1	31,8	27,5	29,7	30,3	32,1	31,2
Mieszanki z udziałem łubinu (%)												
40	30,5	31,3	30,9	28,5	32,2	30,3	31,0	30,0	30,5			
60	28,9	30,1	29,5	28,5	32,9	30,7	28,8	30,1	29,4			
80	30,1	31,1	30,6	32,0	33,3	32,7	29,1	30,5	29,8			
średnio	29,8	30,8	30,3	29,6	32,8	31,2	29,6	30,2	29,9			

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7

Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy ozimej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszenżyto jare			Łubin żółty		
	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014- 2015
Siew czysty	33,2	33,9	33,6	31,0	33,4	32,2	32,5	32,9	32,7	34,1	34,1	34,1
Mieszanki z udziałem łubinu (%)												
40	32,1	34,4	33,2	34,7	34,1	34,4	34,9	33,0	34,0			
60	33,8	33,5	33,6	33,9	34,4	34,1	33,3	33,5	33,4			
80	33,5	35,5	34,5	34,4	35,0	34,7	34,0	33,0	33,5			
średnio	33,1	34,5	33,8	34,3	34,5	34,4	34,1	33,2	33,7			

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8
Masa ziaren (g) z rośliny pszenicy jarej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary		Pszemica jara			Pszemżyto jare			Łubin żółty	
	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	Średnia z lat 2012-2013
Siew czysty	1,16	0,68	0,92	1,26	0,60	0,93	1,04	0,60	0,82	1,25
Mieszanki z udziałem łubinu (%)										
40	1,15	0,69	0,92	1,28	0,74	1,01	1,03	0,74	0,89	-
60	1,18	0,69	0,94	1,27	0,79	1,03	0,99	0,74	0,87	
80	1,07	0,78	0,93	1,24	0,82	1,03	1,12	0,75	0,94	
średnio	1,13	0,74	0,93	1,26	0,78	1,02	1,05	0,74	0,90	

Źródło: opracowanie własne

Tabela 9
Masa ziaren (g) z rośliny pszenicy ozimej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary		Pszemica jara			Pszemżyto jare			Łubin żółty	
	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	Średnia z lat 2014-2015
Siew czysty	2,28	2,13	2,21	1,84	1,83	1,84	1,97	1,97	2,28	2,23
Mieszanki z udziałem łubinu (%)										
40	1,89	2,09	1,99	1,35	1,78	1,57	1,85	1,82	1,84	-
60	2,07	2,17	2,12	1,50	1,77	1,64	1,97	1,94	1,96	
80	2,17	2,22	2,20	1,86	1,94	1,90	2,16	2,15	2,16	
średnio	2,04	2,16	2,10	1,57	1,83	1,70	1,99	1,97	1,99	

Źródło: opracowanie własne

Tabela 10

Liczba ziaren (szt.) z rośliny pszenicy jarej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszennyto jare			Łubin żółty		
	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013
Siew czysty	25,2	23,6	24,4	37,6	21,9	29,7	32,7	23,4	28,1	41,2	26,4	33,8
Mieszanke z udziałem łubinu (%)												
40	26,9	24,6	25,7	36,5	23,1	29,8	36,8	24,9	28,1			
60	28,0	24,0	26,0	35,7	23,7	29,7	34,5	24,0	29,3			
80	26,4	24,7	25,6	36,4	23,9	30,1	37,7	24,8	31,3			
średnio	27,1	24,4	25,8	36,2	23,6	29,9	36,3	24,7	30,5			

Źródło: opracowanie własne

Tabela 11

Liczba ziaren (szt.) z rośliny pszenicy ozimej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszennyto jare			Łubin żółty		
	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015
Siew czysty	61,2	59,5	60,4	52,4	55,5	54,0	57,2	58,1	57,7	63,7	67,6	65,7
Mieszanke z udziałem łubinu (%)												
40	59,4	58,4	58,9	53,3	54,1	53,7	52,0	58,1	55,1			
60	61,4	59,4	60,4	53,8	59,7	56,8	56,1	59,7	57,9			
80	65,1	61,3	63,2	51,8	59,3	55,6	60,1	59,9	60,0			
średnio	62,0	59,7	60,8	53,0	57,7	55,3	56,1	59,2	57,7			

Źródło: opracowanie własne

Tabela 12
Liczba ziaren (szt.) w klasie pszenicy jarej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszczyto jare			Łubin żółty		
	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013
Siew czysty	25,2	18,6	21,9	34,1	18,0	26,1	32,8	19,0	26,1	37,7	20,3	29,0
Mieszanki z udziałem łubinu (%)												
40	24,2	19,4	21,8	33,6	19,2	26,4	35,0	20,2	27,6			
60	25,6	18,6	22,1	34,9	19,7	27,3	34,0	20,0	27,0			
80	27,8	19,3	23,5	32,3	19,5	25,9	35,3	20,2	27,8			
średnio	25,9	18,4	22,5	33,6	19,5	26,5	34,8	20,1	27,5			

Źródło: opracowanie własne

Tabela 13
Liczba ziaren (szt.) w klasie pszenicy ozimej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszczyto jare			Łubin żółty		
	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015
Siew czysty	37,8	48,8	43,3	33,8	41,1	37,5	35,7	45,4	40,6	37,5	48,3	2,9
Mieszanki z udziałem łubinu (%)												
40	36,0	47,9	41,9	34,4	40,7	37,5	34,7	44,7	39,7			
60	37,2	47,9	42,6	34,7	44,6	39,6	34,0	45,2	39,6			
80	38,3	49,4	43,9	33,4	44,9	39,2	36,2	46,1	41,1			
średnio	37,2	48,4	42,8	34,2	43,4	38,8	35,0	45,3	40,2			

Źródło: opracowanie własne

Tabela 14

Liczba pedów (szt.) z rośliny pszenicy jarej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary		Pszenica jara			Pszenżyto jare		Łubin żółty		
	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	Średnia z lat 2012-2013	2012	2013	2012	Średnia z lat 2012-2013
Siew czysty	1,00	1,27	1,14	1,10	1,22	1,16	1,00	1,20	1,10	1,20
Mieszaniki z udziałem łubinu (%)										
40	1,11	1,27	1,19	1,15	1,20	1,18	1,10	1,23	1,17	
60	1,15	1,29	1,22	1,15	1,20	1,18	1,10	1,20	1,15	
80	1,05	1,28	1,17	1,15	1,23	1,19	1,10	1,23	1,17	-
średnio	1,14	1,28	1,19	1,15	1,22	1,18	1,10	1,22	1,16	

Źródło: opracowanie własne

Tabela 15

Liczba pedów (szt.) z rośliny pszenicy ozimej w zależności od przedplonu

Obiekty	Jęczmień jary		Pszenica jara			Pszenżyto jare		Łubin żółty		
	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	Średnia z lat 2014-2015	2014	2015	2014	Średnia z lat 2014-2015
Siew czysty	1,62	1,22	1,42	1,55	1,35	1,45	1,60	1,28	1,70	1,55
Mieszaniki z udziałem łubinu (%)										
40	1,65	1,22	1,44	1,55	1,33	1,44	1,50	1,30	1,40	
60	1,65	1,24	1,45	1,55	1,34	1,45	1,65	1,32	1,49	
80	1,70	1,24	1,47	1,55	1,32	1,44	1,65	1,30	1,48	-
średnio	1,66	1,23	1,45	1,55	1,33	1,44	1,60	1,31	1,46	

Źródło: opracowanie własne

Ocena ekonomiczna

Wartość produkcji

Poziom opłacalności uprawy rodzimych roślin strączkowych uzależniony jest od wielu czynników, a najważniejszym z nich jest wartość produkcji, obliczona jako iloczyn rynkowej ceny i uzyskanych plonów, a także relacji uzyskanej wartości produkcji do poniesionych kosztów produkcji (20, 23, 35).

Na podstawie wielkości uzyskanego plonu oraz średniej ceny skupu ziarna pszenicy w badanym okresie ustalono wartość produkcji z 1 ha uprawy pszenicy w zależności od przedplonu (tab. 16 i 17). Z uwagi na fakt, że słoma nie była przedmiotem obrotu rynkowego, zgodnie z metodyką UE nie uwzględniono jej w wartości produkcji. Porównawcza analiza ekonomiczna produkcji pszenicy wykazała, że wyższą wartość produkcji zapewniła uprawa pszenicy ozimej i była ponad trzykrotnie wyższa, niezależnie od przedplonu, od wartości produkcji uzyskanej z uprawy pszenicy jarej. Najwyższą wartość produkcji zapewniła uprawa pszenicy, zarówno ozimej jak i jarej, po łubinie w siewie czystym. Wartość tego wskaźnika była wyższa odpowiednio o 22, 16 i 12% w stosunku do uprawy po pszenżycie, pszenicy i jęczmieniu dla uprawy pszenicy jarej oraz o 13, 18 i 18%. Wysoką wartość produkcji zapewniła również uprawa po mieszankach łubinu żółtego z udziałem jęczmienia. Biorąc pod uwagę udział nasion rośliny strączkowej w masie wysiewanych nasion, najwyższy poziom wartości produkcji pszenicy jarej, określonej na podstawie poziomu plonu i ceny uzyskanej ze sprzedaży nasion, zapewniła uprawa pszenicy po mieszance łubinu żółtego z jęczmieniem przy 60% udziale gatunku rośliny strączkowej oraz mieszanki z pszenicą przy 80% udziale łubinu żółtego (tab. 16 i 17), zaś w przypadku pszenicy ozimej po mieszance jęczmienia i pszenżyta z 80% udziałem łubinu. Najniższą wartość produkcji spośród ocenianych przedplonów uzyskano z pszenicy jarej uprawianej po pszenżycie w siewie czystym. Różnica pomiędzy średnią wartością produkcji uzyskaną z uprawy pszenicy po pszenżycie w mieszankach a pszenżycie w siewie czystym wynosiła 6%.

Koszty bezpośrednie

O opłacalności produkcji zbóż, obok wielkości uzyskanych plonów, decydują ceny skupu ziarna oraz poziom intensywności technologii produkcji (34), którego miarą są koszty bezpośrednie, odzwierciedlające w ujęciu wartościowym zużycie i koszty środków produkcji, takich jak: nasiona, nawozy mineralne, środki ochrony roślin (28). Na efektywność produkcji można wpływać poprzez czynniki decydujące o wartości produkcji (wielkość i jakość plonu), a także przez kształtowanie poziomu i struktury kosztów odzwierciedlających poziom ponoszonych nakładów i cen (28). Poziom kosztów bezpośrednich ponoszonych na uprawę pszenicy jarej i ozimej był zróżnicowany. Nieco większe koszty bezpośrednie generowała uprawa pszenicy ozimej. Ich poziom wynikał z wyższej ceny materiału siewnego oraz

większej normy wysiewu nasion (ponad 2%). W strukturze kosztów bezpośrednich największy udział zarówno dla pszenicy ozimej jak jarej, stanowiły koszty zabiegów agrotechnicznych (ok. 41%). Znaczący udział miały również koszty nawożenia: 34,5% dla uprawy pszenicy jarej oraz 29% dla pszenicy ozimej. Badania innych autorów (4, 25) dowiodły, że poziom nawożenia azotem jest jednym z podstawowych czynników determinujących plonowanie pszenicy, decydującym nawet w 50% o plonie ziarna. Koszty materiału siewnego dla obu form pszenicy jarej i ozimej wynosiły odpowiednio: 17,2 i 21,5% (tab. 18).

Do czynników determinujących efektywność danej technologii produkcji roślinnej należą koszty ochrony roślin, której podstawowym zadaniem jest utrzymanie optymalnych warunków dla plonowania gatunku, aby możliwe było wykorzystanie jego potencjału biologicznego oraz warunków środowiskowych i agrotechnicznych (21). W badaniach własnych koszty ochrony chemicznej zastosowanej w uprawie pszenicy jarej i ozimej stanowiły odpowiednio 7,3 i 8,0% w strukturze kosztów bezpośrednich. Natomiast udział kosztów bezpośrednich produkcji pszenicy jarej i ozimej stanowił 87% w strukturze kosztów ogółem.

Nadwyżka bezpośrednia

Wyższy poziom nadwyżki bezpośredniej, określającej poziom pokrycia kosztów bezpośrednich wartością produkcji, zapewniła uprawa pszenicy ozimej niż jarej. Poziom tego wskaźnika uzależniony był od przedplonu, po którym uprawiana była pszenica. Najkorzystniejszy poziom nadwyżki bezpośredniej zapewniła uprawa pszenicy, zarówno formy jarej, jak i ozimej po łubinie żółtym (odpowiednio: 1201 i 6735 zł); (tab. 16 i 17).

Uzupełnieniem rachunku nadwyżki bezpośredniej są wskaźniki sprawności ekonomicznej, wskazujące na relacje pomiędzy badanymi zmiennymi. Jeden ze wskaźników określa wysokość kosztów bezpośrednich ponoszonych na wyprodukowanie 1 kg ziarna pszenicy. Poziom tego wskaźnika świadczy o wyraźnej przewadze uprawy pszenicy po łubinie żółtym, niż po innych uwzględnionych w badaniach przedplonach. Koszt produkcji 1 kg ziarna pszenicy ozimej uprawianej po łubinie był o 12% niższy niż po pszenżycie w siewie czystym, oraz o 17% niższy niż po pszenicy i jęczmieniu (tab. 17). Jednostkowy bezpośredni koszt produkcji pszenicy jarej uprawianej po jęczmieniu, pszenicy i pszenżycie był zbliżony i wynosił około 0,41 zł·kg⁻¹.

Oplacalność produkcji

Porównanie kosztów i wartości produkcji w kalkulacji uprawy pszenicy wykazało, że wartość ziarna obu form pszenicy po przedplonach objętych analizą pokrywała koszty bezpośrednie. Obrazuje to wskaźnik opłacalności, którego wartość kształtowała się powyżej 1,0 (tab. 16 i 17). Ponieważ uprawa pszenicy jarej przy uzyskanym poziomie plonów umożliwiła pokrycie poniesionych kosztów, tym samym uprawę na tym poziomie rachunku kosztów można uznać za opłacalną.

Tabela 16

Wartość produkcji, nadwyżka bezpośrednia i inne wskaźniki ekonomiczne
uzyskane z produkcji pszenicy jarej w zależności od przedplonu (średnio z lat 2012-2013)

Wyszczególnienie	Przedplon													
	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszenżyto jare							
	Udział łubinu w mieszance (%)													
	40	60	80	40	60	80	40	60	80					
Wartość produkcji (zł·ha ⁻¹)	2309	2319	2258	2094	2220	2315	2271	2159	2251					
Średnio dla gatunku zboża	2295			2210			2227							
Nadwyżka bezpośrednia (zł·ha ⁻¹)	973,9	983,9	922,9	758,9	884,9	979,9	935,9	823,9	915,9					
Średnio dla gatunku zboża	960,2			874,6			891,9							
Jednostkowy bezpośredni koszt produkcji ogółem (zł·kg ⁻¹)	039	039	0,40	0,43	041	0,39	0,40	0,42	0,40					
Średnio dla gatunku zboża	039			0,41			041							
Wskaźnik opłacalności bezpośredniej (%)	1,73	1,74	1,69	157	1,66	1,73	1,70	1,62	1,69					
Średnio dla gatunku zboża	1,72			1,65			1,67							

Źródło: opracowanie własne

Tabela 17
Wartość produkcji, nadwyżka bezpośrednia i inne wskaźniki ekonomiczne uzyskane z produkcji pszenicy ozimej w zależności od przedplonu

Wyszczególnienie	Przedplon												
	Jęczmień jary			Pszenica jara			Pszenżyto jare						
	Udział lubinu w mieszance (%)												
	40	60	80	40	60	80	40	60	80				
	6041	6435	6731	5790	6263	6443	6131	6435	6619				
Średnio dla gatunku zboża	6403			6165			6395						
Nadwyżka bezpośrednia (zł·ha ⁻¹)	4679	5073	5369	4428	4901	5081	4769	5073	5257				
Średnio dla gatunku zboża	5040			4803			50335498						
Jednostkowy bezpośredni koszt produkcji ogółem (zł·kg ⁻¹)	0,17	0,16	0,15	0,18	0,16	0,16	0,17	0,16	0,15				
Średnio dla gatunku zboża	0,16			0,17			0,16						
Wskaźnik opłacalności bezpośredniej (%)	4,44	4,72	4,94	4,25	4,60	4,73	4,50	4,72	4,86				
Średnio dla gatunku zboża	4,70			4,53			4,69						
											5,04		
											5,26		
											5,94		

Źródło: opracowanie własne

Tabela 18

Koszty bezpośrednie produkcji pszenicy jarej i ozimej w zależności od przedplonu
(średnio z lat 2012-2013 i 2014-2015)

Wyszczególnienie	Pszenica	
	jara	ozima
Koszty bezpośrednie (zł·ha ⁻¹), w tym:	1335,1	1362,4
materiał siewny	388,7	499,2
nawozy mineralne	781,1	678,2
środki ochrony roślin	165,3	185,0
Struktura kosztów bezpośrednich (%):		
materiał siewny	29,1	36,4
nawozy mineralne	58,6	49,8
środki ochrony roślin	12,3	13,8

Źródło: opracowanie własne

Podsumowanie

Najkorzystniej na plonowanie pszenicy jarej i ozimej wpływała uprawa po łubinie żółtym w czystym siewie i mieszankach ze zbożami z 80% udziałem rośliny strączkowej. Różnica w poziomie plonowania pszenicy ozimej i jarej uprawianej po łubinie żółtym w porównaniu do uprawianej po roślinach zbożowych wynosiła około 16%, natomiast pszenicy jarej i ozimej w porównaniu do uprawianych po mieszankach wynosiła odpowiednio około 3 i 10%. Pszenicę uprawianą po łubinie żółtym i jego mieszankach ze zbożami charakteryzowała większa masa tysiąca ziaren, masa ziarna i liczba ziaren na roślinie oraz liczba ziaren w kłosie. Najwyższą wartość produkcji zapewniła uprawa pszenicy po łubinie w siewie czystym. Wartość tego wskaźnika była wyższa odpowiednio o 22, 16 i 12% w stosunku do uprawy po pszenicy, pszenicy i jęczmieniu dla uprawy pszenicy jarej oraz o 13, 18 i 18%. Najkorzystniejszy poziom nadwyżki bezpośredniej zapewniła uprawa pszenicy, zarówno formy jarej, jak i ozimej po łubinie żółtym. Wyższy poziom nadwyżki bezpośredniej zapewniła uprawa pszenicy ozimej. Natomiast uprawa pszenicy jarej po wszystkich przedplonach wygenerowała ujemny wynik nadwyżki bezpośredniej. Poziom tego wskaźnika uzależniony był od przedplonu, po którym uprawiana była pszenica.

Analiza ekonomiczna produkcji ziarna pszenicy wykazała, że wartość produkcji obu form pszenicy po przedplonach objętych analizą, pokrywała koszty bezpośrednie. Obrazuje to wskaźnik opłacalności, którego wartość kształtowała się powyżej 1,0.

Literatura

1. Armstrong E.L., Heenan D.P., Pate J.S., Unkovich M.J.: Nitrogen benefits of lupins, field pea and chickpea to wheat production in south-eastern Australia. *Aust. J. Agric. Res.*, 1997, **48**: 39-47.
2. Babajewa K.M.: Wpływ mieszanek motylkowato-trawiastych i nawożenia mineralnego na dynamikę przemian przyswajalnych form azotu w glebie w warunkach jej pustoszczenia. *Water Environ. Rural Areas*, 2010, 10, **4(32)**: 7-14.

3. Badaruddin M., Meyer D., Grain legume effects on soil nitrogen, grain yield and nitrogen nutrition of wheat. *Crop Sci.*, 1994, **34**: 1304-1309.
4. Bednarek W., Tkaczyk S., Dresler S.: Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od niektórych właściwości gleby i zabiegów agrotechnicznych. *Acta Agroph.*, 2009, **14(2)**: 263-273.
5. Bleharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I.: Reakcja żyta ozimego na przedplon i nawożenie w wieloletnim doświadczeniu statycznym. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.*, 1997, **64**: 209-213.
6. Bleharczyk A., Śpitalniak J., Małecka I.: Wpływ doboru przedplonów oraz systemów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2006, **2(90)**: 273-286.
7. Budzyński W., Dubis B.: Plonowanie pszenżyta ozimego jako kryterium rolniczej oceny wartości przedplonowej różnych form łubinu żółtego. *Zesz. Nauk. AR Szczec.*, 1997, **175**: 49-54.
8. Buraczyńska D., Ceglarek F.: Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 2008, **7(1)**: 27-37.
9. Büyükburç U., Karadağ Y.: The Amount of N03³⁻-N Transferred to Soil by Legumes, Forage and Seed Yield, and the Forage Quality of Annual Legume + Triticale Mixtures. *Turk. J. Agric. For.*, 2002, **26(5)**: 281-288.
10. Chrzanowska-Drożdż B.: Wpływ następczy bobiku i owsa na plonowanie pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.*, 1996, **60(303)**: 165-171.
11. Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M.: Wpływ jakości przedplonu i nawożenia mineralnego na plonowanie żyta. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.*, 1995, **53(262)**: 101-108.
12. Corre-Hellou G., Dibet A., Hauggaard-Nielsen H., Crozat Y., Gooding M., Ambus Per Dahlmann C., von Fragstein P., Pristeri A., Monti M., Jensen E.S.: The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Field Crop Res.* 2011, **122(3)**: 264-272.
13. Dubis B., Budzyński W.: Wartość przedplonowa różnych typów łubinu żółtego dla zbóż ozimych. *Rocz. Nauk Rol.*, 1998, ser. A, **113(3-4)**: 145-154.
14. Goraj L., Mańko S.: Rachunkowość i analiza ekonomiczna w indywidualnym gospodarstwie rolnym. Difin, Warszawa, 2009, **75**: 162-169.
15. Gugała M., Zarzecka K., Kapela K., Krasnodębska E., Sikorska A.: Aspekty ekonomiczne uprawy pszenicy ozimej w gospodarstwach indywidualnych. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2015, **17(6)**: 100-103.
16. Harasim A.: Możliwość kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie i efektywność produkcji pszenicy ozimej. I. Plon ziarna i jego związki z niektórymi czynnikami. *Pam. Puł.*, 1997, **109**: 19-34.
17. Harasim A.: Efektywność ekonomiczna wybranych elementów agrotechniki pszenicy ozimej w różnych stanowiskach. *Acta Acad. Agricul. Tech. Olst.*, 1998, **66**: 67-71.
18. Harasim A.: Efektywność produkcji pszenicy ozimej w różnych stanowiskach zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 159-165.
19. Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.S.: The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutr. Cycl. Agroec.*, 2003, **65**: 289-300.
20. Hauggaard-Nielsen H., Jørnsgaard B., Kinane J., Jensen E.S.: Grain legume-cereal intercropping: the practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renew Agr. Food Syst.*, 2008, **23**: 3-12.
21. Jaczewska-Kalička A., Krasiński T.: Powiązania cen zbytu ziarna z kosztami ochrony zbóż w Polsce uwzględniające wymagania fitosanitarne Unii Europejskiej. *Zesz. Nauk. SGGW, Probl. Rol. Świat.*, 2010, **10(2)**: 32-40.
22. Jasińska Z., Nowak W., Grządkowska A.: Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na cechy struktury plonu i plon pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.*, 1997, **70(316)**: 189-198.
23. Jerzak M.A.: Uwarunkowania rozwoju produkcji i rynku rodzimych roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce. [W:] Wybrane zagadnienia uprawy roślin strączkowych. FAPA, Warszawa, 2015: 44-54.

24. Jóźwiak W., Gomułka J.: Substytucja środków produkcji a zmiany materiałochłonności polskiego rolnictwa w latach 1998–2003. *Zag. Ekon. Rol.*, 2005, **3**: 3-13.
25. Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kulig B.: Plonowanie pszenicy jarej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem oraz stosowania mikrobiologicznych preparatów poprawiających właściwości gleby. *Fragm. Agron.*, 2012, **29(1)**: 60-69.
26. Kozak M., Kotecki A.: Następny wpływ odmian grochu siewnego na rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. Cz. III. Rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. UP Wroc.*, *Rol.*, 2006, **89(546)**: 159-175.
27. Krasowicz S., Nowacki W.: Wpływ intensywności produkcji na efektywność technologii produkcji roślinnej. *Pam. Puł.*, 2005, **140**: 87-102.
28. Krasowicz S.: Rola oceny ekonomicznej w badaniach rolniczych. *J. Agribus. Rur. Dev.*, 2009, **2(12)**: 93-99.
29. Lemańczyk G.: Wpływ zróżnicowanych przedplonów na zdrowotność podstawy żdźbła pszenicy ozimej uprawianej na glebie dobrego kompleksu psennego. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 2002, **1(1)**: 111-119.
30. Lithourgdis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhima K.V., Dordas C.A., Yiakoulaki M.D.: Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Res.* 2006, **99**: 106-113.
31. Majchrzycki D., Pepliński B., Baum R.: Opłacalność uprawy roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka paszowego. *Rocz. AR Poznań. Ekon.*, 2002, **343(1)**: 129-136.
32. Martin, M.P.L.D., Snaydon R.W.: Root and shoot interactions between barley and beans when intercropped. *J. Appl. Ecol.*, 1982, **19**: 263-272.
33. Mazurek J., Kuś J.: Porównanie wymagań przedplonowych pszenżyta z innymi gatunkami zbóż. *Biul. IHAR*, 1992, **181/182**: 93-105.
34. Nieróbca P., Grabiński J., Szeleźniak E.: Wpływ intensywności technologii uprawy zbóż w płodozmianie zbożowym na efektywność produkcyjną i ekonomiczną. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 2008, **7(3)**: 73-80.
35. Nowak A., Haliniarz M., Kwiatkowski C.: Aspekty ekonomiczne wybranych technologii produkcji pszenicy jarej. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2014, **16(2)**: 200-205.
36. Piekarczyk M.: Wartość przedplonowa łubinu wąskolistnego i jęczmienia jarego dla pszenicy ozimej w zależności od sposobu odchwaszczania ładu. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 2007, **6(3)**: 50-67.
37. Piekarczyk M.: Effect of forecrops and nitrogen fertilization on the yield and grain technological quality of winter wheat grown on light soil. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 2010, **9(2)**: 25-33.
38. Pisarek M., Rozbicki J., Samborski S., Wawryło B., Golba J.: Wpływ siedmiu wybranych czynników agrotechnicznych na produktywność pszenicy ozimej w warunkach dużego udziału zbóż w zmianowaniu. Cz. I. Plon biomasy nadziemnej, odżywienie roślin azotem oraz porażenie zgorzelą podstawy żdźbła. *Fragm. Agron.*, 2013, **30(1)**: 99-112.
39. Pozdisek J., Henriksen B., Ponizil A., Løes A. K.: Utilizing legume-cereal intercropping for increasing self-sufficiency of organic farms in feed for monogastric animals. *Agron. Res.*, 2011, **9(1-2)**: 343-356.
40. Praca zbiorowa pod red. A. Koteckiego: Współrzędna uprawa bobiku i łubinu żółtego z pszenżytem jarym. UP Wrocław, 2014, ss. 104.
41. Rudnicki F., Kotwica K.: Wartość przedplonowa pszenżyta jarego, łubinu żółtego i ich mieszanek dla pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1994, **2(42)**: 19-24.
42. Rudnicki F.: Mieszanek zbożowe i zbożowo-strączkowe [W:] *Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych*. Wyd. Wiesz Jutra, Warszawa, 2005: 197-214.
43. Rudnicki F., Wasilewski P.: Znaczenie mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych w ograniczaniu ujemnych skutków dużego udziału zbóż w zmianowaniu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2000, **470**: 127-135.
44. Smagacz J.: Plonowanie i porażenie przez choroby podstawy żdźbła pszenżyta i innych zbóż ozimych w zależności od przedplonu. *Zesz. Nauk. AR Szczec.*, 1997, **175**: 405-411.
45. Smagacz J.: Plonowanie i porażenie przez patogeny podstawy żdźbła pszenicy ozimej w różnych zmianowaniach. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 397-404.

-
46. Sobkowicz P., Podgórska-Lesiak M.: Zmiany w zachwaszczeniu zasiewów czystych i mieszanych dwóch odmian grochu z jęczmieniem pod wpływem nawożenia azotowego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2007, **47(3)**: 271-275.
 47. Staniak M., Bojarszczuk J., Księżak J.: The assessment of weed infestation of oats-pea mixtures grown in organic farm. *J. Res. Applic. Agric. Eng.*, 2014, **59(4)**: 83-88.
 48. Suwara I., Gawrońska-Kulesza A.: Rola przedplonu w ograniczeniu nawożenia azotem pod pszenicę ozimą. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1997, **439**: 211-214.
 49. Tofinga M. P., Snaydon R. W.: The root activity of cereals and peas when grown in pure stands and mixtures. *Plant Soil*, 1992, **142(2)**: 281-285.
 50. Weber R., Hryńczuk B., Kita W.: Wpływ przedplonu i uprawy roli na porażenie kilku odmian pszenicy ozimej przez grzyby wywołujące choroby podstawy źdźbła. *Pam. Puł.*, 2005, **139**: 299-310.
-

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Jerzy Księżak, dr Jolanta Bojarszczuk
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 4786 796
e-mail: jerzy.ksiezak@iung.pulawy.pl
jolanta.bojarszczuk@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Jolanta Bojarszczuk	0000-00003-2065-344X
Jerzy Księżak	0000-0002-1991-1141

Adam Węgrzyn, Stanisław Parafiniuk

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

POSTĘP TECHNICZNY W ZAKRESIE APLIKACJI PESTYCYDÓW*

Słowa kluczowe: ochrona roślin, aplikacja pestycydów, budowa opryskiwaczy, postęp techniczny, rolnictwo precyzyjne

Wstęp

Obecny poziom produkcji roślinnej jest w coraz większym stopniu uwarunkowany skutecznością zabiegów chemicznej ochrony roślin. Zastosowanie pestycydów budzi jednak ciągle niespełnione oczekiwania co do poziomu ich wpływu na wzrost wydajności oraz bezpieczeństwo produkcji rolniczej. W tym zakresie przyjęto pewien kompromis pomiędzy zapewnieniem niezbędnej skali produkcji rolniczej, a jakością pozyskiwanych surowców oraz zagrożeniami dla środowiska przyrodniczego związanymi z obecnością w pestycydach aktywnych związków chemicznych. Praktycznym tego przykładem jest systematyczne wdrażanie modelu rolnictwa precyzyjnego, w którym szczególnego znaczenia nabierają zabiegi precyzyjnego aplikowania nawozów mineralnych oraz środków ochrony roślin (9, 22, 44, 50). Ma to na celu nie tylko uzyskanie w danych warunkach możliwie optymalnych plonów, ale również racjonalne oraz bezpieczne dla ludzi i środowiska stosowanie środków plonotwórczych.

Aplikacja pestycydów jest realizowana głównie za pomocą opryskiwaczy, które różnią się ogólną budową, sposobem napędu, zasadą działania oraz przeznaczeniem. W zależności od panujących warunków agrotechnicznych i meteorologicznych, umożliwiają one mniej lub bardziej bezpieczne, wydajne oraz efektywne przeprowadzenie tego zabiegu. Postęp w zakresie budowy i działania opryskiwaczy dotyczy przede wszystkim zwiększania jakości oraz wydajności ich pracy, co ma głównie na celu zapewnienie możliwości skutecznego wykonywania oprysków w jak najkrótszym czasie. Poszukuje się rozwiązań pozwalających na aplikację coraz mniejszych dawek cieczy roboczej i środków ochrony roślin, przy jak największych prędkościach roboczych opryskiwaczy. Zastosowanie opryskiwaczy

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

o niskich wydatkach pozwala bowiem na zmniejszenie zużycia cieczy roboczej, co znacznie poprawia bezpieczeństwo operatora i ogranicza ryzyko skażenia środowiska przyrodniczego.

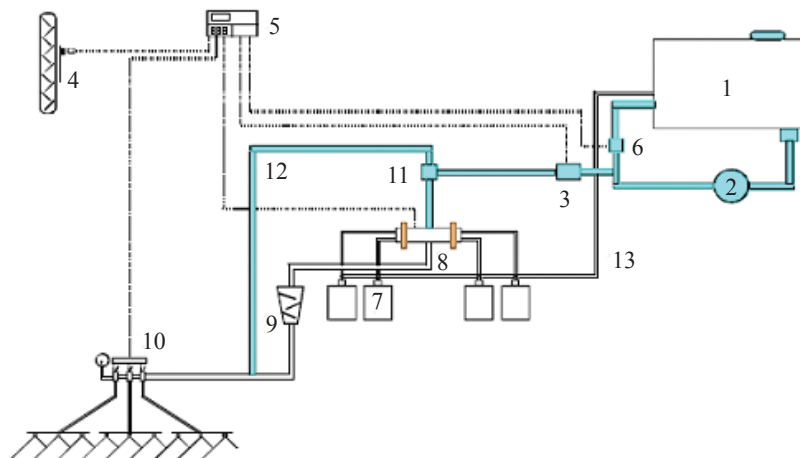
Rośnie również skuteczność działania opryskiwaczy, przede wszystkim w wyniku wdrażania nowych rozwiązań technicznych poprawiających równomierność rozkładu cieczy roboczej, która podlega obecnie kontroli podczas obowiązkowych badań okresowych opryskiwaczy (15, 20, 35, 36, 47). Doskonalone są również rozwiązania umożliwiające prowadzenie zabiegów w niekorzystnych warunkach agrotechnicznych oraz usprawniające czynności związane z obsługą opryskiwaczy i ochroną operatorów przed kontaktem z pestycydami. Jednak szczególną uwagę zwracają zmiany zachodzące w technikach zmniejszania ryzyka skażenia środowiska pestycydami w wyniku redukcji dawek cieczy roboczej i ograniczania niekontrolowanego znoszenia kropel cieczy, a także postęp w zakresie zmiennej aplikacji środków ochrony w zależności od potrzeb oraz warunków panujących podczas zabiegu.

Nowe techniki przygotowania cieczy roboczej

Zalecane do pracy z pestycydami kombinezony, rękawice i maski ochronne budzą najczęściej niechęć ze strony osób, które obowiązane są do ich zakładania. W związku z tym, próbuje się różnymi sposobami całkowicie wyeliminować lub ograniczyć możliwość kontaktu ludzi ze środkami ochrony roślin podczas przygotowywania cieczy roboczej. Prowadzone w tym zakresie prace doprowadziły do opracowania zamkniętych układów mieszania cieczy w opryskiwaczach, które eliminują konieczność ręcznego przelewania i mieszania środków ochrony roślin. Taka technika przygotowania cieczy roboczej nazywana jest iniekcją (43) i polega na zapewnieniu oddzielnego, niezależnego obiegu wody i środka ochrony. Do głównego zbiornika opryskiwacza nalewana jest czysta woda, a środki ochrony roślin znajdują się w oddzielnych pojemnikach (37). Dopiero bezpośrednio przed rozpoczęciem oprysku, pestycydy są pobierane przez specjalną pompę dozującą i podawane do komory, w której następuje ich mieszanie z wodą tłoczoną ze zbiornika głównego opryskiwacza.

Do sterowania takim układem wykorzystywany jest komputer, którego zadaniem jest analiza danych z przepływomierza oraz czujników prędkości jazdy zamontowanych na kołach ciągnika. Po ich przetworzeniu przesyłana jest odpowiednia informacja (sygnał) do układu sterującego pracą pomp dozujących i zaworu regulacyjnego, co zapewnia uzyskanie odpowiedniej dawki preparatu i cieczy roboczej. Wyniki badań systemu iniekcyjnego (33) o nazwie Agro Inject (wyposażonego w proporcjonalną pompę z czterema tłoczkami dozującymi pestycydy pracującą za pompą główną opryskiwacza (rys. 1) i systemu o nazwie CCI – 2000, w którym zastosowano dwurolkową pompę perystaltyczną umieszczoną przed pompą główną) wykazały, że układ wyposażony w pompę proporcjonalną jest rozwiązaniem bardziej perspektywicznym. Na podstawie analizy uzyskanych danych stwierdzono ponadto, że: badane układy wymagają jeszcze sprawniejszej pracy pomp mieszających, obieg cieczy w opryskiwaczach powinien

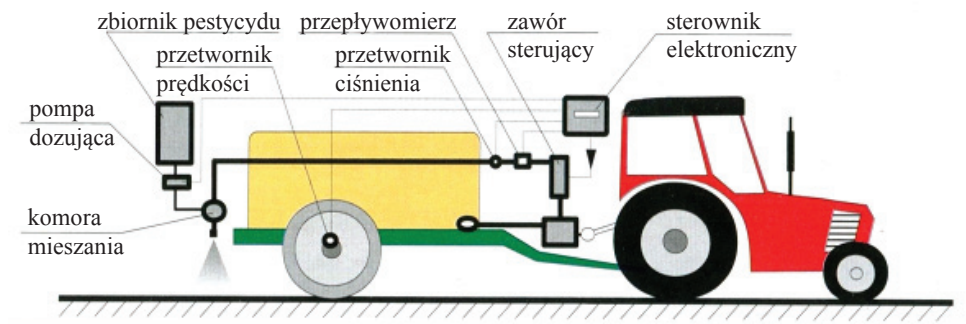
zapewniać szybszą stabilizację stężenia preparatu (homogenizacji) w roztworze cieczy roboczej, a wdrożenie tych układów do praktyki wymaga zastosowania nowej generacji pestycydów o właściwościach dostosowanych do panujących w nich warunków przygotowywania cieczy roboczej.



Rysunek 1. Schemat działania układu dozowania pestycydów umieszczonego za pompą główną opryskiwacza (Agro Inject): 1 – zbiornik wody, 2 – pompa opryskiwacza, 3 – przepływomierz, 4 – czujnik prędkości, 5 – komputer, 6 – zawór sterujący, 7 – zbiorniki pestycydów, 8 – pompa dozująca, 9 – urządzenie miksujące, 10 – sterownik, 11, 12 – elementy obejścia, 13 – przewody mycia układu

Źródło: Mostade i in., 2002 (33)

Konieczność stosowania w jednym gospodarstwie wielu różnych środków ochrony roślin zmusza do częstego płukania opryskiwacza. Dotyczy to zwłaszcza gospodarstw uprawiających wiele gatunków roślin, z których każdy wymaga innego programu ochrony. W takich warunkach praktycznym rozwiązaniem jest możliwość przystosowywania ciśnieniowego opryskiwacza konwencjonalnego do nowego sposobu przygotowania cieczy roboczej. Polega więc ono na tym, aby bez większych zmian można było zastosować w nim iniekcyjny układ przygotowania cieczy roboczej. Najczęściej związane jest to z tym, że na opryskiwaczu montuje się dodatkowe elementy niezbędne do pracy takiego układu, w tym przede wszystkim pompy dozujące i pojemniki ze środkami ochrony roślin (rys. 2).



Rysunek 2. Schemat opryskiwacza z iniekcyjnym układem mieszania cieczy roboczej

Źródło: Hołownicki, 2006 (23)

Takie modułowe układy iniekcyjne są najczęściej skomputeryzowane i przystosowane do operowania kilkoma preparatami. Mieszanie cieczy roboczej następuje w specjalnej komorze zlokalizowanej w sąsiedztwie belki polowej (23). Czysta woda jest podawana pod stałym ciśnieniem, a płynny pestycyd jest wtryskiwany w dawce ustalonej przez sterownik. Takie rozwiązanie pozwala w pełni wykorzystać środek ochrony, ponieważ można w dowolnym momencie przerwać zabieg, nie powodując problemów z zagospodarowaniem nadmiaru cieczy użytkowej. W zbiorniku głównym jest zawsze tylko czysta woda, a płukaniu podlega tylko ta część instalacji, która ma kontakt z pestycydami. Możliwe jest także wykonywanie zabiegów z użyciem dwóch różnych środków ochrony roślin.

Postęp w technice rozpylania cieczy roboczej

Jakość rozpylenia decyduje o efektywności stosowania pestycydów, czyli również o jego skuteczności biologicznej oraz stopniu skażenia środowiska. Skuteczność biologiczna środka ochrony zależy natomiast od jakości opryskiwania roślin (pokrycia substancją czynną), którą określa się (17) liczbą i masą kropli przypadającą na 1 cm² oraz stopniem pokrycia powierzchni wyrażonym w procentach. Teoretycznie, gdy zmniejszy się średnicę kropeł o połowę to z danej objętości cieczy otrzymujemy osiem razy więcej kropeł, które pokrywają dwa razy większą powierzchnię. Na pokrycie określonej powierzchni roślin zużywane jest więc o połowę mniej cieczy niż ma to miejsce wówczas, gdy średnica aplikowanych kropeł jest dwukrotnie większa. Szewczyk i in. (39) wykazali, że dla określonej objętości cieczy, im drobniejsze krople uzyskuje się w procesie jej rozpylenia, tym wyższy stopień pokrycia towarzyszy naniesieniu cieczy na obiekt. Jednak drobne krople są bardziej podatne na znoszenie i łatwo przemieszczane przez wiatr lub turbulencje powietrza, które powstają za poruszającym się opryskiwaczem. Grubsze krople są oczywiście mniej podatne na znoszenie, ale nie umożliwiają pokrycia tak samo dużych powierzchni roślin. Ponadto ekstremalnie grube krople mogą ociekać z roślin, co jest tym bardziej niekorzystne, że tracąc część dawki cieczy równocześnie niepotrzebnie wprowadzamy zawartą w niej substancję czynną do środowiska.

Producenci pestycydów zamieszczają obecnie na etykietach między innymi informacje o zalecanej jakości rozpylenia, z jaką należy aplikować ciecz użytkową. W celu sprostania konkretnym zaleceniom oraz zapewnienia możliwości przekazania niezbędnej w tym zakresie informacji, opracowano różne metody określania kroplistości. Jednolitym, międzynarodowym punktem odniesienia, służącym obecnie do określania klas rozpylenia, który powinien być przestrzegany (5, 6) przy podawaniu na ten temat informacji przez producentów środków ochrony roślin, rozpylaczy i opryskiwaczy jest norma ANSI/ASAE S571.1 (1). Na jej podstawie wyszczególniono osiem klas wielkości kropel (tab. 1), dla których określono w mikrometrach zakresy średnicy mediany objętościowej (ang. *Volume Median Diameter*). Jest to taka średnica kropli w strumieniu kropel różnej wielkości, dla której sumaryczna objętość wszystkich kropel mniejszych jest równa sumarycznej objętości wszystkich kropel większych. Poszczególne klasy wielkości kropel są oznaczone symbolami literowymi, a dodatkowo jeszcze różnymi kolorami.

Wiedza z zakresu zalecanej dla danego rodzaju środka ochrony roślin jakości rozpylenia kropel pozwala na prawidłowy dobór typu rozpylacza (30), jego wydatku jednostkowego oraz wpływających na to parametrów pracy opryskiwacza. Najczęściej stosowane w praktyce ciśnieniowe rozpylacze płaskostrumieniowe są znormalizowane według normy ISO (27) pod względem wymiarów zewnętrznych, kolorystyki i wydatków jednostkowych (rys. 3). Producenci innych typów rozpylaczy w informacjach dotyczących ich wydatków jednostkowych zamieszczają również często dane na temat zakresu wielkości kropel, który jest uzyskiwany przy danym ciśnieniu roboczym. Jednak niezależnie od zakresu posiadanych informacji rozpylacze o mniejszym wydatku wytwarzają zawsze drobniejsze krople, a ich udział zmienia się zgodnie ze zmianami ciśnienia cieczy. Postępując zgodnie z obowiązującymi zasadami zrównoważonego stosowania pestycydów (16, 24, 34), rozpylacze należy w praktyce dobierać nie tylko pod kątem wymagań dotyczących zapewnienia skuteczności zabiegu, ale także z uwzględnieniem ryzyka znoszenia cieczy roboczej.

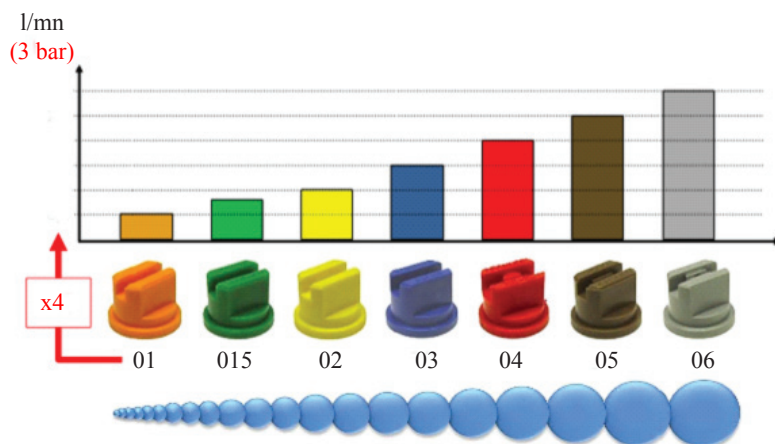
Tabela 1

Klasyfikacja wielkości kropel według średnicy mediany objętościowej

Klasa wielkości kropel	Oznaczenie	Średnica mediany objętościowej VMD (μm)*
Ekstremalnie drobne	XF	<60
Bardzo drobne	VF	60-143
Drobne	F	144-235
Średnie	M	236-340
Grube	C	341-403
Bardzo grube	VC	404-502
Ekstremalnie grube	XC	503-665
Skrajnie grube	UC	>665

* zakresy VMD dla klas oszacowane na podstawie wykresu z normy ASABE S572.1

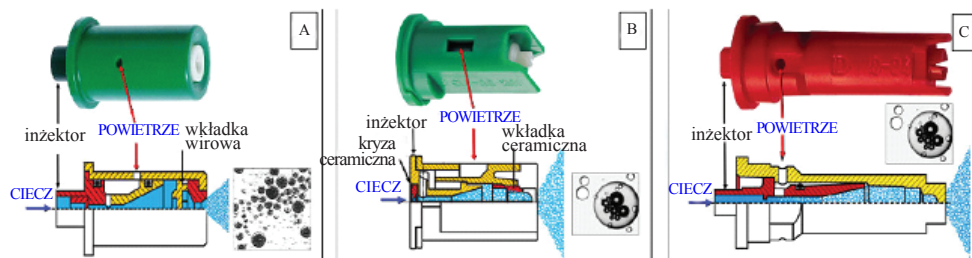
Źródło: Hołownicki i in., 2016 (25)



Rysunek 3. Ilustracja zależność wielkości kropli cieczy od wydatku rozpylaczy szczelinowych płaskostrumieniowych

Źródło: Doruchowski, 2015 (12)

Należy zatem racjonalnie wybierać pomiędzy uzyskiwanym spektrum drobnych i bardzo drobnych kropli o wysokiej skuteczności, a zakresem kropli grubych, które głębiej penetrują opryskiwaną powierzchnię oraz są mniej podatne na znoszenie (3, 4, 17). Stosowane obecnie różnej budowy rozpylacze eżektorowe (rys. 4) wytwarzają przede wszystkim grube i średnie krople, które – jeśli są dodatkowo wypełnione powietrzem – to przy kontakcie z opryskiwaną powierzchnią pękają na mniejsze. Jednak według literatury przedmiotu (18, 41), niewiele cieczy wykazuje zdolność wytwarzania pęcherzyków powietrza w kroplach. Dorr i in. (8) wykazali, że w wyniku tego zjawiska dawka masy różnych cieczy aplikowanych rozpylaczami eżektorowymi może być do 20% niższa od dawki objętościowej. Ilość i wielkość powstających w kroplach pęcherzyków jest więc różna, co wpływa na jakość rozpylania i prędkość kropli. Ponadto oprysk grubokroplisty daje z tej samej objętości cieczy wielokrotnie mniejszą liczbę kropli, co zmniejsza skuteczność zabiegu oraz zwiększa ryzyko ich ściekania z roślin, szczególnie podczas aplikacji większych dawek cieczy.

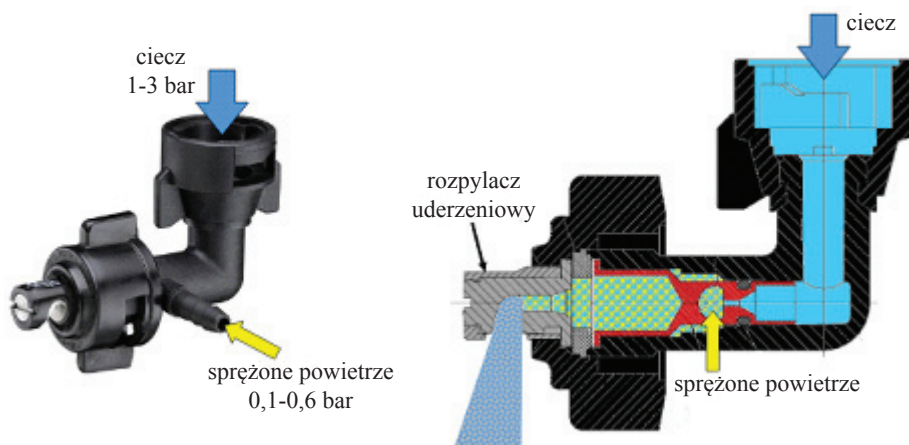


Rysunek 4. Rodzaje rozpylaczy eżektorowych:

a) wirowy, b) płaskostrumieniowy kompaktowy, c) płaskostrumieniowy tradycyjny

Źródło: Doruchowski, 2009 (10)

Znaczne możliwości w zakresie uzyskiwania optymalnej wielkości kropli, niezależnie od rodzaju oprysku oraz aktualnych warunków pogodowych, dają rozpylacze ciśnieniowo-pneumatyczne (rys. 5). Wewnątrz ich korpusu znajduje się komora mieszania z kryzą dozującą ciecz, odpowiednią rozmiarowo wkładką oraz rozpylacz uderzeniowy. Rozmiar rozpylacza oraz wkładki decyduje o wydatku rozpylacza i wielkości powstających kropli cieczy, które charakteryzują się dobrą penetracją roślin. Rozpylacze tego typu wymagają zastosowania dodatkowego układu dostarczającego pod odpowiednim ciśnieniem powietrze, który zbudowany jest ze sprężarki, zaworów, czujnika ciśnienia oraz panelu sterowania. Specjalna konstrukcja korpusu i rozpylacza uderzeniowego umożliwiają regulację wielkości kropli przez zmianę ciśnienia powietrza. Pozwala to na dostosowanie wielkości emitowanych kropli do prędkości wiatru bez potrzeby wymiany rozpylacza. Pomimo takich możliwości skala zastosowania tych rozpylaczy jest niewielka (23). Wynika to przede wszystkim z dość skomplikowanej konstrukcji i stosunkowo wysokiej ceny.



Rysunek 5. Rozpylacze ciśnieniowo-pneumatyczne wymagają stałego dopływu powietrza pod odpowiednim ciśnieniem

Źródło: Doruchowski, 2014 (11)

W praktyce stosowana jest również metoda rozpylania cieczy za pomocą strumienia powietrza o bardzo dużej prędkości. W celu osiągnięcia efektu rozpylenia wykorzystuje się odpowiednio profilowane kanały (dyfuzory), w których mocowany jest dozownik w postaci cienkiej płytki (restryktora) zasilanej cieczą roboczą pod małym ciśnieniem ($0,5 \div 1,2$ bar). W wyniku działania dużej energii kinetycznej przepływającego strumieniem powietrza (o prędkości wynoszącej około $80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, czyli ponad 2 razy większej niż w przypadku pomocniczego strumienia powietrza) na cienką powłokę cieczy gromadzącej się na dozowniku, następuje nie tylko jej rozpylenie, ale i równoczesne przemieszczenie na znaczne odległości. Wytwarzane przez rozpylacze pneumatyczne krople są jednak w większości drobne i podatne na znoszenie (23), a ich wielkość maleje ze wzrostem prędkości powietrza. Taka zależność pomiędzy prędkością powietrza i wielkością kropli nie daje niestety

możliwości niezależnej regulacji wydajności powietrza, co jest szczególnie ważne w ochronie sadów. Natomiast już od kilku dekad firma duńska wykorzystuje efektywnie technikę pneumatycznego rozpylania cieczy w opryskiwaczach polowych. Stosuje w nich rozpylacze o nazwie Eurofoil (46), które są montowane w dolnej części rury będącej dla nich belką nośną i równocześnie kanałem doprowadzającym powietrze. Z pracującej poziomo nad roślinami rury powietrze wypływa pionowo w dół przez rozpylacze (rys. 6), które mają kształt dyfuzorów z zamontowanymi wewnątrz płytkami dozującymi. Dopływająca do nich ciecz robocza zostaje rozpylona energią kinetyczną przepływającego przez nie powietrza. Ciecz rozpylana jest na drobne krople, które są наносzone na rośliny w wypływających w dół strumieniach powietrza. Zapewnia to możliwość prowadzenia oprysków dawkami wynoszącymi tylko 30÷80 l·ha⁻¹, ale zapewniającymi skuteczność osiąganą przy dawkach standardowych.



Rysunek 6. Rozpylacze pneumatyczne Eurofoil zbudowane są z dyfuzora i płytkowego dozownika
Źródło: <https://www.farmer.pl>, 2019 (26)

Znaczący postęp dokonał się w budowie rozpylaczy rotacyjnych, w których ciecz robocza doprowadzana jest do obracającej się tarczy pełniącej funkcję rozpylacza. Ciecz poddawana jest działaniu siły odśrodkowej i przybiera postać cienkiej błony przemieszczającej się z dużą prędkością na zewnętrzne krawędzie tarczy, gdzie jej energia kinetyczna powoduje odrywanie się kropeł. Są one stosunkowo jednorodne, a ich wielkość maleje ze wzrostem prędkości obrotowej tarczy rozpylającej. Taka technika rozpylania nazywana jest CDA (ang. *Controlled Droplet Application*), a same rozpylacze rotacyjne atomizerami. Rozpylana nimi ciecz наносzona może być na rośliny w pomocniczym strumieniu powietrza, co skutkuje większym zasięgiem strumienia, a także jego mniejszą podatnością na znoszenie. Opryskiwacze wyposażone w takie rozpylacze pozwalają na prowadzenie zabiegów bardzo małymi dawkami cieczy roboczej, co wynika z bardzo dobrej jakości jej rozpylenia.

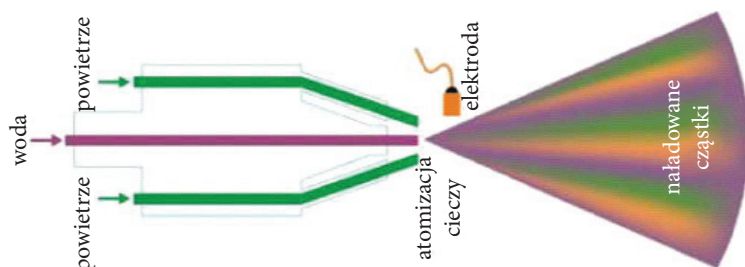
Technika CDA znalazła zastosowanie w opryskiwaczach polowych, sadowniczych, komunalnych, agrolotniczych, szklarniowych i plecakowych (32). Interesującym rozwiązaniem są rozpylacze o nazwie Mikromax (rys. 7), które mogą być montowane także w opryskiwaczach używanych. Decydująca o wielkości kropeł cieczy prędkość

obrotowa dysku tego rozpylacza jest zmieniana za pomocą przekładni. Możliwe są do ustawienia trzy zakresy prędkości: niskie ($2000 \div 2500 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ zapewniające krople $200 \div 300 \mu\text{m}$), średnie ($3000 \div 4000 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ zapewniające krople $100 \div 200 \mu\text{m}$) i wysokie ($4500 \div 5000 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ zapewniające krople $75 \div 150 \mu\text{m}$). Uzyskiwany zakres wielkości emitowanych kropeł ($75 \div 300 \mu\text{m}$) umożliwia aplikację dawek cieczy wynoszących $20 \div 200 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i zalecanych w przypadku większości środków ochrony roślin. Małe dawki cieczy pozwalają pełnym zbiornikiem opryskiwacza polowego na opryskanie nawet kilkudziesięciu hektarów.



Rysunek 7. Rozpylacz rotacyjny Micromax i zmodernizowany z jego użyciem opryskiwacz polowy
Źródło: Micro-system, 2016 (32)

Prowadzone są również badania nad wdrożeniem do praktyki technologii opryskiwania elektroareozolowego, w której na rośliny aplikowana jest ciecz w stanie naładowanego elektrostatycznie areozolu (rys. 8). Duża prędkość początkowa strumienia cząstek areozolu zapewnia dobrą penetrację łąnu, a wprowadzenie na cząstki cieczy ładunku elektrycznego zapewnia lepsze jego pokrycie, ponieważ jako naelektryzowane ujemnie przyciągane są przez opryskiwane rośliny na zasadzie różnicy potencjału. Elektroda ujemna znajduje się obok dyszy rozpylającej, blisko przepływającego strumienia cieczy roboczej. Ładunki dodatnie skierowane są natomiast w stronę metalowych części opryskiwacza mających również potencjał dodatni, dlatego krople cieczy nie osiadają na nich.



Rysunek 8. Schemat działania rozpylacza wytwarzającego elektroareozol
Źródło: Szulc i Sobkowiak, 2010 (42)

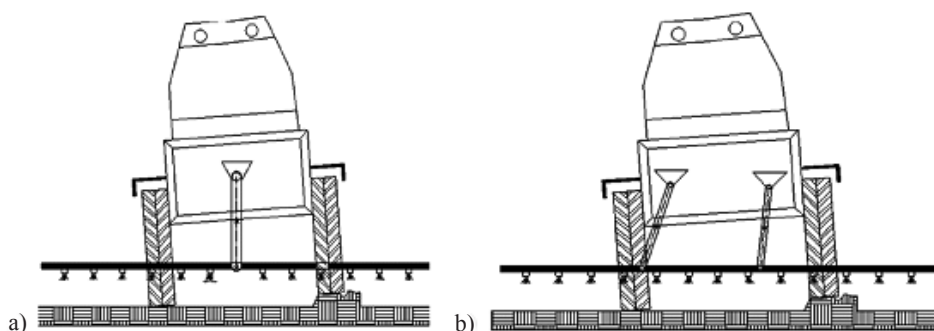
W naszym kraju opracowano i przebadano prototyp opryskiwacza elektroareozolowego, przeznaczonego do ochrony zwartych i wysokich upraw polowych. Badania (45) przeprowadzone na plantacji kukurydzy, rzepaku oraz ziemniaków z zastosowaniem różnych pestycydów polegały na porównaniu skuteczności niskoobjętościowego opryskiwania dyszami naddźwiękowymi z systemem elektrostatycznego ładowania kropel cieczy ze skutecznością opryskiwania tradycyjnym opryskiwaczem. Stwierdzono, że skuteczność ochrony kukurydzy tą techniką była wyższa, gdy stosowano ładowanie elektrostatyczne cieczy użytkowej. Efektywność zwalczania szkodników rzepaku dawką $40 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ po zastosowaniu drobnokroplistego oprysku z użyciem głowic naddźwiękowych z ładowaniem elektrostatycznym była równie wysoka jak standardowy zabieg wykonany tradycyjną techniką i dawką $320 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Natomiast opryskiwanie tą techniką ziemniaka zapewniło lepsze pokrycie spodnich stron blaszek liściowych niż opryskiwanie wykonane z użyciem tradycyjnej techniki. Wyniki badań pokazały, że technologia wytwarzania strumienia cieczy naładowanego elektrycznie jest obiecująca i umożliwia lepsze pokrycie trudno dostępnych partii roślin.

Rozwój zespołów do aplikacji pestycydów

Zwiększanie wydajności i efektywności pracy opryskiwaczy uzyskiwane jest głównie w wyniku stosowania coraz większych prędkości i szerokości roboczych. W związku z tym, niezbędne stało się stosowanie nowych rozwiązań mechanizmów zawieszenia belek polowych, które zapewniają odpowiednie ich położenie nad opryskiwanymi roślinami. Prócz mechanizmów do regulacji wysokość pracy belki stosuje się takie układy ich zawieszenia, które zapewniają utrzymanie belki polowej na stałej wysokości, niezależnie od chwilowych wychyleń opryskiwacza na polu. W chwili obecnej sztywne zawieszanie belki polowej stosowane jest tylko w opryskiwaczach o szerokości roboczej nie większej niż 12 m. Natomiast w opryskiwaczach o większych szerokościach roboczych stosowane są układy (37, 38, 40), które podczas pracy utrzymują ich równoległe położenie w stosunku do opryskiwanej powierzchni, niezależnie od jej pochylenia. W praktyce stosowane są układy zawieszenia trapezowego oraz wahadłowego (rys. 9). W najprostszych mechanizmach tego typu utrzymanie poziomego położenia belki nad opryskiwaną powierzchnią następuje samoczynnie w wyniku siły grawitacji. W bardziej skomplikowanych rozwiązaniach stosowane są ponadto układy elektryczne lub hydrauliczne, które dają możliwość ustawienie kąta pochylenia belki polowej także operatorowi opryskiwacza.

W układach zawieszenia belek o bardzo dużych szerokościach roboczych, stosowane są często dodatkowe elementy konstrukcyjne, które utrzymują niezależnie od siebie położenie prawej i lewej strony belki opryskiwacza. Zazwyczaj w tego typu rozwiązaniach wykorzystuje się urządzenia elektroniczne (np. czujniki ultradźwiękowe), mierzące na bieżąco położenie belki nad opryskiwanym łanem roślin

i przekazujące zebrane dane do komputera, który wysyła sygnały do mechanizmów hydraulicznych lub pneumatycznych, decydujących o położeniu belki polowej (7, 28). Niezależnie od zastosowanego rozwiązania układu poziomowania belki polowej niezbędne jest zamontowanie na jej końcach ograniczników przechylenia lub osłon korpusu rozpylaczy, które mają na celu zabezpieczenie przed uderzeniem o ziemię skrajnych segmentów belki w czasie gwałtownych pionowych ruchów (15). Odpowiednie ustawienie belki polowej nad opryskiwanym łanem wpływa na zmniejszenie ryzyka znoszenia rozpylonej cieczy. W chwili obecnej zaleca się, aby belkę polową prowadzić na wysokości 40÷60 cm od opryskiwanej powierzchni. Wyniki badań wskazują, że zastosowanie rozpylaczy o większym kącie oprysku, z równoczesnym zmniejszeniem wysokości nad opryskiwaną powierzchnią poprawia równomierność naniesienia cieczy roboczej i redukuje znoszenie (20).



Rysunek 9. Schematy działania układów zawieszenia belek: a) wahadłowego, b) trapezowego

Źródło: Lipiński i in. 2011 (31)

W polowych opryskiwaczach ciśnieniowych coraz częstszym rozwiązaniem jest zastosowanie pomocniczego strumienia powietrza (PSP), który poprawia penetrację roślin i ogranicza znoszenie kropli cieczy. Strumień powietrza wytwarzany jest przez odpowiednio skonstruowany i wydajny wentylator lub zespół dwóch wentylatorów, które wtłaczają go z dużą prędkością w zwężający się stopniowo rękaw. W przypadku opryskiwaczy polowych rękaw jest składany i rozkładany wraz z belką, a podczas pracy powietrze wypływa przez specjalne otwory lub szczeliny i porywa krople cieczy wytwarzane przez rozpylacze szczelinowe lub wirowe usytuowane poniżej rękawa. Mała odległość belki od roślin oraz transportowanie kropli cieczy w strumieniu powietrza powoduje ich rozchylanie, co pozwala na skuteczniejsze naniesienie preparatu oraz mniejsze znoszenie przez wiatr. Taka technika oprysku znalazła również zastosowanie w opryskiwaczach sadowniczych, w których rękawy montowane są na rozkładanej ramie mocowanej na tylnym układzie zawieszenia ciągnika. Każdy rękaw ma po bokach dwie szczeliny, w których zamontowane się rozpylacze. Przed rozpoczęciem oprysku są one opuszczane pionowo w dół, a następnie każdy zasilany jest niezależnie w powietrze przez pracujący u góry wentylator. Opryskiwacz jednorzędowy posiada dwa rękawy, a dwurzędowy cztery, przy czym odległość

każdego z nich od rzędów drzew jest niezależnie regulowana. Podczas pracy z lewej i prawej szczeliny roboczej rękawa pracującego w danym międzyrzędziu następuje emisja strumieni powietrza, które porywają krople rozpylonej cieczy roboczej i nanoszą je na rzędy drzew.

W opryskiwaczach sadowniczych doskonalone są systematycznie podzespoły decydujące o efektywności i skuteczności wykonywanych zabiegów, na przykład konstrukcje zespołów wentylatorów osiowych. Opracowano wiele rozwiązań opryskiwaczy wielowentylatorowych, ale także różne wersje wentylatorów dwuwirnikowych (23). Najprostsze z nich to wentylatory z dwoma wirnikami zamocowanymi na jednym wałku, ale o przeciwnie pochyłonych łopatkach wirnika. Podczas pracy każdy z wirników wytwarza strumień powietrza skierowany tylko na jedną stronę opryskiwacza. W ten sposób ograniczono wirowanie i niesymetryczny wypływ powietrza, co jest zasadniczą wadą wentylatorów osiowych. Poprawiło to znacznie równomierność przepływu powietrza, ale przy obrotach wirnika przeciwnych do ruchu wskazówek zegara z lewej strony strumień powietrza był skierowany ku dołowi, a z prawej ku górze. Dopiero zastosowanie przekładni z dwoma współosiowymi, ale przeciwnie skierowanymi wałkami pozwoliło na skonstruowanie wentylatorów dwuwirnikowych o niemal symetrycznym wypływie strumieni powietrza z lewej i prawej szczeliny wylotowej.

Jednym z ciekawszych rozwiązań stosowanych w opryskiwaczach z kolumnowym systemem emisji powietrza jest stosowanie wentylatorów z odwrotnym ciągiem strumienia powietrza. Koncepcja kierowania powietrza ku tyłowi, czyli przeciwnie do kierunku ruchu opryskiwacza, znalazła ostatnio szersze zastosowanie (23). Odchylenie kierunku strumienia powietrza ku tyłowi zwiększa czas penetracji korony oraz umożliwia regulację kierunku strumienia powietrza. Opryskiwacz jest wówczas wyposażony w deflektory z zawiasowo mocowaną szczeliną wylotową powietrza, która pozwala na zmianę kierunku emisji jego strumienia. Regulacja przeprowadzana może być ręcznie, ale możliwa jest także przy użyciu siłowników hydraulicznych lub elektrycznych. Służy ona lepszemu wykorzystaniu środków ochrony roślin oraz ograniczeniu zjawiska znoszenia kropeł cieczy.

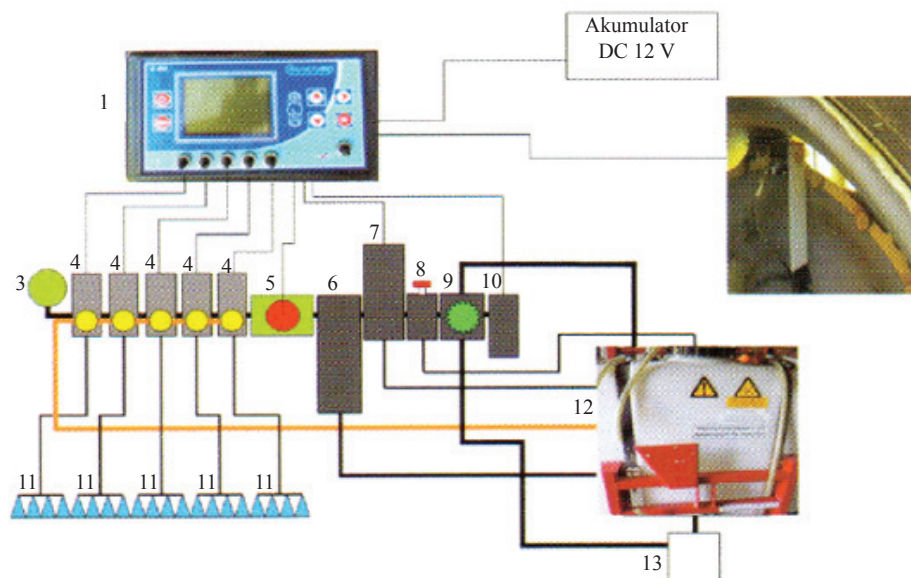
W związku z tym, że intercepcja strumienia cieczy roboczej przez uprawy sadownicze zależy od ulistnienia drzew i jest znacznie niższa w okresie kwitnienia ($5\div 10\%$), a stosowanie tradycyjnych opryskiwaczy wentylatorowych nie daje możliwości ograniczenia związanych z tym strat, opracowane zostały bardziej efektywne rozwiązania. Są to różniące się konstrukcją opryskiwacze recyrkulacyjne (tunelowe, kolektorowe i reflektorowe), które umożliwiają odzyskanie i powtórne wykorzystanie znacznej części traconej przez standardowy opryskiwacz cieczy. Najbardziej efektywne po tym względem, a zarazem najbardziej bezpieczne dla środowiska okazały się opryskiwacze tunelowe (21), w których zastosowanie układu recyrkulacji cieczy opryskowej zmniejsza zużycie pestycydów o 20% w fazie pełnego ulistnienia i o 40% w okresie kwitnienia.

Postęp w precyzyjnej aplikacji pestycydów

W warunkach terenowych uzyskanie optymalnych parametrów pracy opryskiwaczy jest bardzo utrudnione, głównie z powodu zmian nachylenia pól, poślizgu oraz oporów toczenia kół napędowych. W związku z tym, wykorzystywane są coraz częściej elektroniczne układy do pomiaru prędkości roboczej, wydatków i ilości zużytej cieczy oraz opryskanej powierzchni. Ułatwiają one operatorowi przeprowadzanie odpowiednich korekt parametrów ich pracy podczas wykonywania zabiegu. Problemy z tym związane w pełni rozwiązały dopiero układy automatycznego sterowania dawką cieczy, czyli tzw. komputery pokładowe (48, 49). Składają się one z programowanego sterownika mikroprocesorowego, czujników prędkości roboczej i ciśnienia, przepływomierza i elektrycznych zaworów regulacji ciśnienia (rys. 10).

Zasada działania elektronicznego zespołu sterującego umożliwia utrzymanie stałej dawki cieczy przez zmianę ciśnienia, w zależności od prędkości roboczej. Przed rozpoczęciem pracy założone parametry oprysku wprowadzane są do sterownika (dawka cieczy, ciśnienie robocze). Podczas zabiegu czujniki prędkości dokładnie monitorują prędkość rzeczywistą agregatu. Przy spadku prędkości układ automatycznie ogranicza przepływ cieczy do rozpylaczy przez obniżenie ciśnienia. Natomiast zwiększa przepływ podnosząc ciśnienie, gdy prędkość robocza się zwiększa. Automatyczną regulację dawki cieczy przez zmianę ciśnienia można jednak przeprowadzać tylko w ograniczonym do pewnego zakresu wydatku jednostkowym rozpylaczy. Pełny zakres regulacji wymaga zmiany rozpylaczy, bowiem przy zmianie ciśnienia następuje zmiana wielkości kropli.

Znacznym postęпом w zakresie możliwości poszerzenia zakresu regulacji dawki oprysku było zastosowanie w praktyce dwu- oraz czterorozpylaczowych głowic VarioSelect z układem pneumatycznym, który umożliwia automatyczną zmianę rozpylaczy i aplikację zmiennych dawek cieczy roboczej. Praca w trybie Vario zapewnia w pełni automatyczne sterowanie poszczególnymi rozpylaczami, co pozwala na regulację dawki cieczy roboczej zgodnie z mapą aplikacji bez względu na prędkość roboczą. Praca w trybie Select polega na zdalnym ręcznym włączaniu i wyłączaniu poszczególnych rozpylaczy lub kombinacji rozpylaczy.



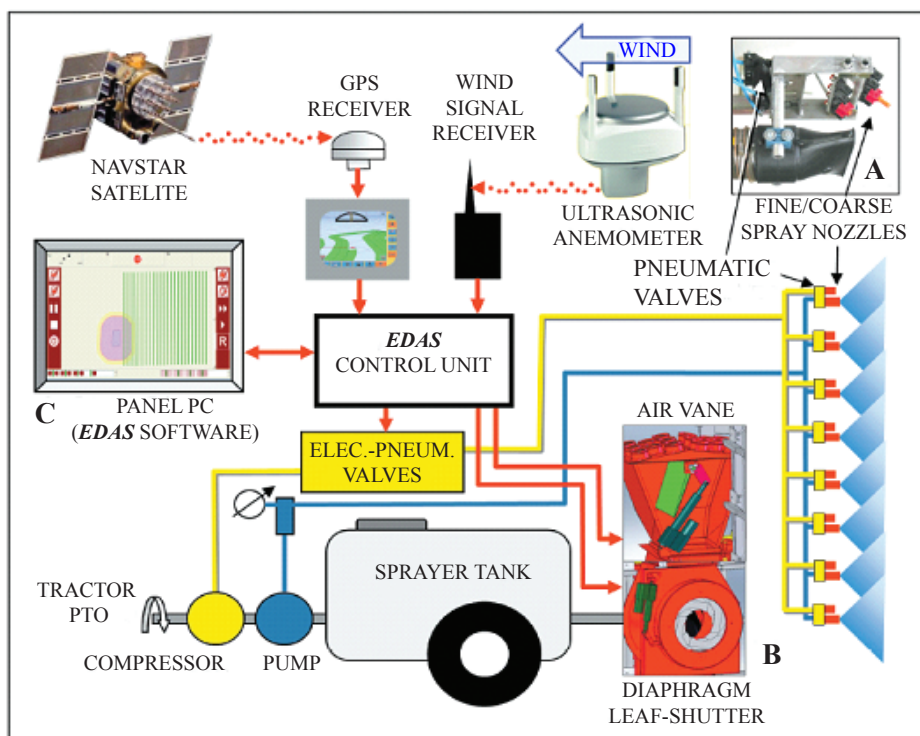
Rysunek 10. Schemat układu automatycznego sterowania dozowaniem cieczy:

1 – komputer sterujący, 2 – czujnik prędkości jazdy, 3 – manometr, 4 – elektrozawór kompensacyjny sekcji, 5 – przepływomierz, 6 – filtr ciśnieniowy, 7 – elektrozawór do regulacji ciśnienia cieczy, 8 – zawór rozdriacza, 9 – zawór regulacji ciśnienia, 10 – elektrozawór odcinający, 11 – sekcja belki, 12 – zbiornik, 13 – pompa

Źródło: Zagórda i Walczykowa, 2015 (48)

W Polsce opracowano ponadto układ o nazwie VarioWindSelect, który służy do automatycznej zamiany rozpylaczy w opryskiwaczu sadowniczym, w zależności od prędkości wiatru. Zastosowano w nim pneumatycznie sterowaną głowicę dwurozpylaczową i sterownik połączony z elektronicznym miernikiem prędkości wiatru. Gdy podczas pracy opryskiwacza prędkość wiatru nadmiernie wzrasta, to sygnał ze sterownika odcina dopływ cieczy do rozpylaczy tradycyjnych i kieruje ją do rozpylaczy eżektorowych, które wytwarzają krople mniej podatne na znoszenie. Opracowano również system automatycznego sterowania parametrami pomocniczego strumienia powietrza opryskiwacza sadowniczego (rys. 11). W zależności od kierunku wiatru układ ten za pomocą kierownicy kieruje na boki strumień powietrza asymetrycznie lub symetrycznie, a ponadto za pomocą specjalnej diafragmy płynnie reguluje ilość powietrza emitowanego przez wentylator.

Kierowanie cieczy roboczej w miejsca, w których nie ma chronionych roślin uprawnych lub chwastów jest nieuzasadnione, ale nie byłoby możliwe bez wykorzystania osiągnięć elektroniki, informatyki, telekomunikacji, mechaniki precyzyjnej i automatyki. Szczególnie duży postęp jaki się dokonał w tych dziedzinach przyspiesza rozwój precyzyjnej techniki ochrony roślin polegającej na stosowaniu zabiegów tylko w miejscu plantacji, gdzie jest to konieczne, zastosowaniu optymalnej ilości środka niezbędnego do ograniczenia agrofaga i wykonaniu zabiegu w optymalnym terminie (2, 13, 14, 19, 29).



Rysunek 11. Schemat układu automatycznej regulacji strumienia cieczy roboczej i pomocniczego strumienia powietrza

Źródło: Doruchowski i in., 2009 (14)

Wdrożenie precyzyjnych technik ochrony roślin do praktyki wymaga zastosowania nowoczesnych technologii do realizacji takich niezbędnych czynności jak: identyfikacja zmienności miejscowej, określenie jej położenia na polu (pozycjonowanie) i sporządzenie mapy zmienności. Uzyskane podczas tych analiz dane są dopiero podstawą do realizacji procesu zmiennego dozowania środka ochrony roślin. Zmienną aplikację preparatów można realizować w oparciu o zdjęcia satelitarne i układy pozycjonowania lub bezpośrednio podczas ruchu maszyny, czyli w rzeczywistym czasie pracy.

Powszechnie stosowany jest już system nawigacji satelitarnej GPS (ang. *Global Positioning System*), który umożliwia użytkownikom nie dysponującym systemami korekcyjnymi lokalizację obiektów na ziemi z dokładnością od 3 do 12 m. Pozwala to na nawigację w transporcie lądowym i morskim, a w rolnictwie jedynie na zarządzanie parkiem maszynowym. Wiarygodne mapowanie plonu oraz cech gleb lub upraw zaczyna się od dokładności pozycjonowania rzędu 1 m, a automatyczne sterowanie maszynami rolniczymi wymaga dokładności poniżej 1 m (10). Wymaga to korygowania sygnałów GPS przez zewnętrzne systemy wspomagające, zwane systemami różnicowymi DGPS (ang. *Differential GPS*). Poprawki różnicowe wysyłane są przez naziemne stacje o dokładnie znanym położeniu lub satelity geostacjonarne.

W pierwszym przypadku zasięg sygnałów korygujących jest ograniczony do kilku lub kilkunastu kilometrów, w zależności od mocy nadajnika stacji bazowej. O wiele większe możliwości daje kombinacja stacji naziemnych i satelitów geostacjonarnych, które tworzą zintegrowany system różnicowy.

Systemy wykorzystujące sygnał z satelity i stacji naziemnej, stanowiącej punkt odniesienia, pracują z dokładnością rozdzielczości wykonanej fotografii pola (satelitarnej lub lotniczej). Podczas zabiegu komputer analizuje fotografię i steruje parametrami pracy opryskiwacza tak, aby dawki cieczy odpowiadały w danym miejscu rzeczywistym potrzebom. Sporządzanie i ocena map zmiennej aplikacji są niestety często długotrwałe, trwają kilka dni albo dłużej. Dlatego bardziej przydatne są rozwiązania pracujące w czasie rzeczywistym, które określają na bieżąco w danym miejscu potrzebną dawkę środka ochrony i bezpośrednio po tym ją aplikują. Jedynym ich ograniczeniem jest zapewnienie odpowiedniej szybkości analizy danych, która musi być dostosowana do prędkości roboczej opryskiwacza.

Nanoszenie preparatów tylko na chronione rośliny z pominięciem ich otoczenia jest istotą precyzyjnej techniki opryskiwania. Takie rozwiązania są możliwe tylko dzięki wykorzystaniu najnowocześniejszych technologii. Umieszczone na inteligentnym opryskiwaczu sensorowe czujniki (rys. 12), najczęściej po kilka z każdej strony maszyny, podczas jazdy skanują rośliny, monitorując równocześnie odbicie fali świetlnej lub dźwiękowej. Zgodnie z otrzymywanymi z czujników sygnałami, rozpylacze lub sekcje rozpylaczy umieszczone obok nich włączają się lub wyłączają w zależności od tego, czy przed rozpylaczami znajduje się obiekt ochrony czy wolna przestrzeń. Pozwala to na różnicowanie ilości emitowanej cieczy roboczej, ale z zachowaniem odpowiedniej dawki oprysku na zlokalizowane przez czujniki rośliny.



Rysunek 12. Ogólny widok prototypu inteligentnego opryskiwacza sadowniczego CASA
Źródło: opracowanie własne

Inteligentne opryskiwacze sensorowe budzą zainteresowanie ze względu na duże możliwości ograniczenia dawek cieczy i środków ochrony roślin oraz zmniejszenie ryzyka znoszenia cieczy. Oszczędności są tym większe, im większa jest zmienność zagęszczenia opryskiwanych roślin. W zależności od terminu zabiegu oraz wieku i gatunku drzew, przy użyciu czujników ultradźwiękowych uzyskiwane są w sadzie oszczędności od około 20 do 60%. Na uwagę zasługuje fakt, że oszczędności te nie pociągają za sobą pogorszenia skuteczności zabiegów zwalczających choroby i szkodniki, ale umożliwiają znaczną redukcję emisji środków ochrony do środowiska (2, 14).

Podsumowanie

W technice aplikacji pestycydów za pomocą opryskiwaczy kluczowe znaczenie ma jakość rozpylenia cieczy roboczej, która decyduje o wielkości i jednorodności kropeł oraz możliwość regulacji tych parametrów. Bardzo istotny jest także sposób emisji strumienia rozpylonej cieczy w kierunku opryskiwanej powierzchni roślin z uwzględnieniem jego odporności na znoszenie, odparowanie, zdolności do penetracji i równomierności naniesienia. Zdecydowanie najbardziej powszechnym rozwiązaniem są rozpylacze ciśnieniowe, które są systematycznie doskonalone pod kątem poprawy parametrów pracy. Znajdują one zastosowanie również w układach z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP), polem elektrycznym czy też rozpylaczach dwuczynnika. Stosowane są także rozpylacze pneumatyczne, a ze względu na wysoką jakość rozpylania cieczy coraz szersze zastosowanie w praktyce znajdują rozpylacze rotacyjne.

W zakresie precyzyjnego sterowania opryskiwaczami największy postęp widoczny jest w kolejnych generacjach komputerów pokładowych, które łączą w sobie coraz więcej funkcji. Umożliwiają one regulację wydatku rozpylaczy w celu zachowania stałej dawki cieczy, nawigację satelitarną i wizualizację ruchu opryskiwacza na mapie pola, obsługują sygnały GSM oraz rejestrują parametry zabiegów. Dlatego zamiast stosowania kilku urządzeń i rozbudowy magistrali komunikacyjnej między nimi, w kabinie ciągnika znajduje się najczęściej jedno urządzenie z dużym wyświetlaczem ciekłokrystalicznym, który umożliwia jego obsługę poprzez ekran dotykowy.

Poziom zainteresowania precyzyjnymi technikami ochrony roślin systematycznie rośnie, ale skala praktycznego zastosowania jest ograniczona do grona dysponujących odpowiednimi możliwościami technicznymi specjalistów. Należy jednak stwierdzić, że w miarę zmniejszania się kosztów zaawansowanych systemów elektronicznych oraz informatycznych, rosnącego poziomu wykształcenia producentów i zaostrzających się wymagań w zakresie bezpieczeństwa produktów i środowiska, techniki te będą wdrażane do praktyki coraz szybciej.

Literatura

1. ANSI/ASAE S572.1: 2009. Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. ASABE Standards, pp. 4.
2. Balsari, P., Doruchowski, G., Marucco, P., Tamagnone, M., Van de Zande, J., Wenneker, M.: The development of a Crop Identification System (CIS) able to adjust the spray application to the target characteristics. 9th Workshop on Sustainable Plant Protection Technique in Fruit Growing, 2007, Alnarp, Sweden, Book of Abstracts: 17-18.
3. Bolly G., Huyghebaert B., Mostade O., Oger R.: Comparative study of anti-drift nozzles wear. Meded. Fac. Landbouww University, Gent, 2002.
4. Bott J.: Nowe rozwiązania w konstrukcji rozpylaczy marki Albuz. Mat. Konf. Racjonalna Technika Ochrony Roślin, Poznań, 2007: 128-130.
5. Czaczyk Z.: Drop-size classification according to requirements of pesticides labels. Progres in Plant Protection, 2014, **54(1)**: 111-120.
6. Czaczyk Z., Fritz B.K., Hoffmann W.C.: Problems with determination of spraying characteristics. International Advances Pesticide Application, Aspect of Applied Biology, 2014, **122**: 405-410.
7. Deprez K., Anthonis J., Ramon H., Van Brussel H.: Development of a Slow Active Suspension for Stabilizing the Roll of Spray Booms, Part 1: Controller Design. Biosystems Engineering, 2002, **81(3)**: 273-279.
8. Dorr G.J., Hewitt A.J., Adkins S.W., Hanan J., Zhang H., Noller B.: A comparison of initial spray characteristics produced by agricultural nozzles. Crop Prot., 2013, **53**: 109-117.
9. Doruchowski G.: Postęp i nowe koncepcje w rolnictwie precyzyjnym. Inżynieria Rolnicza, 2008, **9(107)**: 19-31.
10. Doruchowski G.: Faktyczne i potencjalne innowacje w technice ochrony upraw przestrzennych – ekspertyza. Dostępne on-line: www.agengpol.pl, 2009.
11. Doruchowski G.: Rozpylacze. Mat. Akademia Albuz, Karpacz, 2014.
12. Doruchowski G.: Technika opryskiwania w kontekście wymagań skutecznej i bezpiecznej ochrony roślin. Mat. Konf. Farmer, Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice, 2015.
13. Doruchowski G., Balsari P., Van De Zande J. C.: Development of a Crop Adapted Spray Application system for sustainable plant protection in fruit growing. Proceedings of the International Symposium on Precision Agriculture for Fruits and Vegetables. Orlando, FL, USA. Acta Horticulturae, 2009, **824**: 251-259.
14. Doruchowski G., Świechowski W., Hołownicki R., Godyń A.: Environmentally- Dependent Application System (EDAS) for safer spray application in fruit growing. J. Hortic.Sci. Biotechnol., ISAFRUIT Special Issue, 2009, **84(6)**: 107-112.
15. Douzals J., Polveche V., Czaczyk Z.: The importance of a harmonized sprayers inspection: The SPISE manual. SPISE 7 European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe Athens, Greece, 2018, September 26-28: 90-96.
16. Dziennik Urzędowy UE L 309/71. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 roku ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów.
17. Gajtkowski A.: Technika ochrony roślin. Wyd. AR w Poznaniu, 2000.
18. Guler H., Zhu H., Ozkan H.E., Derksen R.C., Yu Y., Krause C.R.: Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat-fan nozzles. Transactions of the ASABE, 2007, **50(3)**: 745-754.
19. Hammer K.-H.: Sensing Plant Parameters and Variable Rate Fungicide and Herbicide Spraying in Real Time. Book of Abstracts: 2nd Conference on Precision Crop Protection. Bonn, 2007: 10-12.
20. Herbst A.: SPISE guidelines on how make sprayer adjustment at the Workshop as an addition to the functional inspection of field crop sprayers. Fifth European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe SPISE5. October 15-17, Montpellier, France, 2014: 110-119.

21. Hołownicki R.: Tunelowa technika ochrony sadów intensywnych jako metoda ograniczenia zużycia pestycydów i zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Rozprawa habilitacyjna, Skierniewice, 1996.
22. Hołownicki R.: Perspektywy zastosowania koncepcji rolnictwa precyzyjnego w ochronie roślin. Postępy w Ochronie Roślin, 2004, **44**(1): 104-113.
23. Hołownicki R.: Technika opryskiwania roślin dla praktyków. Wyd. Plantpress. Kraków, 2006.
24. Hołownicki R., Doruchowski G.: Rola techniki opryskiwania w ograniczaniu skażenia środowiska środkami ochrony roślin. Inżynieria Rolnicza, 2006, **5**: 239-247.
25. Hołownicki R., Doruchowski G., Świechowski W., Godyń A.: Dobra Praktyka - ograniczanie znoszenia środków ochrony roślin w uprawach sadowniczych. Wyd. Instytutu Ogrodnictwa, Skierniewice, 2016.
26. <https://www.farmer.pl/technika-rolnicza/maszyny-rolnicze/tylko-30l-ha-ciecz-robotycznej-zobacz-opryskiwacz-danfoil,77329.html> (data dostępu: 28.05.2019 r.)
27. ISO 10625: 2018. Equipment for crop protection – Sprayer nozzles – Colour coding for identification, pp. 5.
28. Jeon H.Y., Womac A.R., Wilkerson J.B., Hart W.E.: Sprayer boom instrumentation for field use. Transactions of the ASABE, 2004, **47**(3) : 659– 666.
29. Knewitz, H., Weisser, P., Koch, H.: Drift-reducing spray application in orchard and biological efficacy of pesticides. International advances in pesticide application. Asp. Appl. Biol, 2002, **66**: 231–236.
30. Langman J., Pedryc N.: Ocena rozpylaczy płaskostrumieniowych na podstawie charakterystyki rozkładu poprzecznego strugi cieczy. Inżynieria Rolnicza, 2003, **10**(52): 269-276.
31. Lipiński A. J., Sobotka M., Lipiński S.: Przegląd systemów stabilizacji belek polowych opryskiwaczy. Inżynieria Rolnicza, 2011, **8**(133): 181-187.
32. Micro-system: Zastosowanie atomizerów rotacyjnych w ochronie roślin. SGGW, Warszawa, 2016.
33. Mostade O., Huyghebaert B., Miserque O., Sawa J.: Iniecyjne dozowanie pestycydów w opryskiwaczach rolniczych. Acta Sci. Pol. Technica Agraria, 2002, **1**(2): 13-21.
34. Mrówczyński M., Roth M.: Zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2009, **2**: 93-97
35. PN-EN ISO 16122-1: 2015-07. Maszyny rolnicze i leśne – Badania kontrolne opryskiwaczy w sferze użytkowania. Część 1: Postanowienia ogólne
36. PN-EN ISO 16122-2: 2015-07. Maszyny rolnicze i leśne – Badania kontrolne opryskiwaczy w sferze użytkowania. Część 2: Opryskiwacze z belką poziomą.
37. Popławski Z., Szulc T.: Innowacyjne rozwiązania w technice ochrony roślin. Cz.1. Elementy wyposażenia rolniczych opryskiwaczy polowych. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2010, **1**: 17-22.
38. Sobotka, M., Lipiński, A. J.: Nowa konstrukcja układu stabilizacji belki polowej opryskiwacza zawieszanego. Inżynieria Rolnicza, 2015, **1**(153): 127-132.
39. Szewczyk A., Łuczycka D., Owsiak Z., Cieniawska B.: Effect of droplet size on coverage of sprayed objects. Progres in Plant Protection, 2013, **53**(4): 822-828.
40. Szulc T.: Systemy stabilizacji belek polowych – cel równomierny oprysk. Rolniczy Przegląd Techniczny, 2011, **3**(145): 52-54.
41. Szulc T., Czaczyk Z.: Problematyka określania klas jakości rozpylania dla potrzeb etykiet środków ochrony roślin. Mat. XI Konf. Racjonalna Technika Ochrony Roślin. Inst. Ogrodnictwa, Skierniewice, 2013.
42. Szulc T., Sobkowiak B.: Wyniki badań polowych i laboratoryjnych opryskiwacza wykorzystującego system oprysku z użyciem elektroareozoli. Mat. IX Konf. Racjonalna Technika Ochrony Roślin. Inst. Ochr. Roślin, Poznań, 2010.
43. Ukłaja M.: Prosta iniekcja. Rolniczy Przegląd Techniczny, 2002, **1**: 16.

44. Wachowiak M., Kierzak R.: Progres in plant protection techniques – selected issues. Progres in Plant Protection, 2010, **50(4)**: 1661-1670.
 45. Wachowiak M., Kierzak R., Kacprzyk R.: Application of electro-aerosol spray to pest control in high and dense crops. Progres in Plant Protection, 2011, **51(4)**: 1497-1504.
 46. Werner T.: Opryskiwacze. Hasło Ogrodnicze, 2005, 1 (<https://www.ho.haslo.pl/>).
 47. Węgrzyn A., Leszczyński N.: Nowe wymagania w zakresie bezpiecznego stosowania środków ochrony roślin. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2013, **4**: 16-17.
 48. Zagórda M., Walczykowa M.: Techniczne i ekonomiczne aspekty dostosowania opryskiwacza polowego do celów rolnictwa precyzyjnego. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2015, **6**: 18-22.
 49. Zagórda M., Juliszewski T., Kielbasa P., Nawara P., Dróżdż T., Trzyniec K.: Sterowanie sygnałem elektrozaworów na podstawie sygnału z panelu nawigacyjnego Trimble CFX-750 z modułem Field-IQ. Przegląd Elektrotechniczny, 2017, **12(93)**: 199-202.
 50. Zalewski P.: Problemy rolnictwa precyzyjnego. Inżynieria Rolnicza, 2000, **8(19)**: 15-23.
-

Adres do korespondencji:

*dr inż. Adam Węgrzyn
Zakład Maszyn Ogrodniczych i Leśnych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin
tel.: 81 531 96 52
e-mail: adam.wegrzyn@up.lublin.pl*

AUTOR	ORCID
Stanisław Parafiniuk	0000-0002-8566-6527
Adam Węgrzyn	0000-0001-6524-1428

Jerzy Kopiński

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

KIERUNKI ROZWOJU RÓŻNYCH SYSTEMÓW PRODUKCJI ROŚLINNEJ W POLSCE*

Słowa kluczowe: scenariusze zmian, produkcja roślinna, systemy produkcji, kierunki produkcji, intensywność produkcji, zróżnicowanie regionalne

Wstęp

Rolnictwo jest jedną z niewielu dziedzin gospodarki, która w swojej istocie funkcjonuje (prowadzona jest) w środowisku przyrodniczym, a która ma fundamentalne znaczenie dla bezpieczeństwa żywieniowego (żywnościowego, zdrowotnego) (24, 26), ekonomicznego poprzez utrzymanie konkurencyjności (produkcyjnej i ekonomicznej), a także bezpieczeństwa środowiskowego. Jako dział produkcji globalnej, rolnictwo jest jednym z początkowych ogniw w łańcuch żywnościowym, a jednocześnie podstawowym elementem podaży strony rynku rolnego (21). Tak jak wiele innych gałęzi gospodarki narodowej, także rolnictwo podlega ciągłym przemianom ekonomicznym i strukturalnym, które inicjują procesy dostosowawcze do zmieniających się warunków gospodarowania. Złożone procesy ekonomiczne są konsekwencją zmian, zarówno czynników wewnętrznych i zewnętrznych, zróżnicowanych pod względem dynamiki i kierunków. Decydują one o specjalizacji gospodarstw, ich strukturze i kierunkach produkcji, systemach zagospodarowania i wykorzystania gruntów oraz efektywności czynników produkcji. Zmiany te dotyczą zarówno poziomu i struktury produkcji, jak i liczby, wielkości gospodarstw oraz struktury agrarnej. W XXI w. istotny wpływ na kształtowanie funkcjonowania polskiego rolnictwa wywarło uzyskanie przez Polskę w 2004 roku członkostwa we Wspólnocie Europejskiej (WE); (2, 4) i objęcie rolnictwa Wspólną Polityką Rolną (WPR). Warunkuje ona wyniki produkcyjno-ekonomiczne oraz rzutuje na siłę oddziaływań produkcji rolniczej na środowisko przyrodnicze. W jej ramach, m.in. poprzez Program Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW), wdrażane i realizowane są

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.8 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

różne priorytety rozwoju, takie jak: zrównoważony rozwój, konkurencyjność, poprawa jakości żywności (w tym rolnictwo ekologiczne i integrowane), ograniczenie emisji i zmniejszenie pochodzących z rolnictwa zagrożeń dla środowiska, w tym promowanie działań przyjaznych dla klimatu (12). Koncepcje rozwojowe polskiego rolnictwa ujęte zostały w wielu normach prawnych i rozporządzeniach, w tym m.in. w *Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*; (Uchwała nr 8 Rady Ministrów z dnia 14 lutego 2017 r. (Monitor Polski, 2017, poz. 260 ; 1, 36)

Województwa (regiony) Polski, ze względu na różnorodność warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych oraz środowiskowych, nie są obszarami o jednolitym rolnictwie i znaczenie regionalizacji rozwoju rolnictwa ciągle wzrasta (11, 14, 15, 35). Dlatego ocena skutków (efektów) zachodzących zmian i procesów w produkcji rolniczej w odniesieniu do celów produkcyjno-ekonomicznych, i środowiskowych, ze względu na ich złożoność, jest mocno zróżnicowana i niejednoznaczna (42).

Pomimo złożoności tego zagadnienia, w pracy podjęto analizę kierunków (procesów) zmian rozwoju różnych systemów i kierunków produkcji rolniczej, mających duże znaczenie praktyczne w zarządzaniu rozwojem rolnictwa.

Material i założenia metodyczne

Jako podstawowe źródło informacji wykorzystano dane statystyczne GUS, umożliwiające dokonanie charakterystyki różnych aspektów uwarunkowania rolnictwa w Polsce. Uwzględniono również wyniki, opracowania i ekspertyzy przygotowywane w IUNG-PIB w Puławach (15, 16, 22, 23) i informacje zamieszczone w raportach dla Europe Fertilizers (5, 6).

Analiza zmian rozwoju różnych kierunków i systemów produkcji rolniczej w regionach obejmowała perspektywę średniookresową, tj. lata 2002-2016. Podstawowym źródłem informacji były dane statystyczne Głównego Urzędu Statystycznego (GUS). Analizę prowadzono na poziomie kraju (NUTS-0) i województw (NUTS-2). Metodami wykorzystanymi w realizacji opracowania były analiza struktury zjawisk (cech), w tym statystyczna, dynamika zmian, w tym analiza trendów (średnio- i długookresowych). Materiał zaprezentowano w formie tabelarycznej i graficznej.

Systemy produkcji rolniczej (główne kierunki)

System rolniczy albo system gospodarowania określa się najczęściej jako sposób zagospodarowania przestrzeni rolniczej w zakresie produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz ich przetwarzania, wyceniony kryteriami ekologicznymi i ekonomicznymi (8, 9, 20). We współczesnym rolnictwie wyróżnia się najczęściej 3 systemy gospodarowania:

1. **konwencjonalny** (intensywny, uprzemysłowiony, klasyczny, zindustrializowany), ukierunkowany na maksymalizację zysku, osiąganego dzięki dużej wydajności roślin i zwierząt, uzyskiwanej najczęściej w wyspecjalizowanych gospodarstwach;

2. **ekologiczny** (biologiczny, organiczny, alternatywny, biologiczno-organiczny, znaturalizowany), aktywizujący przyrodnicze mechanizmy produkcyjne poprzez stosowanie środków naturalnych nieprzetworzonych technologicznie;
3. **integrowany** (zintegrowany, harmonijny, zrównoważony, ekologiczno-ekonomiczny), umożliwia realizację celów ekonomicznych i ekologicznych poprzez świadome wykorzystanie nowoczesnych technik wytwarzania.

Podstawą wyróżnienia powyższych systemów jest stopień uzależnienia rolnictwa od przemysłowych środków produkcji, głównie nawozów mineralnych i pestycydów, oraz jego oddziaływanie na środowisko przyrodnicze. Systemy rolnicze można scharakteryzować według następujących wskaźników: gospodarstwo, zmianowanie, nawożenie, dawki NPK międzyplony, orka, materiał siewny, odmiany, siew, pielęgnacja, kształtowanie krajobrazu.

Kierunek produkcji wynika ze stopnia specjalizacji produkcji gospodarstw, określonej przez udział poszczególnych działalności w produkcji końcowej.

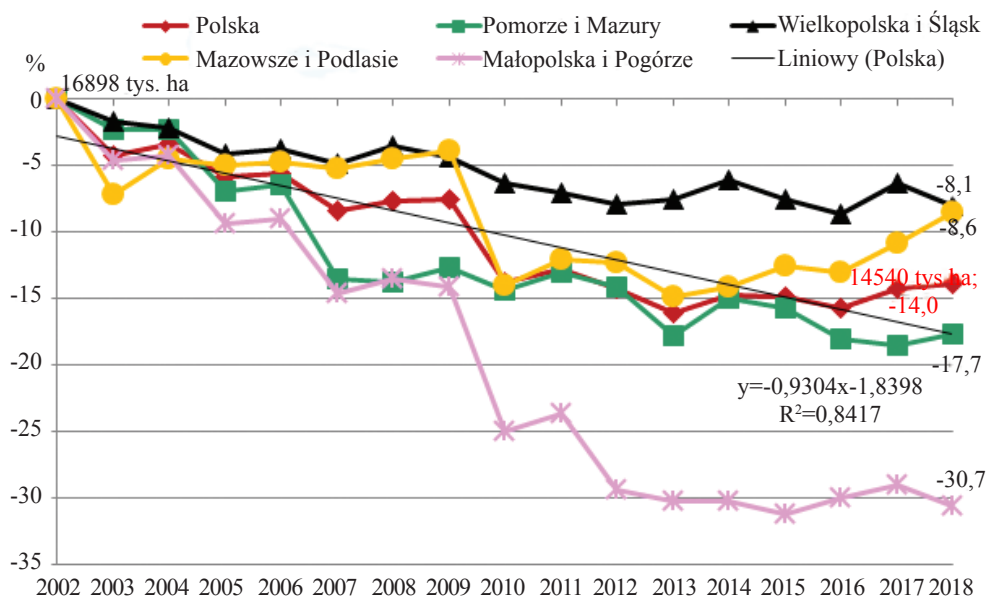
Kierunki zmian arealu użytków rolnych, powierzchni i liczby gospodarstw rolniczych (system konwencjonalny)

Potencjał produkcji rolniczej, a przede wszystkim roślinnej, w znacznym stopniu określony jest wielkością posiadanych zasobów ziemi uprawnej. Mimo że powierzchnia użytków rolnych w dobrej kulturze (UR w dk) wynosi obecnie ok. 14,5 mln ha (ok. 46% powierzchni kraju), to jednak od 2002 roku uległa ona zmniejszeniu o 14% (rys. 1). Proces znacznego ubytku ziemi rolniczej następował już od początku lat 90. ubiegłego wieku i wynikał głównie ze zmniejszenia powierzchni gruntów ornych (GO); (11). Mimo że od 2011 roku tempo ubytku uległo wyhamowaniu, to możliwości wykorzystania zasobu ziemi uprawnej do prowadzenia produkcji rolniczej w Polsce w kolejnych latach będą coraz bardziej ograniczone. Spowolnienie tego procesu jest bowiem kwestią fundamentalną dla bezpieczeństwa żywnościowego kraju i suwerenności, jeżeli jednym z podstawowych fundamentów prowadzenia krajowej polityki rolnej ma być zabezpieczenie samowystarczalności żywnościowej netto i realizacja modelu zrównoważonego rolnictwa, w którym istotne role pełnią zróżnicowane obszarowo i kierunkowo gospodarstwa rolne.

Tempo i skala ubytku ziemi użytkowanej rolniczo w Polsce nie są jednakowe we wszystkich województwach (regionach). Proces ten w ostatnich 16 latach najbardziej widoczny był w województwach stanowiących makroregion Małopolska i Pogórze wg podziału stosowanego przez FADN (7). Zmniejszenie w analizowanym okresie powierzchni użytków rolnych w dobrej kulturze w tym regionie o ponad 30% w poważnym stopniu ogranicza posiadany potencjał produkcyjny rolnictwa, rzutując także na poziom produkcji rolniczej i bezpieczeństwo żywnościowe w kraju. W pewnym stopniu wynika to ze znacznego rozdrobnienia agrarnego rolnictwa tego makroregionu, w którym gospodarstwa o powierzchni do 5 ha UR stanowią średnio

77% (rys. 2). Na północy i zachodzie Polski udział gospodarstw poniżej 5 ha UR na ogół nie przekracza 30-40%, a gospodarstwa o powierzchni przekraczającej 50 ha UR w województwie warmińsko-mazurskim i zachodniopomorskim stanowią już blisko 20%. Wynika to także z uwarunkowań historycznych.

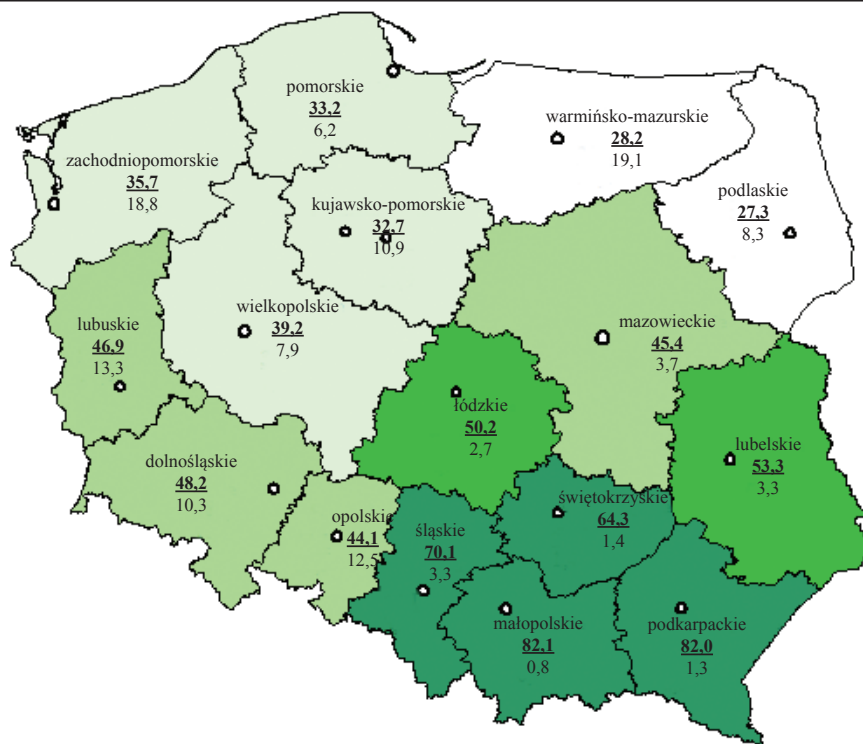
W analizowanym okresie, kilkunastu lat początku XXI wieku, ubytek ziemi rolniczej dotknął najbardziej gospodarstw mało- i średnioobszarowe (rys. 3). Natomiast koncentracja ziemi następuje w gospodarstwach większych obszarowo. We władaniu gospodarstw, o obszarze przekraczającym 30 ha UR, jest obecnie blisko 45% ziemi uprawnej, podczas gdy stanowią one jedynie 5,4% ogółu gospodarstw (bez uwzględniania gospodarstw o powierzchni do 1 ha UR); (rys. 4). Uwzględniając kryterium poprawy wydajności technicznej (ziemi) i pracy, zjawisko to należy ocenić pozytywnie.



Rysunek 1. Zmiany powierzchni użytkowanej rolniczo w regionach FADN w Polsce (UR w dk) w latach 2002-2018

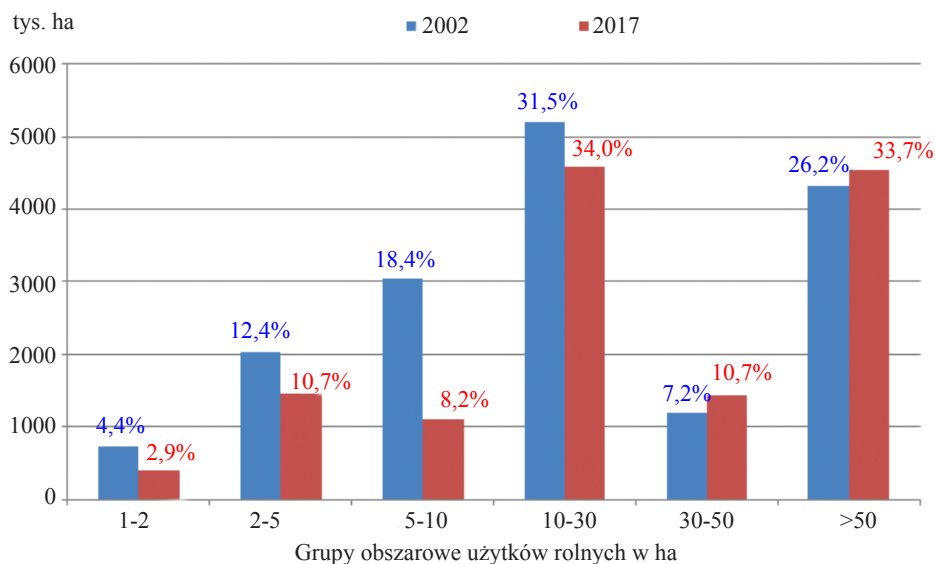
Regiony wg podziału FADN (*Farm Farm Accountancy Data Network*): Pomorze i Mazury – lubuskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie, zachodniopomorskie; Wielkopolska i Śląsk – dolnośląskie, kujawsko-pomorskie, opolskie, wielkopolskie; Mazowsze i Podlasie – lubelskie, łódzkie, mazowieckie, podlaskie; Małopolska i Pogórze – małopolskie, podkarpackie, śląskie, świętokrzyskie

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (39)



Rysunek 2. Zróżnicowanie struktury obszarowej gospodarstw w województwach Polski. Udział gospodarstw o powierzchni do 5 ha i powyżej 30 ha w % w 2016 r.

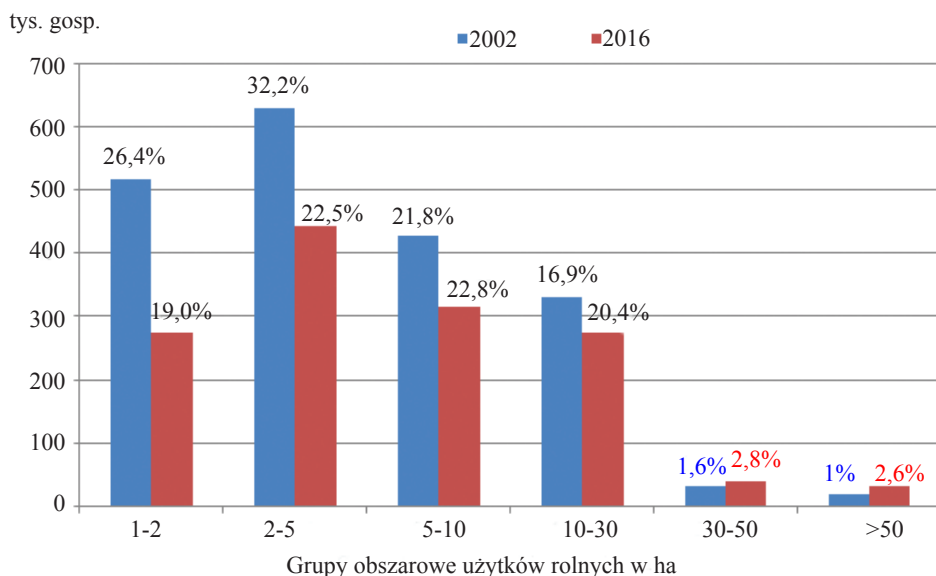
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (3, 30)



Rysunek 3. Powierzchnia użytków rolnych* w grupach obszarowych w Polsce

* - dotyczy gospodarstw o powierzchni powyżej 1 ha UR

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (39)



Rysunek 4. Zmiany liczba gospodarstw rolnych* w grupach obszarowych w Polsce

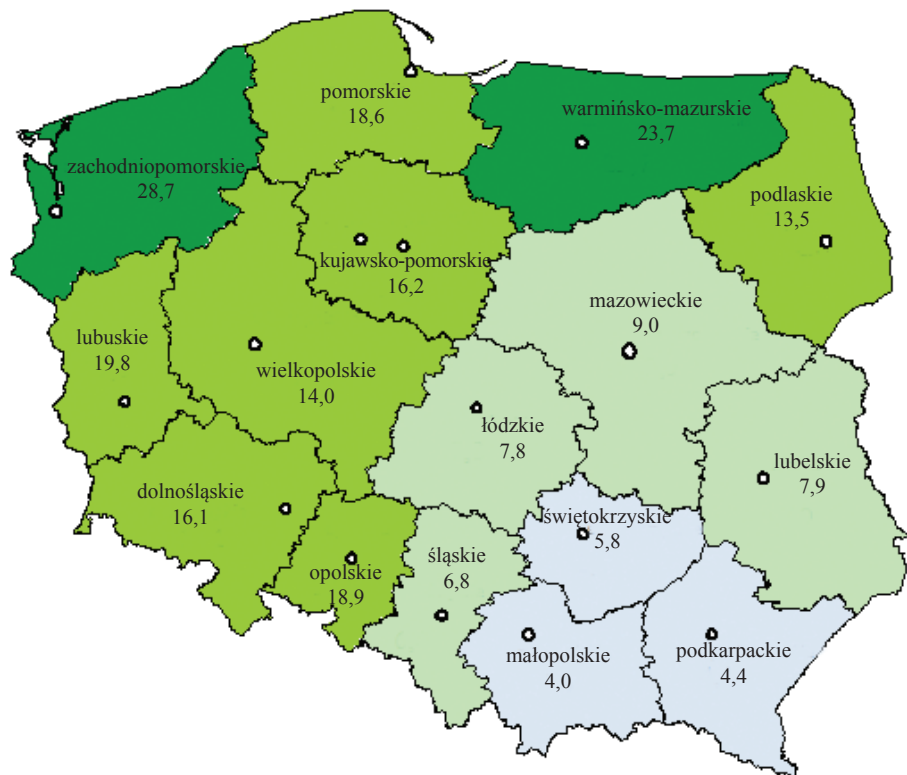
* - dotyczy gospodarstw o powierzchni powyżej 1 ha UR

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (39)

W Polsce w roku 2017 liczba gospodarstw o powierzchni powyżej 1 ha UR wynosiła 1385 tys. szt. i w odniesieniu do 2002 roku uległa zmniejszeniu o ok. 30% (31). Tempo ubytku gospodarstw w analizowanym okresie było w Polsce 2-krotnie większe niż tempo zmniejszania się powierzchni ziemi rolniczej, tym samym nasilając jej koncentrację. W największym stopniu (ilościowo), pomiędzy latami 2002 a 2017, zmniejszyła się liczba gospodarstw w grupach obszarowych od 1-2 i 2-5 ha UR, a więc w tych najmniejszych (rys. 4). Mimo to stanowią one ponad 50% wszystkich gospodarstw o powierzchni pow. 1 ha UR, we władaniu których pozostaje 13,6% powierzchni UR w Polsce.

Tendencję zwiększania obszaru gospodarstw należy ocenić pozytywnie, gdyż wpływa ona bezpośrednio na wzrost skali produkcji, wielkość ekonomiczną gospodarstwa i na poziom uzyskiwanych dochodów rolniczych (10, 22, 25), a Polska na tle krajów UE-28 charakteryzuje się niską średnią powierzchnią gospodarstw. W latach 2002-2017 średnia powierzchnia gospodarstwa w grupie powyżej 1 ha zwiększała się w tempie rocznym 0,27 ha średnio i w 2017 wynosiła 10,5 ha UR. Oczywiście skala zmian jest mocno zróżnicowana w kraju. Proces ten najkorzystniej kształtuje się w województwach Polski zachodniej i jak twierdzą Matyka i in. (22, 23) prowadzi on jednak do pogłębienia niekorzystnych różnic w strukturze agrarnej (polaryzacji) pomiędzy poszczególnymi województwami. Obecnie obszar UR przeciętnego gospodarstwa w województwie zachodniopomorskim (28,7 ha UR) jest 7-krotnie większy niż średni obszar gospodarstwa w woj. małopolskim (4,0 ha UR); (rys. 5). Rzutuje to oczywiście na kierunki produkcji i możliwości rozwoju

rolnictwa w poszczególnych regionach, gdyż to gospodarstwa większe obszarowo są najbardziej predestynowane do prowadzenia ziemiochłonnego typu produkcji. Obszar gospodarstwa limituje także możliwości produkcji pasz objętościowych.



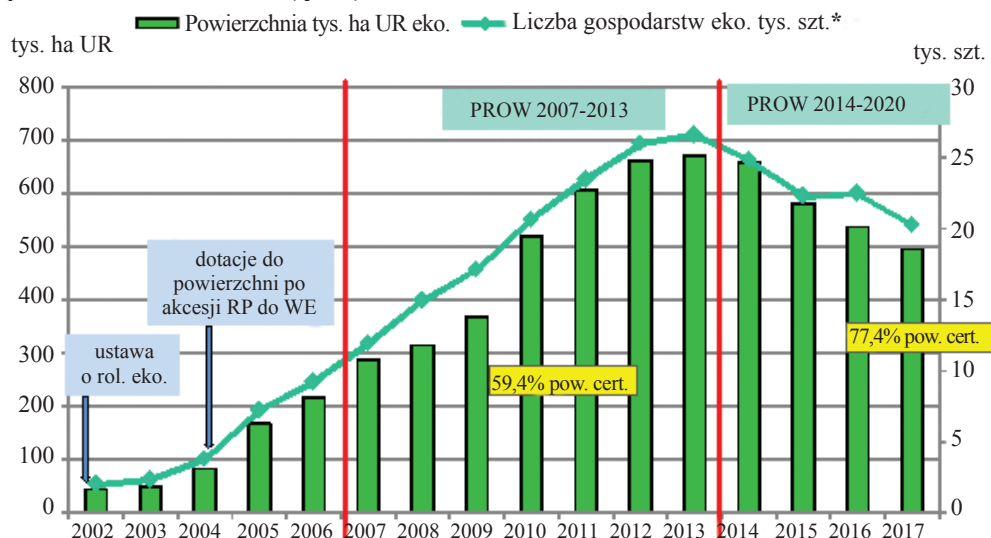
Rysunek 5. Przeciętna powierzchnia gospodarstwa w ha UR w Polsce wg województw (2016 r.)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (3, 30)

Kierunki zmian areалу użytków rolnych, powierzchni i liczby gospodarstw rolniczych (system ekologiczny)

W Polsce, dopiero po akcesji do struktur Wspólnoty Europejskiej (WE), nastąpił wzrost zainteresowania ekologicznym sposobem gospodarowania. Większe wymagania jakościowe i wprowadzony system kontroli, umożliwiający uzyskanie certyfikatu produkcji ekologicznej, zostały zrekomensowane poprzez wsparcie finansowe w ramach programów rolno-środowiskowych, jako element Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW), w kolejnych latach programowania WPR (28). Był to bardzo ważny czynnik umożliwiający dynamiczny rozwój tego systemu produkcji, opartego na wykorzystaniu naturalnych procesów zachodzących w ekosystemie. Rozwój rolnictwa ekologicznego był możliwy także ze względu na wzrost liczby zakładów

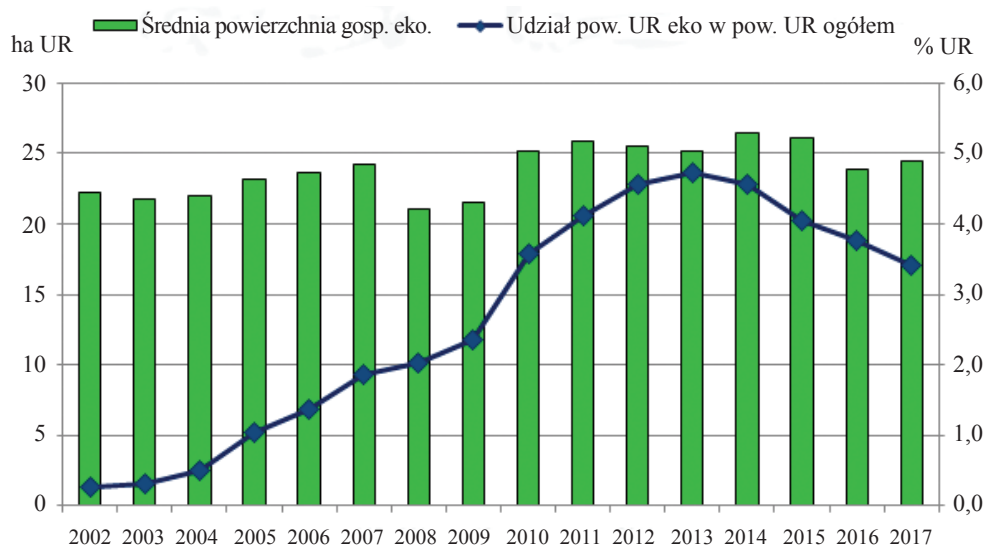
przetwarzających produkty ekologiczne, w ślad za wzrostem zainteresowania ze strony konsumentów (9). Jednak po latach dynamicznego wzrostu, widocznego szczególnie w latach 2007-2013, w kolejnych latach nastąpił regres rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce. W roku 2017 całkowita powierzchnia UR w gospodarstwach posiadających certyfikat, bądź będących w okresie przestawiania zmniejszyła się do ok. 500 tys. ha, z czego 77,4% to powierzchnia certyfikowana (rys. 6). W odniesieniu do lat 2012-2013 spadek ten wyniósł blisko 25%, a więc w o wiele większym stopniu niż dotyczył powierzchni UR ogółem. W ostatnich latach powierzchnia upraw ekologicznych stanowi ok. 3,5% całkowitej powierzchni UR w Polsce (rys. 7). Podobne tendencje widoczne są w odniesieniu do zmian liczby gospodarstw ekologicznych, bądź będących w fazie transformacji (rys. 6). Trend ten jest w ostatnich latach zgodny z trendem zmniejszania się liczby gospodarstw konwencjonalnych. Jako główne tego przyczyny należy wskazać generalnie rezygnację z prowadzenia gospodarstw małych obszarowo. Niewątpliwie, w przypadku gospodarstw ekologicznych, na rezygnację z tego kierunku gospodarowania wpłynęło także zaostrzenie kryteriów uzyskania wsparcia w obecnym PROW 2014-2020, w tym m.in. uzależnienie (powiązanie) otrzymywanych dotacji do łąk i pastwisk od posiadanego inwentarza (przeżuwaczy) (28). Zaostrzone zostały także, budzące uzasadnione kontrowersje, kryteria otrzymania dotacji do powierzchni sadów (orzecha włoskiego). Pewien wpływ wywiera także wzrost uciążliwości związanych z prowadzeniem dokumentacji i systemu kontroli (tzw. biurokracja). Jednak z drugiej strony, skutkowało to wzrostem liczby gospodarstw ekologicznych w większym stopniu produkujących na rynki, których oferta produktowa może budzić większe zainteresowanie ze strony odbiorców (przetwórstwa i handlu). Z tego także powodu obszar przeciętnego gospodarstwa ekologicznego w Polsce jest ok. 2,5-krotnie większy niż gospodarstw konwencjonalnych i w latach 2002-2017 mieścił się w przedziale 21-26,5 ha UR (rys. 7).



Rysunek 6. Zmiany UR i liczby gospodarstw* ekologicznych w Polsce w latach 2002-2017

* - gospodarstwa z certyfikatem i w okresie przestawiania

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (30), IJHARS (32, 33)

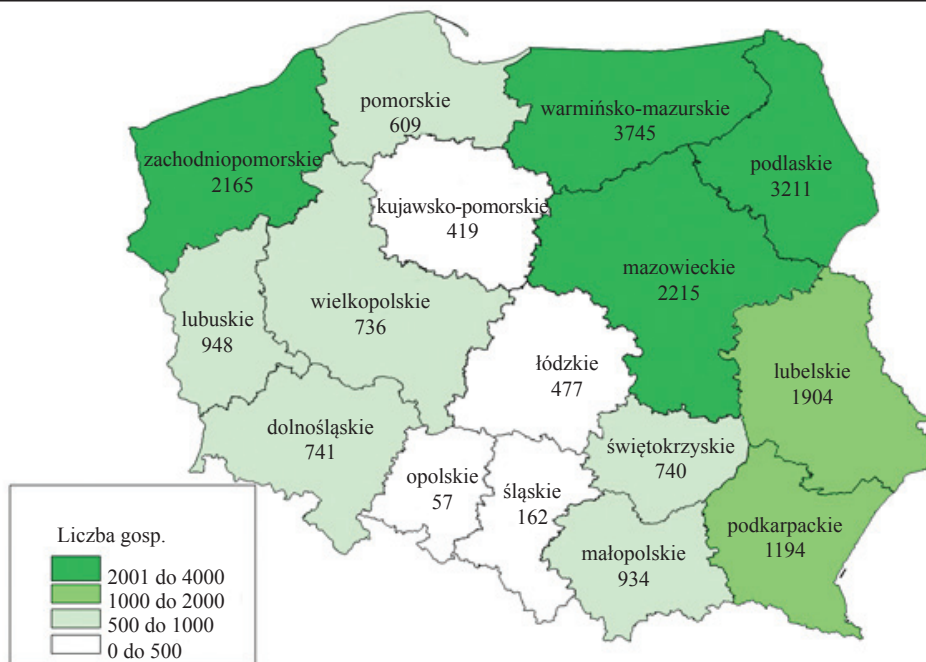


Rysunek 7. Zmiany średniej powierzchni UR w gospodarstwach ekologicznych* i udziału powierzchni UR eko. w UR ogółem Polsce w latach 2002-2017

* - gospodarstwa z certyfikatem i w okresie przestawiania

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (30), IJHARS (32, 33)

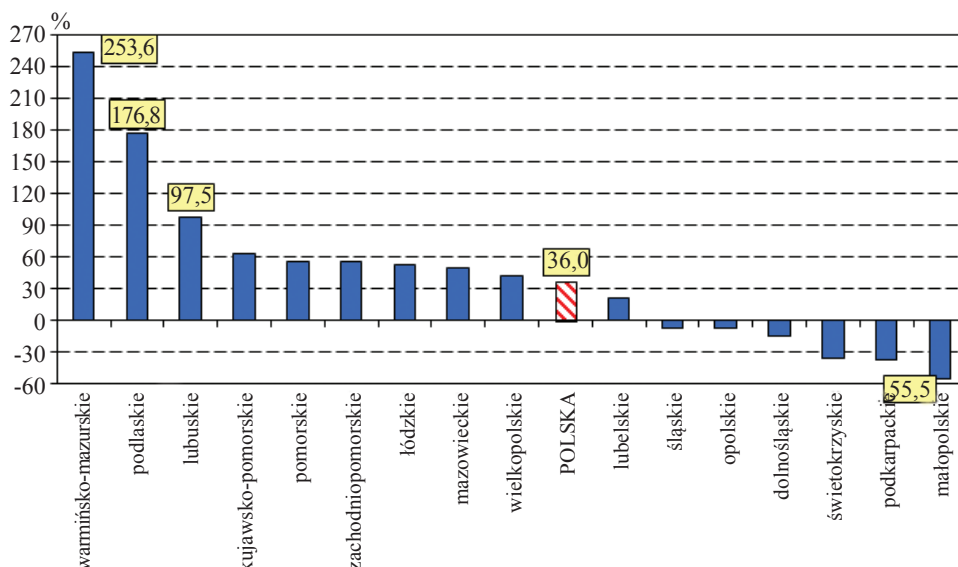
Zainteresowanie rolnictwem ekologicznym i jego rozwój w poszczególnych województwach Polski są dość mocno zróżnicowane. Jak twierdzą Jończyk i Stalenga (9), o jego rozwoju decydują, poza jakością przestrzeni produkcyjnej, także takie czynniki jak różnorodność krajobrazu, udział obszarów chronionych, udział trwałych użytków zielonych (TUZ), lesistość, ale także te o charakterze organizacyjnym i społecznym. Obecnie (w 2017 r.) najwięcej gospodarstw ekologicznych jest w województwach: warmińsko-mazurskim, podlaskim, mazowieckim i zachodniopomorskim. Stanowią one łącznie ok. 55% ogółu gospodarstw ekologicznych w Polsce, także tych będących w fazie przestawiania (rys. 8). W porównaniu do roku 2008, liczba gospodarstw ekologicznych w województwie małopolskim, podkarpackim i świętokrzyskim, będących wówczas pod tym względem w czołówce (9), uległa zmniejszeniu o 30-50% (rys. 9). Były to z reguły gospodarstwa małoobszarowe. Obecnie taki kierunek w województwach: opolskim (tylko 57 gospodarstw), śląskim, łódzkim i kujawsko-pomorskim. Natomiast, w ciągu ostatnich 10 lat, znaczący wzrost liczby gospodarstw ekologicznych odnotowano w województwach: warmińsko-mazurskim i podlaskim (odpowiednio 2,5 i 1,5-krotnie) oraz w województwie lubuskim (o 100%); (rys. 9).



Rysunek 8. Liczba gospodarstw ekologicznych* w poszczególnych województwach Polski w 2017 r.

* - gospodarstwa z certyfikatem i w okresie przestawiania

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (31)

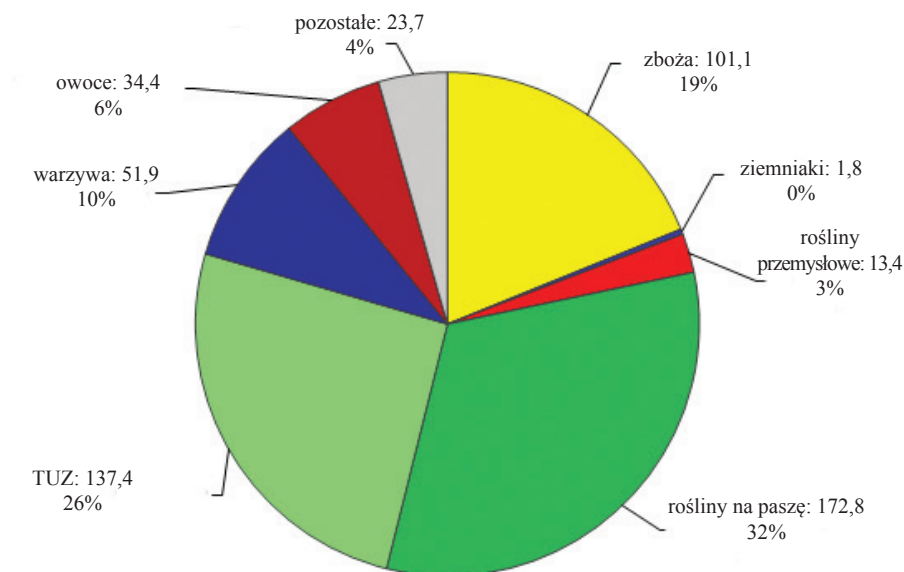


Rysunek 9. Zmiany liczby gospodarstw ekologicznych* w Polsce (% szt.) pomiędzy rokiem 2008 a 2017

* - gospodarstwa z certyfikatem i w okresie przestawiania

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (31) i IJHARS (32, 33)

W Polsce produkcja głównych upraw ekologicznych nie przekracza na ogół 1% produkcji globalnej i towarowej ogółem (31, 32, 33). Wynika to w części z faktu, że plony roślin uprawianych w tym systemie są z reguły niższe niż w systemie konwencjonalnym. Ponadto, w przeciwieństwie do ogółu gospodarstw konwencjonalnych, w strukturze UR i zasiewów na GO dominują rośliny paszowe (58%); (rys. 10), które niekoniecznie stanowią źródło paszy dla zwierząt, ze względu na znacznie niższą obsadę zwierząt gospodarstw ekologicznych (31). W poprzednich latach wynikało to z braku powiązania dopłat do roślin paszowych z warunkiem posiadania zwierząt (28). Inne znaczące pozycje w strukturze głównych upraw ekologicznych stanowią: uprawa zbóż (19%), warzyw (10%) oraz sady i rośliny jagodowe (6%) (rys. 10). Produkty tych upraw decydują w największym stopniu o wielkości i wartości towarowej produkcji ekologicznej.



Rysunek 10. Powierzchnia głównych upraw ekologicznych* w Polsce (tys. ha) w 2016 r.

* - gospodarstwa z certyfikatem po okresie przestawiania (konwersji)

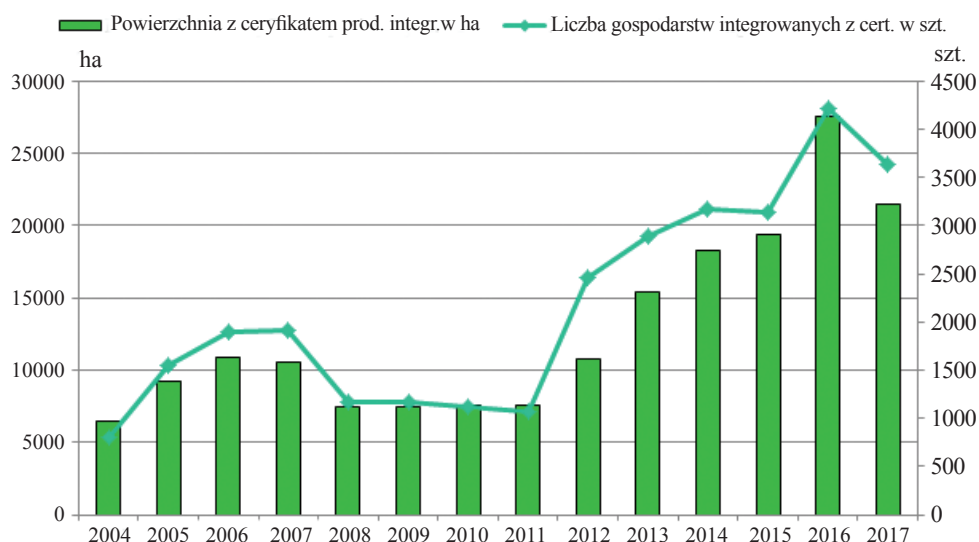
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IJHARS (32, 33)

Kierunki zmian areалу użytków rolnych, powierzchni i liczby gospodarstw rolniczych (system integrowany)

Celem gospodarowania w rolnictwie metodami integrowanymi jest uzyskanie stabilnej wydajności produkcji i dochodu rolniczego uzyskiwanego w warunkach przyjaznych środowisku przyrodniczemu (9, 20). Ten system produkcji wchodził w miejsce ekstensywnego rolnictwa tradycyjnego, mając za zadanie przeciwdziałanie nadmiernej intensyfikacji produkcji. W Polsce integrowany system gospodarowania

wdrażany i nadzorowany jest formalnie poprzez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin (PIORIN), jako Integrowana Produkcja (Metodyki); (20). Produkty tego systemu poddawane są ścisłej kontroli jakości jako jeden z warunków uzyskania certyfikatu i dotacji w ramach działania *Systemów Jakości Produktów Rolnych i Środków Spożywczych* PROW 2014-2020 (28). Dotyczy to poszczególnych produktów, a nie produkcji całych gospodarstw.

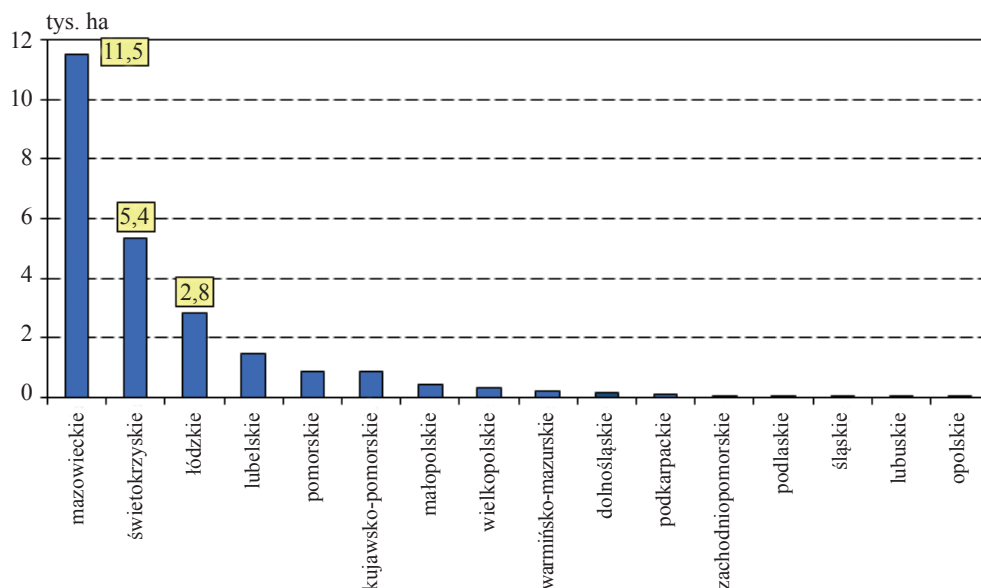
Niestety, system produkcji integrowanej nie cieszy się w Polsce zbyt dużą popularnością i według danych GUS i IJHRS w 2017 wdrażany był w 3628 gospodarstwach na powierzchni 21,5 tys. ha (rys. 11). W ciągu kilkunastu lat jego funkcjonowania, skala jego wdrażania ulegała dość dużym wahaniom, a największym zainteresowaniem cieszył się on w 2016 roku. W przekroju terytorialnym, najczęściej stosowano integrowane metody produkcji w województwach: mazowieckim, świętokrzyskim i łódzkim (84% powierzchni upraw integrowanych z certyfikatem); (rys. 12).



Rysunek 11. Zmiany UR i liczby gospodarstw* stosujących metody rolnictwa integrowanego w Polsce w latach 2004-2017

* - gospodarstwa z certyfikatem

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (31), IJHARS (32, 33)



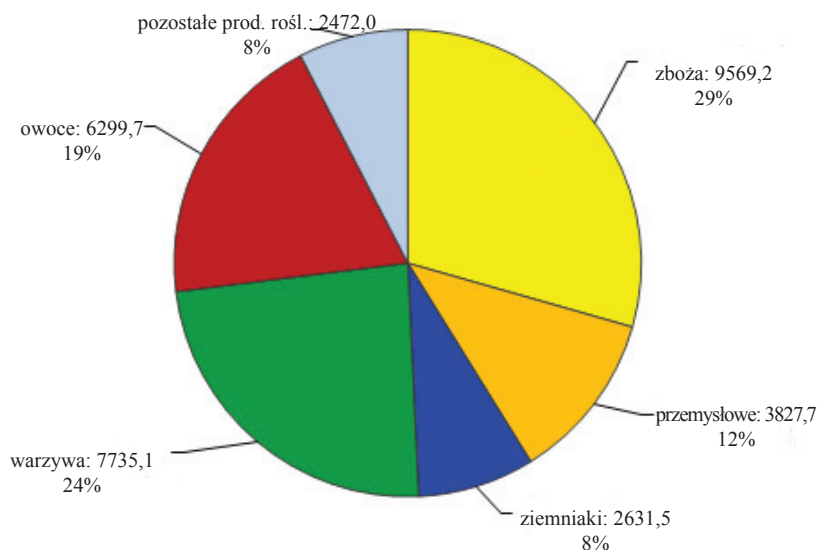
Rysunek 12. Powierzchnia uprawy objęta integrowanymi metodami produkcji wg województw Polski, średnio w latach 2015-2016

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (31)

Zróżnicowanie towarowej produkcji rolniczej (system konwencjonalny)

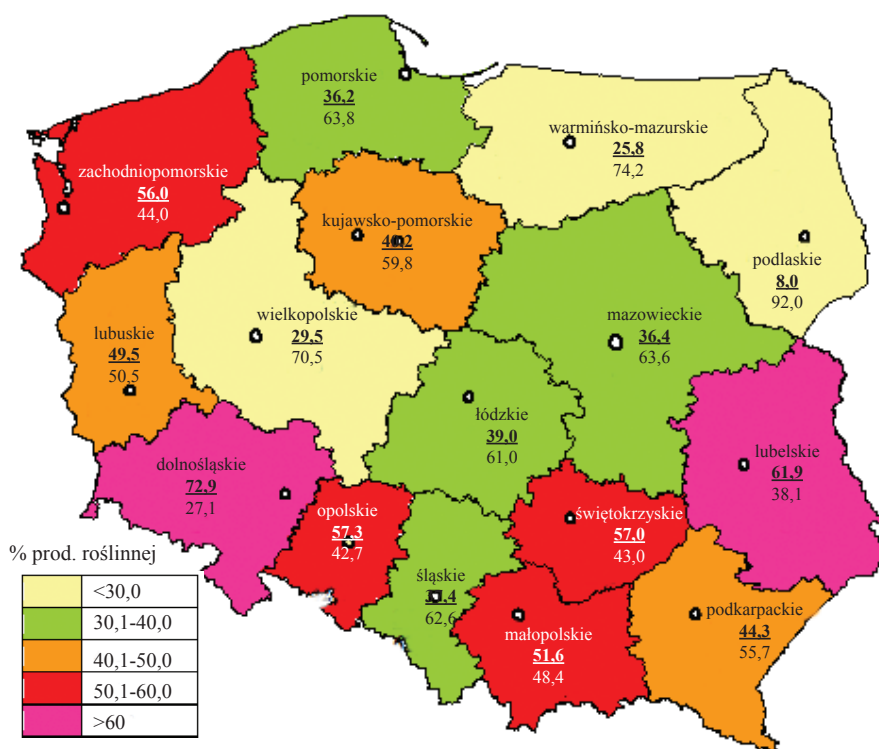
W Polsce udział produkcji roślinnej w towarowej produkcji rolniczej oscyluje wokół poziomu 40% (30). Wynika to przede wszystkim z przetwarzania części globalnej produkcji roślinnej na towarową produkcję zwierzęcą. W latach 2014-2016, wartość towarowej produkcji roślinnej wynosiła 31,6 mld zł rocznie. W strukturze towarowej produkcji roślinnej głównymi produktami są zboża (29%) oraz warzywa (24%) i owoce (19%); (rys. 13). Stosunkowo niewielki, w odniesieniu do struktury zasiewów, jest udział zbóż i wynika z przeznaczania znacznej części ich zbiorów na paszę bądź samozaopatrzenie.

Znaczenie produkcji roślinnej, mierzonej jej udziałem w towarowej produkcji rolniczej, jest jednak mocno zróżnicowane regionalnie i oprócz uwarunkowań przyrodniczo-organizacyjnych, wynika z ukierunkowania produkcyjnego, a także z zachodzących procesów specjalizacji i koncentracji (rys. 14). Województwami, w których jest ona wiodącą gałęzią, są przede wszystkim: dolnośląskie, mające blisko 73% udziału w strukturze towarowej produkcji rolniczej oraz lubelskie (62%). Innymi województwami, w których udział jej w towarowej produkcji rolniczej przekracza 50% są kolejno: opolskie, świętokrzyskie, zachodniopomorskie i małopolskie. Z kolei w województwie podlaskim udział towarowej produkcji roślinnej w produkcji rolniczej nie przekracza 10%, gdyż większość tej produkcji podporządkowana jest potrzebom produkcji zwierzęcej (13).



Rysunek 13. Struktura towarowej produkcji roślinnej (mln zł)
w podziale na poszczególne produkty w 2016 r.

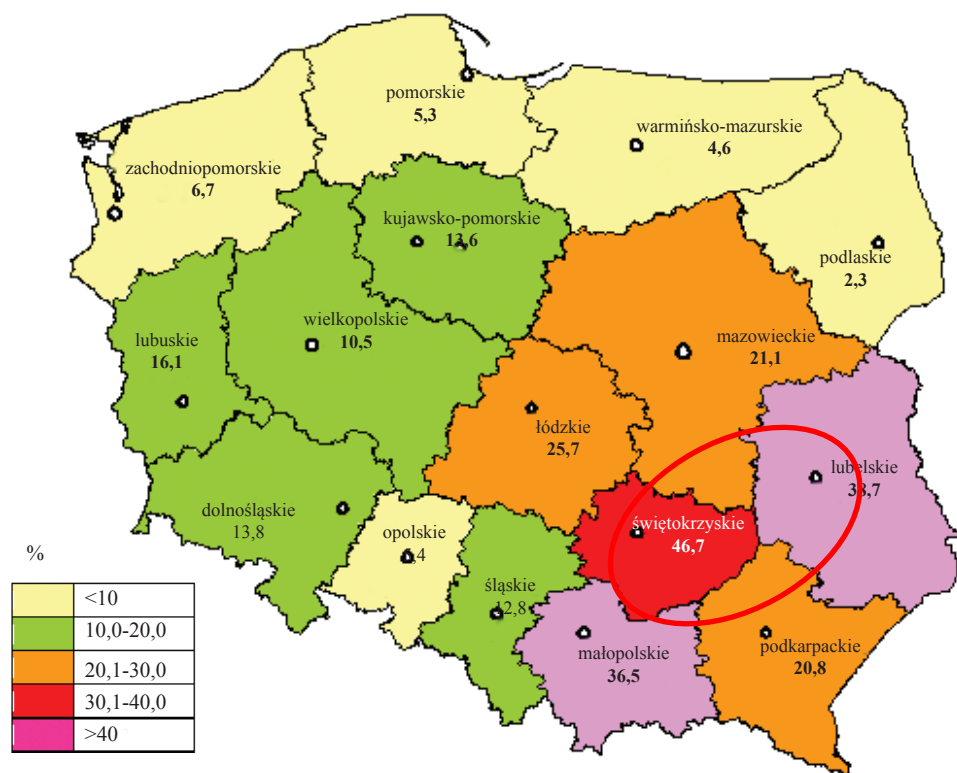
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (30)



Rysunek 14. Struktura towarowej produkcji rolniczej w % (lata 2014-2016)
w podziale na poszczególne województwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (30)

Poza zbożami, ważnym i znaczącym produktem towarowym w Polsce są owoce i warzywa. Łączna wartość ich produkcji towarowej w 2016 roku wyniosła ok. 14 mld zł (30). Poziom, a zatem także znaczenie produkcji warzywniczej i sadowniczej jest dość mocno zróżnicowany regionalnie. Największym udziałem towarowej wartości produkcji owoców i warzyw w towarowej produkcji rolniczej wyróżnia się województwo świętokrzyskie (blisko 47%), a następnie lubelskie i małopolskie (odpowiednio 39% i 37%); (rys. 15). W tych to województwach usytuowane są regiony (centra) produkcji sadowniczo-warzywniczej Polski. W czterech województwach położonych na północy Polski udział ten nie przekracza 7%. Zjawisko to jest potwierdzeniem znacznej specjalizacji produkcyjnej poszczególnych regionów i różnych kierunków rozwoju rolnictwa, wynikających z wielorakich uwarunkowań.



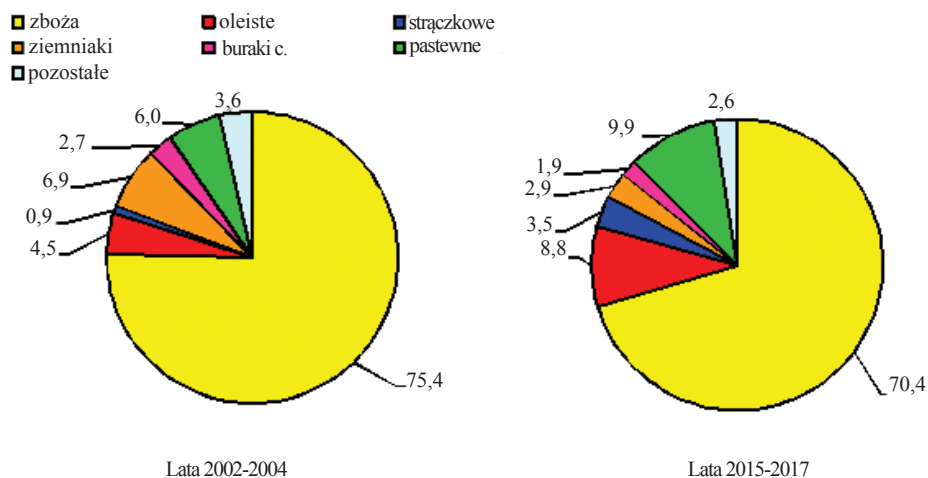
Rysunek 15. Udział warzyw i owoców w towarowej produkcji rolniczej poszczególnych województw w 2016 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (30)

Kierunki zmian powierzchni zasiewów (w czasie i przestrzeni)

Zmiany uwarunkowań rynkowych (ekonomicznych), a także zróżnicowanie uwarunkowań przyrodniczo-organizacyjnych rolnictwa, miały znaczący wpływ na zachodzące zmiany w strukturze zasiewów. Zmiany te nabrały bardziej dynamicznego i wyraźnego charakteru po objęciu Polski Wspólną Polityką Rolną (WPR), po wstąpieniu do Wspólnoty Europejskiej (WE); (22, 34, 41). W Polsce w ostatnich latach (2015-2017) w strukturze zasiewów dominujący udział mają zboża (ok. 70%); (rys. 16). Wśród zbóż systematycznie wzrasta w ostatnich latach powierzchnia uprawy kukurydzy na ziarno, jako rezultat poprawy warunków klimatycznych, wdrażania postępu hodowlanego, ale także warunków ekonomicznych – opłacalności (22). Jednak w odniesieniu do lat 2002-2004, udział powierzchni zbóż w Polsce zmniejszył się o 5 p.p. Poza zbożami, w porównywanych okresach, nastąpiło także zmniejszenie powierzchni i znaczenia uprawy ziemniaka oraz buraka cukrowego (rys. 16). Udział powierzchni uprawy tych dwóch roślin nie przekracza obecnie 5% powierzchni zasiewów. Ta spadkowa tendencja dotyczy więc roślin korzeniowo-okopowych i wynika z mniejszego zainteresowania ze strony odbiorców, tj. przemysłu rolno-spożywczego.

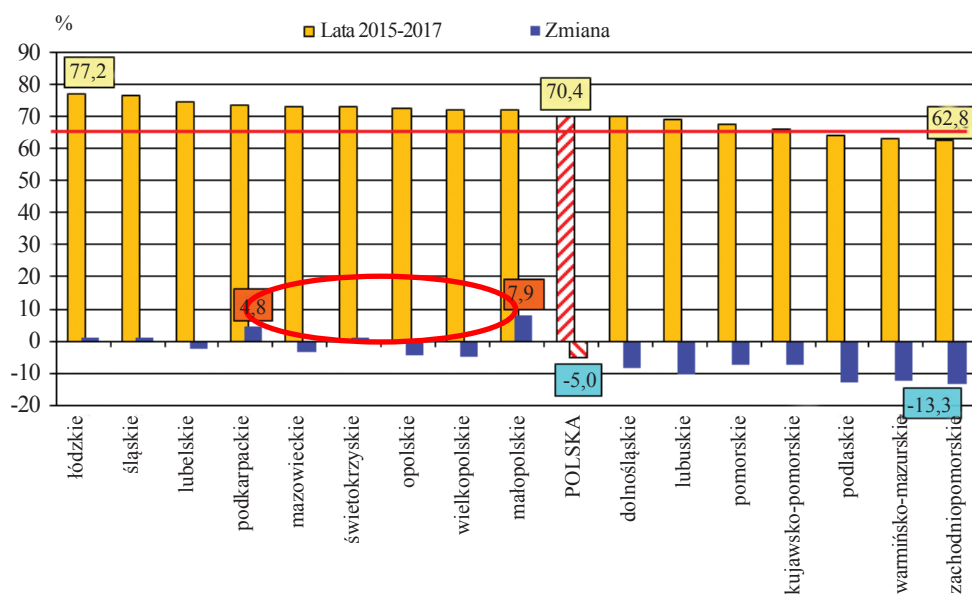
Jednakże, w tym samym czasie, tj. 15 lat, mamy do czynienia z wyraźnym wzrostem powierzchni uprawy roślin oleistych, strączkowych i pastewnych. Udział uprawy rzepaku i rzepiku, zajmujących obecnie ok. 9% powierzchni zasiewów, wzrósł blisko dwukrotnie (rys. 16), a roślin strączkowych (bobowatych) jadalnych i pastewnych – 4-krotnie. Powierzchnia ich uprawy zajmowała w latach 2015-2017 3,5% powierzchni zasiewów.



Rysunek 16. Zmiany struktury zasiewów (%) pomiędzy okresami 2002-2004 a 2015-2017

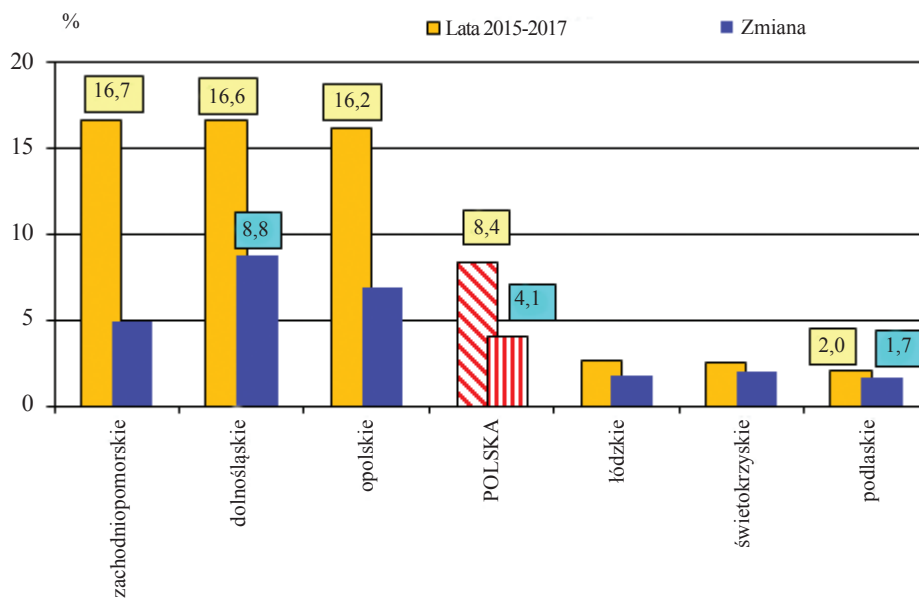
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (27, 39)

Dynamika zmian struktury powierzchni zasiewów w Polsce jest zróżnicowana terytorialnie, a tendencje ogólnokrajowe nie są tożsame z występującymi na poziomie województw. Udział zbóż w strukturze zasiewów, uprawy ziemiochłonnej, w ostatnich latach najbardziej wzrastał w województwie małopolskim i podkarpackim (wzrost o 5-8 p.p.) (tab. 17), w których dominują bardzo małe obszarowo gospodarstwa. Jak twierdzi Matyka (21), wymogi WPR w zakresie dopłat bezpośrednich, które wymuszają odpowiednie zagospodarowanie użytków rolnych, spowodowały przejście wielu gospodarstw na ekstensywną uprawę zbóż, także z uwagi na skalę braku innych alternatywnych kierunków produkcji rolniczej. Także rezygnacja z utrzymywania zwierząt skutkowałą zmniejszeniem powierzchni roślin pastewnych i uproszczeniem organizacji produkcji roślinnej. Ze względu na ich niską konkurencyjność, także pod względem zasobów kapitałowych, małoobszarowe gospodarstwa wycofują się z działalności wymagających znacznych nakładów finansowych i technologicznych, ale także pracochłonnych (z powodu trudności z ich sprzedażą, z uwagi na duże wymagania stawiane przez przetwórstwo i handel), nie mając możliwości odtworzenia majątku trwałego (10). W analizowanym okresie, zgodnie z tendencją ogólnokrajową, zmniejsza się udział zbóż w województwach w Polsce zachodniej i północnej (rys. 17). W większości tych województw, bo poza województwem podlaskim, spadek powierzchni uprawy zbóż subsydiowany jest wzrostem powierzchni uprawy rzepaku i roślin bobowatych (rys. 18 i 19). W województwie podlaskim mocno wzrosła powierzchnia uprawy roślin na paszę dla zwierząt (bydła); (18).



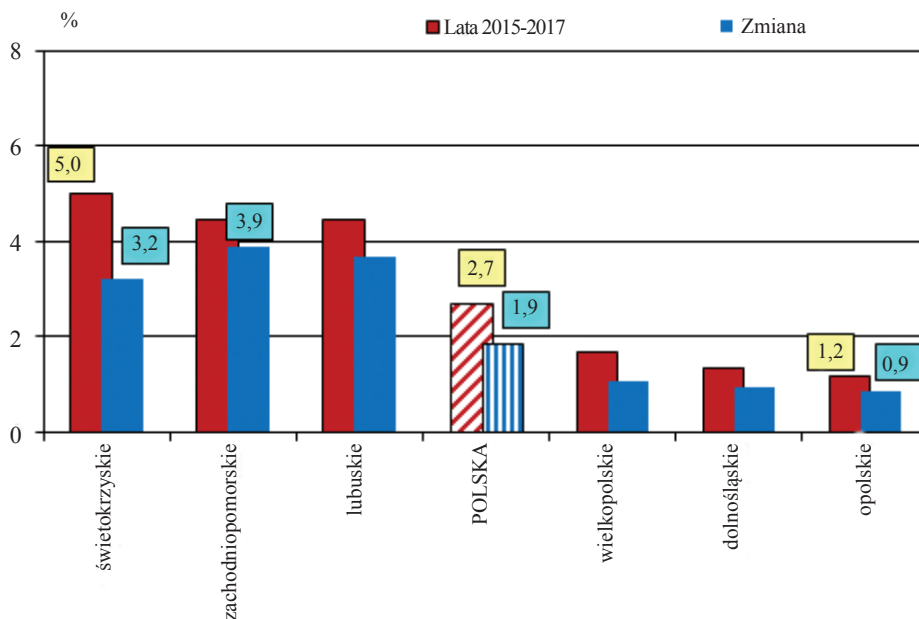
Rysunek 17. Udział zbóż w strukturze zasiewów (%) w województwach Polski i zmiany (p.p.) pomiędzy latami 2002-2004 a 2015-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (27, 39)



Rysunek 18. Udział rzepaku i rzepiku w strukturze zasiewów (%) w wybranych województwach Polski i zmiany (p.p.) pomiędzy latami 2002-2004 a 2015-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (27)

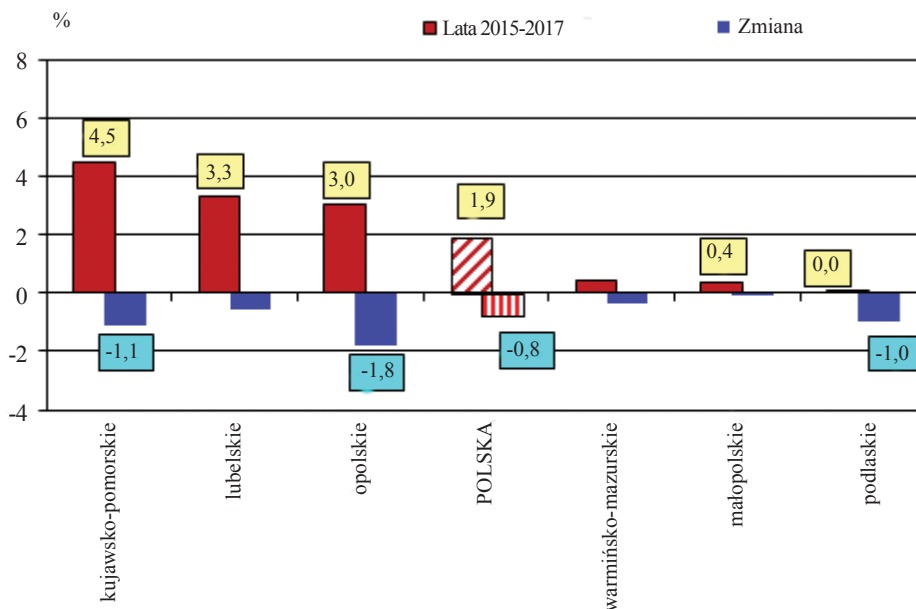


Rysunek 19. Udział strączkowych na nasiona (jadalne i pastewne) w strukturze zasiewów (%) w wybranych województwach Polski i zmiany (p.p.) pomiędzy latami 2002-2004 a 2015-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (27)

Udział rzepaku w strukturze zasiewów województw prowadzących intensyfikację bezinwentarzowej produkcji roślinną (13), tj. dolnośląskim, opolskim i zachodniopomorskim, w latach 2015-2017 przekraczał 16% (rys. 18). Tendencja zwiększania udziału zasiewów rzepaku i rzepiku od lat 2002-2004 dotyczyła wszystkich województw Polski. Także wzrostowa w ostatnich kilku latach tendencja powierzchni uprawy roślin strączkowych na nasiona i roślin pastewnych w uprawie polowej oraz wzrost ich udziału w strukturze zasiewów Polski (rys. 19), jest potwierdzeniem dużego (ponownego) wzrostu zainteresowania roślinami bobowatymi (17, 18), powodowanego także wsparciem finansowym tych upraw w ramach PROW 2014-2020 (28).

Odwrotna (spadkowa) tendencja zachodzi w ostatnich kilkunastu latach w uprawie buraka cukrowego. Udział powierzchni jego uprawy w strukturze zasiewów w odniesieniu do lat 2002-2004 zmniejszył się o 0,8 p.p. i obecnie, tj. w latach 2015-2017, średnio stanowi tylko 1,9% (rys. 20), a jego znaczenie będzie niestety prawdopodobnie dalej się zmniejszać w związku z postępującą liberalizacją rynku cukru w Europie (12, 13, 37, 40), ograniczając znacznie możliwości konstruowania poprawnych agrotechnicznie i środowiskowo płodozmianów (19). Dodatkowo, liście buraka cukrowego (ich plon uboczny) praktycznie przestały mieć jakiegokolwiek znaczenia jako źródło paszy, ze względu na intensyfikację chowu bydła, w ślad za dążeniem do poprawy efektywności i konkurencyjności oraz stawianymi wymaganiami jakościowymi produktów mleczarskich.

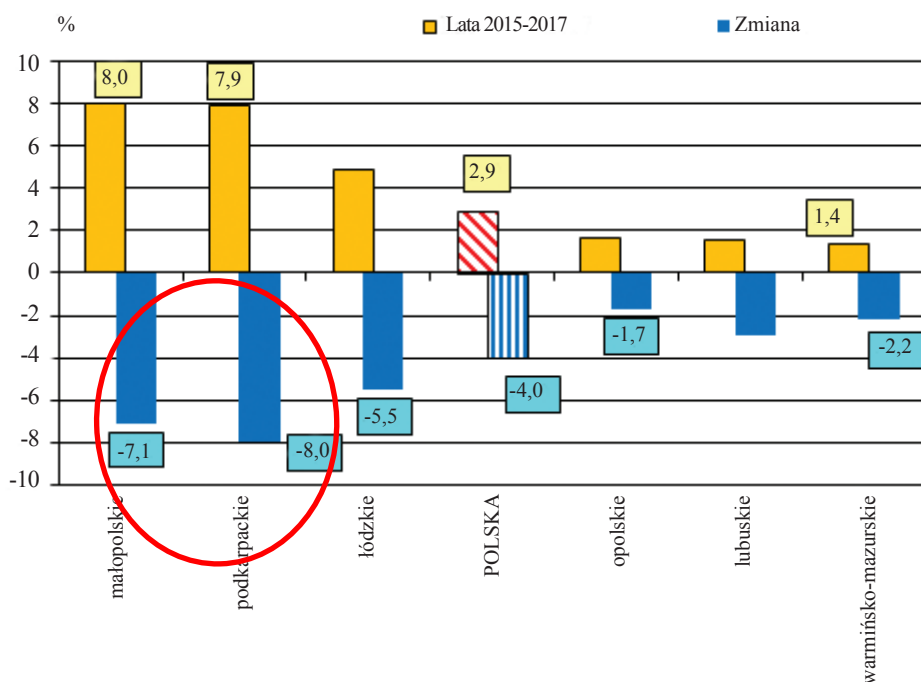


Rysunek 20. Udział buraka cukrowego w strukturze zasiewów (%)

w wybranych województwach Polski i zmiany (p.p.) pomiędzy latami 2002-2004 a 2015-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (27)

Spośród roślin uprawnych, mających w ubiegłym wieku w Polsce duże znaczenie, w bardzo dużym regresie, jeżeli chodzi o skalę produkcji, znajduje się ziemniak. Zmniejszanie powierzchni uprawy ziemniaka spowodowane było kontynuacją procesu zapoczątkowanego w latach 90, związanego ze zmianą modelu żywienia trzody chlewnej oraz nawyków żywieniowych ludzi (38). W ostatnich latach udział tej uprawy w strukturze zasiewów, porównaniu do okresu lat 2002-2004, zmniejszył się o 4 p.p i obecnie wynosi on niecałe 3% (rys. 21). Największe spadki powierzchni uprawy tej rośliny miały miejsce w województwach małopolskim i podkarpackim, ale także w łódzkim, w których dotychczas i nadal, ma on dość duże znaczenie gospodarcze, ale także jako roślina uprawiana na samozaopatrzenie. Obecnie ziemniak, także ze względu na charakter jego produkcji, coraz częściej zaliczany jest do uprawy warzyw, przestając być jedną z podstawowych roślin uprawnych w Polsce.

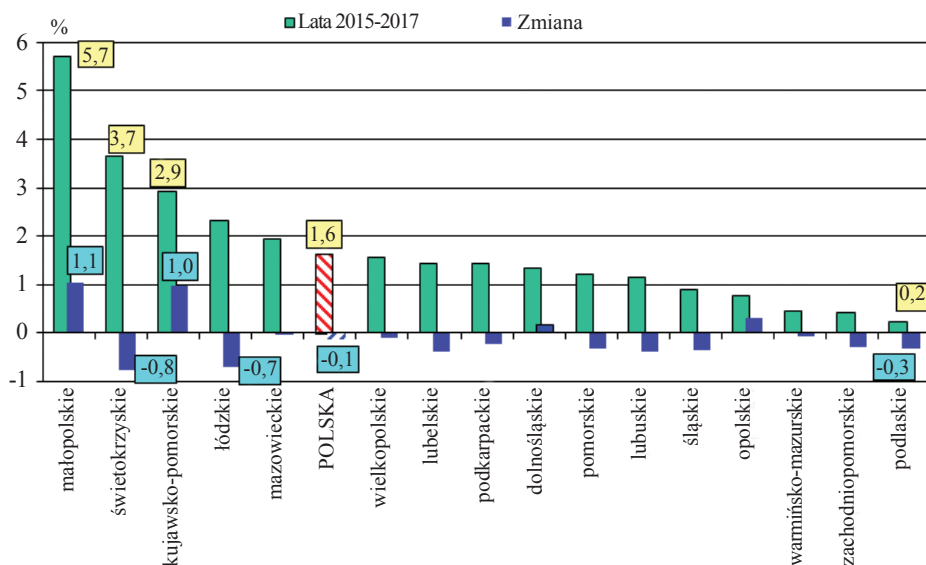


Rysunek 21. Udział ziemniaka w strukturze zasiewów (%) w wybranych województwach Polski i zmiany (p.p.) pomiędzy latami 2002-2004 a 2015-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (27)

Warzywa mają duże znaczenie i udział w towarowej produkcji roślinnej (24%) i rolniczej (9,7%) Polski (30), mimo że udział powierzchni ich uprawy w strukturze zasiewów wynosi tylko 1,6%; w skali kraju w ciągu kilkunastu lat, nie uległa większym zmianom. Inaczej jest w odniesieniu do poszczególnych województw. W odniesieniu do lat 2002-2004, w ciągu kilkunastu lat znaczący wzrost powierzchni uprawy warzyw miał miejsce tylko w województwie małopolskim i kujawsko-

pomorskim (rys. 22). Wskazuje to na dalszy wzrost znaczenia warzyw w produkcji roślinnej tych regionów. Wyraźnie zmniejszył się udział uprawy tych roślin w strukturze zasiewów w województwach świętokrzyskim i łódzkim, w których dotychczas miały one wiodące pozycje (druga i czwarta); (rys. 21). Natomiast w województwach intensyfikujących produkcję roślinną, a jednocześnie charakteryzujących się jej uproszczoną organizacją, tj. opolskim, zachodniopomorskim i warmińsko-mazurskim (12, 13), uprawa warzyw ma marginalne znaczenie. Stwierdzenie to dotyczy także województwa podlaskiego, które z kolei intensyfikuje produkcję mleka (chów krów mlecznych), której potrzebom podporządkowana jest organizacja produkcji roślinnej. W pewnym stopniu wymuszona (uzasadniona) jest ona także warunkami przyrodniczo-klimatycznymi.



Rysunek 22. Udział warzyw w strukturze zasiewów (%) w województwach Polski w latach 2015-2017 i zmiana (p.p.) w odniesieniu do lat 2002-2004

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (27)

Podsumowanie

Ocena kierunków i skutków zachodzących zmian w produkcji roślinnej, ze względu na ich złożoność, jest mocno zróżnicowana i niejednoznaczna, a często subiektywna. Niewątpliwie, znaczący wpływ mają prowadzona w Polsce od 2004 roku Wspólna Polityka Rolna UE, w tym działania realizowane w ramach PROW oraz procesy globalizacji, które oprócz zwiększenia obrotów handlu zagranicznego, w wyniku rozwoju komunikacji i informacji, przyczyniają się do zmiany zarówno systemów produkcji rolniczej, jak i modeli konsumpcji. Na złożoną ocenę zmian istotnie wpływa znaczne zróżnicowanie regionalne rolnictwa Polski. Województwa,

ze względu na różnorodność warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych, ale także środowiskowych, nie są obszarami o jednolitym rolnictwie i znaczenie regionalizacji w rozwoju rolnictwa ciągle wzrasta. Przejawia się to m.in. pogłębiającymi się zjawiskami (procesami) polaryzacji, specjalizacji i koncentracji produkcji. Analiza dotychczasowego rozwoju różnych systemów produkcji roślinnej w Polsce może być przesłanką do oceny perspektyw rozwoju.

W Polsce produkcja rolnicza zasadniczo prowadzona jest systemem konwencjonalnym. Potencjał produkcji rolniczej, a przede wszystkim roślinnej, w znacznym stopniu określony jest wielkością posiadanych zasobów ziemi uprawnej. Od wielu lat następuje stałe zmniejszanie powierzchni użytków rolnych, prowadzące do osłabienia potencjału wytwórczego, samowystarczalności i bezpieczeństwa żywnościowego kraju. Zjawisko ubytku ziemi rolniczej dotknęło najbardziej województwa śląskie, małopolskie, podkarpackie i świętokrzyskie, stanowiących razem makroregion „Małopolska i Pogórze”, wg podziału stosowanego przez FADN. W pewnym stopniu wiązać to należy z rezygnacją znacznej liczby gospodarstw małoobszarowych z prowadzenia gospodarstw. Następuje proces koncentracji ziemi w gospodarstwach o powierzchni ponad 30 ha. Obecnie jest to blisko 45% ziemi uprawnej, podczas gdy stanowią one jedynie 5,4% ogółu gospodarstw. Liczba gospodarstw o powierzchni powyżej 1 ha UR w 2017 roku wynosiła 1385 tys. szt. i w odniesieniu do 2002 roku uległa zmniejszeniu o ok. 30%. Uwzględniając tylko kryterium poprawy wydajności technicznej (ziemi) i pracy, zjawisko to należy ocenić pozytywnie. Obecnie obszar UR przeciętnego gospodarstwa w województwie zachodniopomorskim (28,7 ha UR) jest 7-krotnie większy niż średni obszar gospodarstwa w woj. małopolskim (4,0 ha UR). Obok systemu konwencjonalnego w Polsce mogą rozwijać się również systemy ekologiczny i integrowany. Ich dynamika i skala rozwoju są zróżnicowane regionalnie.

Wyraźny wzrost zainteresowania ekologicznym sposobem gospodarowania, widoczny po akcesji Polski do WE, w ostatnich latach uległ jednak wyhamowaniu. W roku 2017 całkowita powierzchnia UR w gospodarstwach posiadających certyfikat, bądź będących w okresie przedstawiania (transformacji) zmniejszyła się, w odniesieniu do lat 2012-2013, o blisko 255 do ok. 500 tys. ha, z czego 77,4% jest to powierzchnia certyfikowana. Trendy przemian agrarnych ostatnich kilkunastu lat widoczne są także w rozwoju rolnictwa ekologicznego. W ostatnich latach powierzchnia upraw ekologicznych stanowi ok. 3,5% całkowitej powierzchni UR w Polsce. Z prowadzenia tej produkcji rezygnują przede wszystkim gospodarstwa małe obszarowo. Na rezygnację z tego kierunku gospodarowania mogło wpłynąć także m.in. zaostrenie kryteriów kwalifikowalności uzyskania wsparcia w obecnym PROW 2014-2020, a także wzrost uciążliwości związanych z prowadzeniem dokumentacji i systemu kontroli (tzw. biurokracja). Z tego także powodu, obszar przeciętnego gospodarstwa ekologicznego w Polsce jest ok. 2,5-krotnie większy niż gospodarstw konwencjonalnych. W roku 2017 najwięcej gospodarstw ekologicznych było w województwach: warmińsko-mazurskim, podlaskim, mazowieckim i zachodniopomorskim, w których stanowiły

łącznie ok. 55% ogółu gospodarstw ekologicznych w Polsce. Największy wzrost liczby gospodarstw ekologicznych, w ciągu 10 lat, odnotowano w województwach: warmińsko-mazurskim i podlaskim (odpowiednio 2,5 i 1,5-krotnie). W gospodarstwach ekologicznych, w przeciwieństwie do konwencjonalnych, w strukturze UR i zasiewów na GO dominują rośliny paszowe (58%), które niekoniecznie stanowią źródło paszy dla zwierząt, ze względu na znacznie niższą obsadę zwierząt. Głównymi produktami towarowymi tego systemu produkcji są w Polsce zboża, warzywa oraz owoce sadów i roślin jagodowych.

Innym alternatywnym systemem, wdrażanym w miejsce ekstensywnego rolnictwa tradycyjnego, mającym za zadanie przeciwdziałanie nadmiernej intensyfikacji produkcji, jest rolnictwo integrowane. Niestety system ten nie cieszy się w Polsce zbyt dużą popularnością i według danych GUS i IJHRS w 2017 wdrażany był tylko w 3628 gospodarstwach na powierzchni 21,5 tys. ha. W przekroju terytorialnym największe zainteresowanie stosowaniem integrowanych metod produkcji było w województwach: mazowieckim, świętokrzyskim i łódzkim (84% powierzchni upraw integrowanych z certyfikatem).

W Polsce udział produkcji roślinnej w towarowej produkcji rolniczej oscyluje wokół poziomu 40%. Głównymi produktami towarowymi są zboża (29%), ale także warzywa (24%) i owoce (19%). Regionami w których produkcja roślinna jest wiodącą gałęzią, są przede wszystkim: województwo dolnośląskie, mające blisko 73% udziału w strukturze towarowej produkcji rolniczej oraz województwo lubelskie (62%), a następnie opolskie, świętokrzyskie, zachodniopomorskie i małopolskie.

W ciągu kilkunastu lat w wielu regionach nastąpiło zmniejszenie udziału zbóż w strukturze zasiewów, subsydiowanego wzrostem powierzchni uprawy rzepaku i roślin bobowatych. Dotyczy to województw Polski Zachodniej i Północnej, ale także województwa podlaskiego. Natomiast udział zbóż w strukturze zasiewów, uprawy ziemiochłonnej, w ostatnich latach najbardziej wzrastał w województwach małopolskim i podkarpackim (wzrost o 5-8 p.p.). Jest to wynikiem przejścia wielu małoobszarowych gospodarstw na ekstensywną uprawę zbóż, a także z uwagi na małą skalę produkcji i brak innych alternatywnych kierunków produkcji rolniczej.

Udział rzepaku w strukturze zasiewów województw intensyfikujących bezinwentarzową produkcję rolniczą, tj. dolnośląskim, opolskim i zachodniopomorskim, w latach 2015-2017 przekraczał 16%. Ta wzrostowa tendencja, podobnie jak w przypadku uprawy roślin bobowatych, dotyczyła wszystkich województw.

Odwrotna (spadkowa) tendencja zachodzi w ostatnich kilkunastu latach w uprawie buraka cukrowego. Udział powierzchni jego uprawy w strukturze zasiewów, w odniesieniu do lat 2002-2004, zmniejszył się o 0,8 p.p. i obecnie, tj. w latach 2015-2017, średnio stanowi tylko 1,9%. Dominującymi województwami pod względem powierzchni jego uprawy są: kujawsko-pomorskie, lubelskie i opolskie. W ostatnich kilkunastu latach mocno, bo o 4 p.p., zmniejszył się udział uprawy ziemniaka w strukturze zasiewów. Największe spadki powierzchni uprawy tej rośliny miały miejsce w województwach małopolskim i podkarpackim, ale także w łódzkim,

w których nadal ma ona dość duże znaczenie gospodarcze, także jako roślina uprawiana na samozaopatrzenie.

W Polsce w towarowej produkcji roślinnej duże znaczenie mają warzywa. W skali kraju powierzchnia ich uprawy, w ciągu kilkunastu lat, nie uległa większym zmianom. Największym udziałem towarowej wartości produkcji owoców i warzyw w towarowej produkcji rolniczej wyróżnia się województwo świętokrzyskie (blisko 47%), a następnie małopolskie i lubelskie (odpowiednio 37 i 39%). Natomiast w województwach prowadzących intensyfikację produkcji roślinnej, a jednocześnie charakteryzujących się jej uproszczoną organizacją, tj. opolskim, zachodniopomorskim i warmińsko-mazurskim, uprawa warzyw ma marginalne znaczenie.

Analiza aktualnego stanu rozwoju produkcji rolniczej roślinnej może stanowić podstawę do wyznaczania priorytetowych kierunków wspierania działań w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Jednak zmienność uwarunkowań makroekonomicznych jest parametrem, który często podlega dużym i gwałtownym wahaniom. Ponadto na przestrzeni kilkunastu lat, obejmujących okres funkcjonowania Polski w UE, widoczny jest proces przyspieszenia zachodzących w sposób wielokierunkowy zmian strukturalnych i organizacyjnych, oddziałujących w różnym stopniu na kierunki rozwoju różnych systemów produkcji roślinnej w Polsce, z uwzględnieniem zróżnicowania regionalnego.

Literatura

1. Aktualizacja Strategii Zrównoważonego Rozwoju Wsi, Rolnictwa i Rybactwa. MRiRW, 2018 (projekt w opracowaniu).
2. Bułkowska M.: Efekty WPR w odniesieniu do rolnictwa. W: Analiza efektów realizacji polityki rolnej wobec rolnictwa i obszarów wiejskich. Wigier M. (red.). IERiGŻ-PIB, Warszawa, 2011, **26**: 56-80.
3. Charakterystyka gospodarstw rolnych w 2016 r. GUS, Warszawa, 2017.
4. Chmurzyńska K.: Efekty WPR w odniesieniu do obszarów wiejskich. W: Analiza efektów realizacji polityki rolnej wobec rolnictwa i obszarów wiejskich. Wigier M. (red.). IERiGŻ-PIB (PW 2011-2014), Warszawa, 2011, **26**: 37-55.
5. Forecast of food, farming and fertilizer use 2016-2026: Fertilizers Europe, 2017a, 1: ss. 114.
6. Forecast of food, farming and fertilizer use 2016-2026: Fertilizers Europe, 2017b, 2: ss. 162.
7. Goraj L.: Sieć danych rachunkowości gospodarstw rolnych w Unii Europejskiej (FADN), FAPA, Warszawa, 2000, ss. 72.
8. Harasim A.: Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie. IUNG, Puławy, 2006, ss.171.
9. Jończyk K., Stalenga J.: Możliwości rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2010, **22**: 87-99.
10. Józwiak W.: Warunki gospodarowania oraz zmiany zachodzące w rolnictwie w latach 1989-2010. W: Zmiany zachodzące w gospodarstwach rolnych w latach 2002-2010. PSR 2010. Pod. red. W. Józwiaka i W. Ziętarey. GUS, Warszawa, 2013: 7-23.
11. Kopiński J.: Bilans azotu brutto - agrośrodowiskowy wskaźnik oddziaływania rolnictwa na środowisko. Opis metodyki, omówienie wyników bilansu na poziomie NUTS-0, NUTS-2. Wyd. IUNG-PIB Monografie i rozprawy naukowe, Puławy, 2017a, **55**, ss. 116.
12. Kopiński J.: Regional differentiation of changes in agricultural production in Poland in agri-environmental context/ Regionalne zróżnicowanie zmian produkcji rolniczej w Polsce w kontekście oddziaływania na środowisko. Economic and Regional Studies/ Studia Ekonomiczne i Regionalne. Wyd. PSW im. JPIL, Biała Podlaska, 2018, **11(1)**: 59-75.

13. Kopiński J.: Tendencje zmian intensywności gospodarowania azotem w regionach Polski. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2018, **20(1)**: 81-87.
14. Kopiński J.: The comparison of changes in the implementation of production and environmental objectives of agriculture in selected groups of voivodships. *Acta Sci. Pol. Oeconomia*, 2017b, **16(2)**: 87-95.
15. Kopiński J., Matyka M.: Ocena regionalnego zróżnicowania współzależności czynników przyrodniczych i organizacyjno-produkcyjnych w polskim rolnictwie. *Zag. Ekon. Rol.*, 2016, **1(346)**: 57-79.
16. Kopiński J., Matyka M.: Stan obecny i przewidywane zmiany produkcji rolniczej w Polsce w perspektywie roku 2030. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2014, **40(14)**: 45-58.
17. Księżak J., Bojarszczuk J.: Tendencje zmian produkcji i wykorzystania roślin pastewnych w Polsce, *Studia i raporty IUNG-PIB*, 2016, **47(1)**: 167-191.
18. Księżak J., Kopiński J.: Czynniki decydujące o udziale roślin pastewnych w strukturze zasiewów, *Wiś Jutra*, 2009, **3(128)**: 24-26.
19. Kuś J., Krasowicz S., Kopiński J.: Ocena możliwości zrównoważonego rozwoju gospodarstw bezinwentarzowych. (W:) *Z badań nad rolnictwem zrównoważonym* (5), red. J. S. Zegar. IERiGŻ-PIB, Warszawa, 2008, **87**, 10-38.
20. Matyka M.: Systemy gospodarowania rolniczego. Ekspertyza dla UWM w Olsztynie, 2011, ss. 10.
21. Matyka M.: Zmiany poziomu i struktury produkcji w polskim rolnictwie. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2018, **55(9)**: 77-97.
22. Matyka M., Kopiński J.: Tendencje zmian w produkcji roślinnej w Polsce w latach 2000-2014. *Monografie PW IERiGŻ-PIB*, 2016, **R-39**: 11-31.
23. Matyka M., Krasowicz S., Kopiński J.: Zmiany produkcji rolniczej w Polsce w latach 2000-2014. *Studia Biura Analiz Sejmowych*, 2016, **4(48)**: 7-36.
24. Michalczyk J.: Główne przesłanki bezpieczeństwa żywnościowego Polski i próba jego pomiaru. *Prace Nauk. UE we Wrocławiu*, 2013, **315**: 577-591.
25. Michna W.: Wizja pożądanego rozwoju rolnictwa do roku 2020. W: *Procesy zachodzące w rolnictwie polskim w latach 1990-2010, projekcje na rok 2013 i pożądana wizja rolnictwa w 2020 roku – zagadnienia wybrane*. IERiGŻ-PIB, Warszawa, 2011, **21**: 32-51.
26. Mikuła A.: Bezpieczeństwo żywnościowe Polski. *Rocz. Nauk. Rol. i Roz. Ob. Wiejskich*, 2012, **99(4)**: 39-48.
27. *Produkcja upraw rolnych i ogrodnich (2002-2017)*, GUS, Warszawa, 2003-2018.
28. *Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020*. Broszura informacyjna. MRIRW, Warszawa, 2016, ss. 29.
29. Rudnicki R., Wiśniewski Ł., Kluba M.: Poziom i struktura przestrzenna rolnictwa Polskiego w świetle wyników Powszechnego Spisu Rolnego 2010. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2015, **17(3)**: 335-343.
30. *Rocznik Statystyczny Województw*. GUS, Warszawa, 2004-2018.
31. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa*. GUS, Warszawa, 2003-2018.
32. *Rolnictwo ekologiczne w Polsce. Raport 2007–2008*. IJHARS, www.ijhar-s.gov.pl
33. *Rolnictwo ekologiczne w Polsce. Raport 2015–2016*. IJHARS, www.ijhar-s.gov.pl
34. Runowski H.: *Ekonomika rolnictwa – przemiany w gospodarstwach rolnych*. W: N. Drejerska (red.) *Rolnictwo, gospodarka żywnościowa, obszary wiejskie – 10 lat w Unii Europejskiej*. Wyd. SGGW, Warszawa, 2014: 31-48)
35. Stany M.: *Przestrzenne zróżnicowanie rozwoju obszarów wiejskich w Polsce*. IRWiR-PAN, Warszawa, 2013, ss. 331.
36. *Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020*. MRiRW, Warszawa, 2012.
37. Szajner P.: *Strategiczne aspekty rozwoju sektora cukrowniczego w Polsce po reformie regulacji rynkowych w 2017 r.*, Mat. Konf. IERiGŻ-PIB, Licheń, 2017. http://ierigz.waw.pl/download/21076-Strategiczne_aspekty_rozwoju_sektora_cukrowniczego_w_Polsce_po_reformie_regulacji_rynkowych_w_2017_r.pdf
38. Świetlik K.: Makroekonomiczne ujęcie zmian cen żywności w Polsce w latach 2001-2015. [w:] Hamulczuk M. (red.) *Ceny żywności w Polsce i ich determinanty*. Wyd. IERiGŻ-PIB (PW 2015-2018), 2016, **29**: 35-58.

39. Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w 2002, ... 2017 roku. GUS, Warszawa, 2003-2018.
 40. Wąs A., Majewski E., Komińczuk M.: Wpływ deregulacji rynku cukru na organizację i wyniki ekonomiczne polskich gospodarstw rolniczych. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2016, **18(4)**: 239-246.
 41. Wigier M. (red.): Analiza efektów realizacji polityki rolnej wobec rolnictwa i obszarów wiejskich. Wyd. IERiGŻ-PIB (PW 2011-2014). Warszawa, 2011, **26**, ss. 144.
 42. Zegar J. S. (red.), Bański J., Czyżewski B., Filipiak T., Maciejczak M., Matuszczak A., Runowski H.: Z badań nad rolnictwem zrównoważonym (39). IERiGŻ-PIB, Warszawa, 2017, **47**, ss. 145.
-

Adres do korespondencji:

dr hab. Jerzy Kopiński
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel.: (81) 4786 821
e-mail: jkop@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Jerzy Kopiński	0000-0002-2887-4143

Alina Bochniarz

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

OBJAWY ŻEROWANIA CHRZĄSZCZY NA ROŚLINACH WIERZBY*

Słowa kluczowe: owady, liście, pędy, foliofagi, ksylofagi

Wstęp

Chrząszcze są najliczniejszą gatunkowo grupą owadów wśród szkodników wierzby, często dominują również pod względem liczby osobników odławianych na plantacjach (6, 29). Gatunki różnią się ze względu m.in. na wielkość, sposób żerowania, okres występowania w uprawach, liczbę pokoleń w roku, preferencje pokarmowe i środowiskowe czy cykl rozwojowy. Wszystkie chrząszcze mają gryzący aparat gębowy, co determinuje rodzaj powodowanych przez nie uszkodzeń. Jednak na ogólny obraz szkód na roślinie wpływa miejsce (atakowany organ), liczba żerujących osobników, stadium rozwojowe (larwy, owady dorosłe), obecność innych agrofagów (22, 25). Gatunki, a nawet odmiany/klony wierzby są w różnym stopniu podatne na atak chrząszczy (9, 21). Decydują o tym: budowa (np. kształt i grubość liści, obecność włosków, grubość łodyg), fenologia i właściwości biochemiczne (7, 38, 40). Ocena zagrożenia plantacji zależy od przeznaczenia plonu, gdyż uszkodzenia powodowane przez chrząszcze w różny sposób wpływają na parametry technologiczne surowca (13).

Szkodniki z rzędu chrząszczy zaobserwowane na plantacji można stosunkowo łatwo odpowiednio zaklasyfikować na podstawie wyglądu. Jednak często odnalezienie owada i bezpośrednie oznaczenie są utrudnione, np. ze względu na jego skryty tryb życia, ubarwienie maskujące, żerowanie wewnątrz roślin lub w glebie czy krótki okres obecności w uprawach. W takich przypadkach w identyfikacji i ocenie przybliżonej liczebności szkodnika pomagają objawy jego żerowania.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

Źródła danych

Przedstawione opracowanie powstało na podstawie danych literaturowych i obserwacji terenowych. Wykorzystane piśmiennictwo objęło artykuły naukowe, klucze do oznaczania owadów i podręczniki dla plantatorów wierzby. Obserwacje były prowadzone na plantacjach doświadczalnych i towarowych oraz w naturalnych stanowiskach wierzb, w latach 2014–2019. Uwzględniono głównie podstawowe szkodniki wierzby. Materiał podzielono na rozdziały według miejsca żerowania chrząszczy na roślinie. Na końcu każdego z nich krótko scharakteryzowano wpływ powodowanych uszkodzeń na wierzbę i plon. Do opracowania dołączono zestawienie wybranych gatunków chrząszczy i uszkodzanych przez nie organów rośliny (tabela 1).

Liście

Uszkodzenia liści są najłatwiej zauważalne. Mogą przybierać skrajną formę tzw. gołożerów, kiedy całe ulistnienie jest zniszczone. Wygryzienia na liściach mają różny kształt, lokalizację na blaszce, położenie względem nerwów, głębokość. Dotyczą też różnych klas wiekowych liści, chociaż z reguły chrząszcze preferują liście młode. Na ogólny efekt widoczny na roślinie wpływa ilość żerujących osobników. Można wyróżnić kilka charakterystycznych typów uszkodzeń (za: Łabano wski, 1996 (17)).

Chrząszcze mogą wygryzać **dziury** zlokalizowane wewnątrz blaszki liściowej i obejmujące cały jej przekrój. W ten sposób żerują głównie niektóre stonki, zarówno larwy, jak i osobniki dorosłe, i chrząszcze żukowate (fot. 1). Zwykle pozostawiany jest nerw główny i nerwy boczne pierwszego rzędu, ale niektóre gatunki, np. rynnica topolowa i dwudziestokropkowa, potrafią zgryzać również te elementy liścia. Brzegi wygryzień mogą być gładkie lub poszarpane. Dziury o nierównych brzegach w liściach wierzby wygryzają na przykład chrząszcze kózkowate (10). Małe, płytkie, punktowe lub liniowe wygryzienia są efektem żerowania drobnych ryjkowców, których larwy minują liście.

Podobnym typem uszkodzeń są tak zwane **żery zatokowe**. Mają półkolisty kształt i zlokalizowane są na brzegu liścia. Są typowe dla chrząszczy ryjkowcowatych. Na ogół są to niewielkie uszkodzenia, jednak w przypadku znaczyna dwuplamka (fot. 2) mogą dochodzić nawet do nerwu głównego. Również drobniejsze chrząszcze z tej grupy, np. naliściaki czy obryzgi, występujące masowo, mogą wyjadać dużą powierzchnię liścia.

Wybrane chrząszcze uszkadzające wierzbę i miejsce żerowania osobników dorosłych i larw

Tabela 1

Chrząszcze	Miejsce żerowania na roślinie					kwiatostany	pąki na karpie
	liście	pędy niezdrewniałe	karpa i pędy zdrewniałe	korzenie			
Chrząszcze stonkowate (Chrysomelidae)							
Rynnica topolowa <i>Chrysomela populi</i> Linnaeus, 1758	D, L						
Rynnica dwudziestokropkowa <i>Chrysomela vigintipunctata</i> (L.A. Scopoli, 1763)							
Jątrzewki <i>Phratora</i> spp.	D, L						
Szarynka iwówka <i>Lochmaea caprea</i> (Linnaeus, 1758)	D, L						
Wprzeżka różnobarwna <i>Plagiodera versicolora</i> (Laicharting, 1781)	D, L						
Łozówka złotawa <i>Crepidodera aurata</i> (Th. Marsham, 1802)	D						
<i>Zeugophora flavicollis</i> (Th. Marsham, 1802)	D (wygryzienia) L (miny)						
Chrząszcze ryjkowcowate (Curculionidae)							
Krytoryjek olchowiec <i>Cryptorhynchus lapathi</i> (Linnaeus, 1758)		D	L				
Znaczn dwuplamek <i>Lepyrus palustris</i> (L.A. Scopoli, 1763)	D	D		L			D
Naliciaki <i>Phyllolobius</i> spp. Obryzgi <i>Polydrusus</i> spp.	D			L(?)			
<i>Tachyerges</i> spp. <i>Isochnus</i> spp. <i>Rhamphus pulicarius</i> (J.F.W. Herbst, 1795)	D (wygryzienia) L (miny)						

Tabela 1 cd.

Wybrane chrząszcze uszkadzające wierzbę i miejsce żerowania osobników dorosłych i larw

Chrząszcze	Miejsce żerowania na roślinie					pąki na karpie
	liście	pędy niezdrewniałe	karpa i pędy zdrewniałe	korzenie	kwiatostany	
Topolniki <i>Dorytomus</i> spp.	D				L	
Chrząszcze kózkowate (Cerambycidae)						
Zgrzypik twardokrywka <i>Lamia textor</i> (Linnaeus, 1758)	D	D	L	L		
Dłużynka dwukropkowa <i>Oberea oculata</i> (Linnaeus, 1758)	D	D	L			
Wonnica piżmówka <i>Aromia moschata</i> (Linnaeus, 1758)			L			
Chrząszcze żukowate (Scarabaeidae)						
Ogrodnica niszczyliska <i>Phyllopertha horticola</i> (Linnaeus, 1758)	D			L		
Listnik zmiennobarwny <i>Anomala dubia</i> (L.A. Scopol, 1763)	D			L		
Chrabąszcz majowy <i>Melolontha melolontha</i> (Linnaeus, 1758)	D			L		
Chrabąszcz kasztanowy <i>Melolontha hippocastani</i> Fabricius, 1801						

Nazewnictwo łacińskie i systematyka za 19

L – larwa, D – osobnik dorosły

(?) larwy żerują na korzeniach, ale prawdopodobnie nie wierzby (6)

spp. – różne gatunki z danego rodzaju

Zestawienie na podstawie obserwacji własnych i danych literaturowych: 4, 5, 8, 10, 18, 27, 31, 34.



Fot. 1. Dziury wygryzione w liściu wierzby przez ogrodnicę niszczylistkę

Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne



Fot. 2. Żer zatokowy znaczyna dwupłamka

Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne

Jeżeli wygryzienie nie obejmuje całej grubości liścia i pozostaje nieuszkodzona skórka dolna lub górna, powstają tzw. **okienka**. Takie uszkodzenia mogą być wynikiem żerowania np. łozówki złotawej (fot. 3) lub szarynki iwówki. Po pewnym czasie skórka może wysychać i wykruszać się. Okienka występują zwykle równocześnie z dziurami podobnej wielkości. Jeśli zlokalizowane obok siebie pokrywają dużą powierzchnię liścia, powodują jego zasychanie.



Fot. 3. Okienka wygryzione w liściu wierzby przez łozówkę złotawą

Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne

Charakterystyczne dla niektórych gatunków stonек, np. wprzeczeki różnobarwnej i jątrewek, jest tzw. **szkieletowanie liścia**, czyli wygryzanie tkanek tak, że pozostaje tylko siateczka żyłek (fot. 4). Uszkodzenia takie powodują osobniki dorosłe i starsze larwy. Podobnie żerują najmłodsze larwy stonек, jednak wygryzienia nie obejmują całego przekroju blaszki liścia. Młode larwy żerują zwykle w skupieniach. Przebywające obok siebie osobniki wygryzają małe wgłębienia w tkankach liścia, zlokalizowane jedno obok drugiego, tak że pokrywają całą powierzchnię na górnej lub dolnej stronie blaszki. Posuwają się zwykle od wierzchołka liścia ku jego podstawie (fot. 5). Uszkodzone fragmenty liści zasychają i skręcają się.

Uwaga: Podobne uszkodzenia (dziury, szkieletowanie) mogą powodować szkodniki o gryzącym aparacie gębowym z innych rzędów, przede wszystkim larwy motyli i błonkówek.



Fot. 4. Liście wierzby zeszkieleutowane przez chrząszcze szarynki iwówki

Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne



Fot. 5. Żerujące w grupie larwy rynnicy dwudziestokropkowej

Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne

Oddzielnym typem uszkodzeń liści są **miny**. Powstają one przez wygryzienie wewnętrznych tkanek liścia między (nieuszkodzoną) skórą dolną i górną. Mają różne położenie, będące wypadkową lokalizacji jaja i aktywności larwy – przy nerwie głównym, przy brzegu liścia, w jego części wierzchołkowej lub przyogonkowej. Mogą przyjmować wygląd wąskich korytarzy lub owalnych komór różnej wielkości (5). Początkowo są jasne, po pewnym czasie ciemnieją na skutek gromadzenia się wewnątrz odchodów i procesów degeneracji skórki (31). W niektórych przypadkach pod światło widać żerującą larwę lub kokon poczwarkowy. Miny mogą występować pojedynczo lub po kilka na jednym liściu (5). W taki sposób żerują larwy niektórych niewielkich ryjkowców i stonków (1, 8).

Uwaga: Podobnie wyglądają żerowiska larw niektórych motyli. Ich opuszczone miny można odróżnić np. po wystających z nich wąskich egzuwacjach poczwarkowych.

Wierzba ma duże zdolności regeneracyjne, więc nawet gołozery nie powodują zupełnego zamierania roślin. Zmniejszenie powierzchni aparatu asymilacyjnego wpływa jednak negatywnie na plon i trwałość plantacji (3, 23), szczególnie jeśli jednocześnie wystąpią inne czynniki ograniczające, np. brak wody, choroby. Najbardziej wrażliwe na uszkodzenia liści są plantacje młode (30). Groźna jest szczególnie defoliacja powtarzająca się w jednym roku lub w kolejnych latach (3). Dlatego za foliofagi o największym znaczeniu uważa się chrząszcze stonkowate, które zwykle występują licznie i mają skłonność do pojawów gradacyjnych, na wierzbie żerują zarówno larwy, jak i osobniki dorosłe, zazwyczaj niszczą dużą powierzchnię liści i mają kilka (do trzech) pokoleń rocznie (12). Masowe pojawy stonków na wierzbie są często opisywane w literaturze fachowej (2, 20, 24), a nawet w popularnych mediach, bo swoją skalą budzą zainteresowanie obserwatorów. Mniejsze znaczenie mają chrząszcze żukowate, gdyż ich żerowanie na liściach jest stosunkowo krótkie, a liczne pojawy zdarzają się rzadko (27). Również ryjkowce, mimo powszechnego występowania, nie powodują znacznych strat powierzchni liściowej (6). Żerowanie kózek nie ma praktycznego znaczenia, chrząszczy jest niewiele i odbywają tylko krótkie żery regeneracyjne lub żery dojrzewania (10). W podręcznikach dla plantatorów jako zagrożenia dla plonowania wierzby nie traktuje się również minowania liści, jednak w literaturze są doniesienia o gradacyjnych pojawach miniarek, dotyczące jednak szkodników z innych rzędów (15).

Pędy niezdrewniałe (jednoroczne)

Na plantacjach wierzby można czasem zaobserwować wędnięcie wierzchołków pędów (fot. 6), które początkowo zwisają, później zasychają, czasem się obłamują. U podstawy uszkodzonego fragmentu na łodydze widać niewielkie dziurki lub rozleglejsze jednostronne wygryzienia. W ten sposób uszkadzają pędy osobniki dorosłe odpowiednio krytoryjka olchowca i znaczyzna dwupłamka. Uszkodzenia takie powstają głównie wiosną, kiedy żerowanie na młodych pędach jest potrzebne owadom

do uzyskania dojrzałości rozrodczej (32). W następstwie wyłączenia hamującego wpływu pąka wierzchołkowego wytwarzają się pędy boczne. Miotlasty pokrój pędów jest cechą niekorzystną technologicznie. Taki materiał nie może być wykorzystany w wikliniarstwie, nie nadaje się też do produkcji sadzonek (13).

Przez cały okres wegetacji na zielonych, niezdrewniałych pędach mogą być widoczne niewielkie okrągłe lub owalne wygrzienia, często skupione po kilka obok siebie, czasem sięgające aż do rdzenia łodygi. Są to miejsca żerowania chrząszczy krytoryjka olchowca (fot. 7). Uszkodzone fragmenty pędów są mniej wytrzymałe i nieestetycznie przebarwione, co ogranicza wykorzystanie takiego surowca w wikliniarstwie (13).

Korę na młodych pędach ogryzają też chrząszcze kózek, ale nie powodują znaczących strat, bo żerują krótko i są nieliczne (10).



Fot. 6. Wierzchołki pędów wierzby więdnące na skutek podgryzienia przez krytoryjka olchowca
Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne



Fot. 7. Dziurki wygrzyzione w młodym pędzie wierzby przez krytoryjka olchowca

Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne

Pędy zdrewniałe

Larwy niektórych chrząszczy szkodników wierzby, żerują wewnątrz zdrewniałych pędów. Oczywiście nie są bezpośrednio widoczne z zewnątrz, ale o ich obecności świadczą różnorodne objawy. Najbardziej charakterystyczne są usuwane na zewnątrz trocinki. Są to ekskrementy i pozostałości z wygrzania chodników, wyrzucane przez otworki wentylacyjne. Jeśli wiórki pochodzą z zewnętrznych warstw łądy, mają brązowe zabarwienie, są drobne, często pozbijane w cienkie wałeczki. Pochodzące z żerowania i budowy chodników w drewnie są jasne i większe, np. w przypadku zgrzypika twardokrywki ich długość może nawet nieco przekraczać 2 cm (35). Zazwyczaj gromadzą się na podłożu u podstawy rośliny (tzw. karpy trocinkowe – fot. 8). Specyficznym przykładem ksylofaga jest wonnica piżmówka – jej larwy nie wyrzucają wiórków na zewnątrz, gromadząc je w chodnikach. Żerowiska larw można jednak rozpoznać po charakterystycznym zapachu piżma (10). Czasem uszkodzeniom pędów towarzyszą wycieki soku tworzące ciemne plamy na korze. Są łatwe do zauważenia, bo przywabiają inne owady, np. osy, chrząszcze sprężkowate, muchówki. Młode larwy niektórych gatunków chrząszczy rozpoczynają żerowanie płytko pod korą. W tych miejscach ulega ona przebarwieniu, zapada się, pęka. Larwy wygrzają wewnątrz rośliny komory lub korytarze. Chodniki mogą mieć różną długość,

u niektórych gatunków dochodzą do 40 cm. Zlokalizowane są w różnych miejscach: w pniach, cienkich lub grubych gałęziach, karpach. Takie uszkodzenia powodują czasem łatwo zauważalne wędnięcie, a także zamieranie pędów i całych roślin. Obecność niektórych ksylofagicznych chrząszczy można poznać po okrągłych lub owalnych otworach wylotowych, przez które młode osobniki opuszczają zdrewniałe części rośliny po wyjściu z poczwarek (10, 40).

Objawy żerowania chrząszczy wewnątrz roślin wierzby z reguły nie są charakterystyczne dla gatunku. Dokładna identyfikacja szkodnika możliwa jest dopiero po rozcięciu łodygi, na podstawie wyglądu larw, poczwarek i komór poczwarkowych, osobników dorosłych przebywających jeszcze wewnątrz rośliny oraz wymiarów korytarzy i lokalizacji skupień wiórków.



Fot. 8. Karpa trocinkowa

Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne

Chrząszcze żerujące w zdrewniałych częściach roślin wierzby należą głównie do rodziny kózkowatych. Mogą powodować obumieranie i wypadanie pędów i całych roślin. W naturalnych siedliskach zwykle nie występują masowo, jednak

monokulturowe plantacje wierzby stwarzają im dogodne warunki życia, szczególnie jeśli pędy nie są ścinane corocznie, co umożliwia im przejście całego, zwykle kilkuletniego, cyklu rozwojowego (10, 12, 40).

Za najgroźniejszego szkodnika, którego larwy żerują w zdrewniałych częściach wierzby, uważany jest krytoryjek olchowiec. Chodniki larwalne zlokalizowane zwykle w odziomkowych fragmentach, szczególnie jeśli występują obok siebie, zmniejszają wytrzymałość pędów na obciążenia. Wystarczy silny podmuch wiatru lub duży opad śniegu by spowodować wyłamywanie się uszkodzonych pędów. Jeśli plantacja jest licznie zasiedlona, szkody takie mogą dotyczyć dużej jej powierzchni (32). Larwy żerujące w karpach prowadzą do ich zamierania, butwienia, obniżają liczbę młodych odrostów i plon biomasy (28, 33).

Uwaga: W pędach i karpach wierzby żerują również gąsienice motyli, np. trociniarki czerwicy i przezierników. Trocinki przez nie wyrzucane są zwykle połączone nitkami przędzy (36).

Pąki na karpie

Na niektórych plantacjach można zaobserwować wiosną uszkodzenia pąków na karpach. Są one systematycznie wygryzane, co nie pozwala się rozwinąć młodym pędom. Zwykle uszkodzenia takie występują płatowo, a zajęte fragmenty plantacji wiosną wyglądają jak zamarłe, bo nie widać zielonych odrostów. Jest to skutek żerowania chrząszczy znacznina dwupłamka. Jeżeli wiosna jest wczesna, chrząszcze wychodzą z zimowych kryjówek zanim rozwiną się liście na wierzbach i z ich braku atakują pąki (4, 13). Najbardziej zagrożone są uprawy w wilgotnych siedliskach (13).

Korzenie

Uszkodzenia korzeni nie są bezpośrednio widoczne, ale o problemie świadczą więdnące i zamierające, często placowo, rośliny. W glebie w pobliżu korzenia stwierdza się obecność pędrakowatych larw. Larwy chrząszczy żukowatych zjadają drobne korzonki, a z grubszych ogryzają korę (4). Żer larw znacznina dwupłamka na korzeniu głównym i najgrubszych korzeniach bocznych pozostawia pasowe (37) lub spiralne (4) wygryzienia kory sięgające czasem aż do drewna. Wewnątrz korzeni i szyi korzeniowej żerują larwy zgrzypika twardokrywki z rodziny kózkowatych. Wygryzają tunele i komory w korzeniach głównym i bocznych, co może doprowadzić do ich całkowitego zniszczenia i zamierania rośliny (10, 35).

Uszkodzenia korzeni osłabiają rośliny i uwalniają je na niekorzystne czynniki środowiska. Utrudniają pobieranie wody i substancji pokarmowych poprzez zniszczenie lub zakłócenie funkcjonowania wiązek przewodzących. W efekcie krzewy wierzby karleją, wytwarzają mniej pędów, po pewnym czasie zamierają (4). Uszkodzenia tego typu są szczególnie groźne dla młodych, słabo ukorzenionych sadzonek (37). Korytarze wygryzane przez zgrzypika twardokrywkę ułatwiają dodatkowo проникnięcie

patogenów i innych owadów do wnętrza rośliny. Z przeszłości znane są przypadki całkowitego zniszczenia plantacji wierzbowych przez tego szkodnika (10). Jednak obecnie występuje on stosunkowo rzadko, w niektórych krajach europejskich jest nawet objęty ochroną gatunkową (16, 39).

Kwiatostany

Na kwiatostanach wierzby, męskich i żeńskich, mogą w różnych fazach rozwoju pojawiać się deformacje, bazie przedwcześnie się rozpadają. Czasem stopniowo zasychają od wierzchołka. W osi kwiatostanowej widać żerowiska w kształcie komór i korytarzy, mogą być w nich obecne beznogie, walcowate larwy (18). Takie uszkodzenia są wynikiem żerowania m.in. topolników. W przypadku niektórych ich gatunków można już jesienią zaobserwować dziurki w pąkach kwiatostanowych (fot. 9), wygryzane przez samice przed złożeniem jaj (18, 34).



Fot. 9. Dziurki w pąkach kwiatostanowych wierzby wygryzają m.in. chrząszcze topolników
Źródło: A. Bochniarz, zasoby własne

W towarowej uprawie wierzby kwiaty nie są istotne, więc ich uszkodzenia nie są uznawane za niebezpieczne. Mogą mieć znaczenie w przypadku produkcji nasion np. w hodowli twórczej. Należy też zaznaczyć, że kwiaty wierzby stanowią źródło pożywienia dla wielu dzikich zapylaczy (26), są wykorzystywane również przez pszczołę miodną jako wczesny pożytek (14). Ich zniszczenie ogranicza więc bazę pokarmową tych owadów. W przypadku wierzby ozdobnych zaschnięte kwiatostany zmniejszają wartość dekoracyjną rośliny.

Podsumowanie

Wieloletnie monokulturowe uprawy wierzby są podatne na ataki owadów, w tym chrząszczy. Podstawą ochrony plantacji jest znajomość biologii szkodników, która pozwala określić, kiedy i gdzie szukać objawów ich ewentualnego żerowania. W wykryciu obecności niektórych gatunków pomocne są również pułapki, np. rowki chwytne w przypadku zgrzypika twardokrywki (35) czy dyspansery feromonowe wabiące krytoryjka olchowca (11). Objawy żerowania chrząszczy na wierzbie nie są zwykle szczególnie charakterystyczne, a identyfikacja szkodnika na ich podstawie wymaga dużego doświadczenia.

Stosowanie insektycydów w uprawie wierzby nie zawsze jest uzasadnione ekonomicznie, zresztą zabiegi ochrony chemicznej w wysokich, zwartych krzewach byłyby utrudnione (27). Dlatego konieczne są systematyczne lustracje plantacji w celu szybkiego wykrycia potencjalnych zagrożeń i zapobiegania im w przyszłości, np. przez eliminację zasiedlonych roślin lub niszczenie pędów z żerującymi wewnątrz larwami.

W opracowaniu wymieniono głównie podstawowe szkodniki wierzby, jednak trzeba pamiętać, że, m.in. w związku ze zmianami klimatu, na plantacje mogą trafiać nienotowane tam dotąd gatunki (41), powodujące nowe rodzaje uszkodzeń roślin.

Literatura

1. Bałuka B.: Badania nad owadami minującymi liście drzew i krzewów miasta Wałbrzycha. *Wszechświat*, 2000, **101(7)**: 202-204.
2. Bednarz Z., Bednarz B.: „Pląc wierzb” na wiosnę 2000 roku – przyczyny i skutki ekologiczne. *Wszechświat*, 2001, **102(7-9)**: 200-201.
3. Bell A.C., Clawson S., Watson S.: The long-term effect on partial defoliation on the yield of short-rotation coppice willow. *Ann. Appl. Biol.*, 2006, **148**: 97-103.
4. Bukiewicz H., Zwoliński S.: Uprawa i eksploatacja wikliny. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1979, ss. 392.
5. Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J.: Chrząszcze – Coleoptera. Ryjkowce – Curculionidae, część 3. Katalog Fauny Polski, Warszawa, 1997, XXIII(21).
6. Czerniakowski Z.W.: Chrząszcze (*Coleoptera*) – szkodniki na plantacjach produkcyjnych *Salix cordata* ‘Americana’ Hort. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Kraków*, 2003, ss. 88.
7. Czerniakowski Z.W.: Ekologiczne uwarunkowania występowania szkodników wikliny. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 2003, **399**: 143-146.
8. Czerniakowski Z.W.: Występowanie chrząszczy (*Coleoptera*) minujących blaszki liściowe wierzb krzewiastych w południowo-wschodniej Polsce. *Wiad. Entomol.*, XVII, Suplement: Materiały Zjazdu Polskiego Towarzystwa Entomologicznego, Poznań, 4–6 września 1998, 1998, s. 164.
9. Czerniakowski Z.W., Zadorożny Ł.: Występowanie chrząszczy (*Coleoptera*) na wierzbach szerokolistnych. *Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl.*, 2012, **52(4)**: 817-819.
10. Dominik J., Starzyk J.R. (red.): Atlas owadów uszkadzających drewno. MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 1998, ss. 528.
11. Głowacka B. (red.): Środki ochrony roślin, środki biobójcze oraz środki i produkty do rozkładu pni drzew leśnych zalecane do stosowania w leśnictwie w roku 2017. Instytut Badawczy Leśnictwa, Analizy i Raporty, 2016, **27**, ss. 187.

12. Grabiński J., Księżak J., Nieróbca P., Szeleźniak E.: Uprawa wierzby wiciowej i ślazuwca pensylwańskiego na cele energetyczne. Instr. Upowszech. Nr 116, Wyd. IUNG-PIB Puławy, 2006, ss. 57.
13. Kadłubowski W.: Szkodniki owadzie upraw wikliny szlachetnej w Polsce Zachodniej. Ochr. Rośl., 1973, **17(9)**: 14-16.
14. Kołtowski Z.: Wielki atlas roślin miododajnych. Przedsiębiorstwo Wydawnicze Rzeczpospolita SA, 2006.
15. Kruse J., Lisuzzo N.: Willow leafblotch miner. United States Department of Agriculture 2010, https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev2_037912.pdf.
16. Liste des espèces d'insectes protégés en Région Île-de-France: Arrêté du 22 juillet 1993. L'Office pour les insectes et leur environnement, <http://www.insectes.org/protection/ile-de-france.html>.
17. Łabanowski G.S.: Klucz do oznaczania szkodników roślin ozdobnych na podstawie uszkodzeń. ss. 232-385. W: Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych. Boczek Jan (red.). Tom II. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 1996, ss. 387.
18. Madziara K.: Topolnik czarnooki – *Dorytomus melanophthalmus* Payk. i topolnik przegowiec – *Dorytomus taeniatulus* F. (Coleoptera, Curculionidae), szkodniki bazi wierzby (*Salix* sp.). Pol. Pismo Entomol., Wrocław, 1957(1956), XXVI, **19**: 285-300.
19. Mapa Bioróżnorodności [online] 2019. Krajowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności. Dostęp: 2019-09-30, <http://baza.biomap.pl>
20. Nijak K.: Szkodniki przyczyną zniszczenia plantacji wierzby energetycznej. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 2009, **49(3)**: 1211-1214.
21. Nijak K.: Zróżnicowana atrakcyjność pokarmowa odmian i klonów wierzby energetycznej dla jątrewki pospolitej (*Phratora vulgatissima* L.). Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 2010, **50(2)**: 596-599.
22. Peacock L., Hunter T., Yap M.L., Arnold G.: Indirect interaction between rust (*Melampsora epitea*) and leaf beetle (*Phratora vulgatissima*) damage on *Salix*. Phytoparasitica, 2003, **31(3)**: 226-235.
23. Powers S.J., Peacock L., Yap M.-L., Brain P.: Simulated beetle defoliation on willow genotypes in mixture and monotype plantations. Ann. Appl. Biol., 2005, **148(1)**: 27-38.
24. Pruszyński S.: Masowe wystąpienie organizmów szkodliwych na roślinach energetycznych. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 2009, **49(1)**: 51-55.
25. Raupp M.J., Sadof C.S.: Behavioral responses of a leaf beetle to injury-related changes in its salicaceous host. Oecologia, 1989, **80**: 154-157.
26. Reddersen J.: SRC-willow (*Salix viminalis*) as a resource for flower-visiting insects. Biomass & Bioenergy, 2001, **20**: 171-179.
27. Remlein-Starosta D., Mrówczyński M. (red.): Metodyka integrowanej ochrony wierzby krzewiastej dla producentów biomasy. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, ISBN 978-83-89867-93-3, 2013, ss. 42.
28. Richter D.: Über Insektenschäden in Korbweidenhegern und ihre Beurteilung. Arch. Forstw, 1959, **8**: 1057-1077.
29. Ropek D., Frączek K.: Entomofauna wierzby wiciowej uprawianej na cele energetyczne. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2016, **587**: 125-133.
30. Sądej W., Waleryś G., Szczukowski S.: Stonkowate [Coleoptera, Chrysomelidae] zagrażające wierzbie krzewiastej w mikroregionie olsztyńskim. Progr. Plant Protect., 2006, 46(2): 416-419.
31. Schneider Z.: Atlas uszkodzeń drzew i krzewów powodowanych przez owady i pajęczaki. PWN, Warszawa, 1976, ss. 318.
32. Schoene W.J.: The poplar and willow borer (*Cryptorhynchus lapathi* L.). New York Agricultural Experiment Station, Bull. No. 2891907.
33. Smith B.D., Stott K.G.: Some preliminary experiments on the control of adults of the willow weevil, *Cryptorhynchus lapathi* L. Long Ashton Agr. & Hort Res. Sta. Ann. Rep., 1963, ss. 122-127.
34. Stoki J., Kinelski S., Dzwonkowski R.: Szkodniki nasion i owoców drzew i krzewów leśnych. MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2007, ss. 80.
35. Strojny W.: Szkodniki drewna drzew szybko przyrastających. Część III. Zgrzyplik twardziel, *Lamia textor* (L.) (Coleoptera, Cerambycidae). Pol. Pismo Entomol., Wrocław, 1957(1956), XXVI(18): 261-276.

-
36. Strojny W.: Szkodniki drewna drzew szybko przyrastających. Część IV. Przeziernik topolowiec, *Paranthrene tabaniformis* Rott. (Lepidoptera, Aegeriidae). Pol. Pismo Entomol., Wrocław, 1958, **XXVIII(10)**: 151-156.
 37. Szalay-Marzso L.: Zur Kenntnis des an Korbweide schädlichen *Lepyrus palustris* Scop. (Col. Curculionidae). Anz. Schädlingsk., 1963, **36**: 189-193.
 38. Tomaszewski D.: The wax layer and its morphological variability in four European *Salix* species. Flora, 2004, **199**: 320-326.
 39. Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung - BArtSchV) Vom 19. Dezember 1986, Nr. 70 - Tag der Ausgabe: Bonn, den 31. Dezember 1986, <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ger8025.pdf>
 40. Waleryś G., Sądej W.: Kózkowate (Cerambycidae) potencjalnymi szkodnikami nasadzeń wierzy krzewiastej. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 2009, **49(4)**: 1734-1737.
 41. Wanat M.: *Phyllobius fessus* BOHEMAN, 1843, a new weevil species in Poland and Lithuania (Coleoptera: Curculionidae). Genus, Wrocław, 2005, **16(4)**: 611-617.
-

Adres do korespondencji:

dr inż. Alina Bochniarz
Dział Upowszechniania i Wydawnictw
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel.: (81) 4786 726
e-mail: aboch@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Alina Bochniarz	0000-0001-6545-3041

W serii wydawniczej „RAPORTY PIB”, a od 2007 r. „STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB” ukazały się następujące pozycje:

1. *Wybrane aspekty agrochemicznych badań gleby*. Puławy, 2006.
2. *Zasady wprowadzania nawozów do obrotu*. Puławy, 2006.
3. *Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce*. Puławy, 2006.
4. *Monitoring skutków środowiskowych planu rozwoju obszarów wiejskich*. Puławy, 2007.
5. *Sprawdzenie przydatności wskaźników do oceny zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach i województwach*. Puławy, 2007.
6. *Możliwości rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce*. Puławy, 2007.
7. *Współczesne uwarunkowania organizacji produkcji w gospodarstwach rolniczych*. Puławy, 2007.
8. *Efektywne i bezpieczne metody regulacji zachwaszczenia, nawożenia i uprawy roli*. Puławy, 2007.
9. *Wybrane elementy technologii produkcji roślinnej*. Puławy, 2007.
10. *Problem erozji gleb w procesie przemian strukturalnych na obszarach wiejskich*. Puławy, 2008.
11. *Uprawa roślin energetycznych a wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce*. Puławy, 2008.
12. *Wybrane zagadnienia systemów informacji przestrzennej i obszarów problemowych rolnictwa w Polsce*. Puławy, 2008.
13. *Tworzenie postępu biologicznego w hodowli tytoniu i chmielu*. Puławy, 2008.
14. *Kierunki zmian w produkcji roślinnej w Polsce do roku 2020*. Puławy, 2009.
15. *Wybrane elementy regionalnego zróżnicowania rolnictwa w Polsce*. Puławy, 2009.
16. *Systemy wspomagania decyzji w zrównoważonej produkcji roślinnej*. Puławy, 2009.
17. *Stan i kierunki zmian w produkcji rolniczej (wybrane zagadnienia)*. Puławy, 2009.
18. *Produkcyjne i środowiskowe aspekty współczesnych metod nawożenia i regulacji zachwaszczenia*. Puławy, 2009.
19. *Oddziaływanie rolnictwa na środowisko przyrodnicze w warunkach zmian klimatu*. Puławy, 2010.
20. *Ocena zrównoważenia gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach, powiatach i województwach*. Puławy, 2010.
21. *Możliwości rozwoju obszarów problemowych rolnictwa (OPR) w świetle PROW 2007–2013*. Puławy, 2010.
22. *Możliwości rozwoju gospodarstw o różnych kierunkach produkcji rolniczej w Polsce*. Puławy, 2010.
23. *Związki fitogeniczne jako naturalna alternatywa antybiotykowych promotorów wzrostu*. Puławy, 2010.
24. *Wybrane aspekty przemian strukturalnych na obszarach wiejskich*. Puławy, 2010.
25. *Stan obecny i perspektywy nawożenia roślin w Polsce w aspekcie regulacji prawnych*. Puławy, 2010.
26. *Stan obecny i perspektywy rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce*. Puławy, 2010.
- 27(1). *Środowiskowe skutki działalności rolniczej i wdrażania PROW na obszarach problemowych rolnictwa*. Puławy, 2011.

- 28(2). *Techniki i technologie stosowane w produkcji roślinnej a środowisko przyrodnicze*. Puławy, 2012.
- 29(3). *Problemy zrównoważonego gospodarowania w produkcji rolniczej*. Puławy, 2012.
- 30(4). *Doskonalenie integrowanych technologii produkcji zbóż jarych i roślin pastewnych ze szczególnym uwzględnieniem początkowych elementów agrotechniki*. Puławy, 2012.
- 31(5). *Rola badań naukowych w kształtowaniu postępu w produkcji chmielu i tytoniu*. Puławy, 2012.
- 32(6). *Wybrane aspekty zrównoważonego rozwoju i specjalizacji gospodarstw rolniczych*. Puławy, 2013
- 33(7). *Działalność Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB w Puławach w zakresie wspierania doradztwa i praktyki rolniczej*. Puławy, 2013.
- 34(8). *Problemy gospodarki nawozowej w Polsce*. Puławy, 2013.
- 35(9). *Zagrożenia dla prawidłowego funkcjonowania gleb użytkowanych rolniczo – wybrane zagadnienia*. Puławy, 2013.
- 36(10). *Zmiany w technologiach produkcji roślinnej – oceny i wpływ na środowisko rolnicze*. Puławy, 2014.
- 37(11). *Dobre praktyki w nawożeniu*. Puławy, 2014.
- 38(12). *Jakość informacji w systemach wspomagania decyzji*. Puławy, 2014.
- 39(13). *Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii pochodzenia rolniczego i ich wpływ na środowisko*. Puławy, 2014.
- 40(14). *Wybrane problemy rolnictwa polskiego z uwzględnieniem stanu jego zrównoważenia*. Puławy, 2014.
- 41(15). *Technologie produkcji zbóż i roślin pastewnych warunkujące wysoki plon i dobrą jakość*. Puławy, 2014.
- 42(16). *Podstawy nowoczesnego doradztwa nawozowego w Polsce*. Puławy, 2015.
- 43(17). *Wybrane problemy produkcji rolniczej z uwzględnieniem aspektu dóbr publicznych*. Puławy, 2015.
- 44(18). *Wybrane zagadnienia produkcji roślinnej w Polsce*. Puławy, 2015.
- 45(19). *Kształtowanie żyzności gleby*. Puławy, 2015.
- 46(20). *Wybrane zagadnienia związane z ochroną gleb przed degradacją*. Puławy, 2015.
- 47(1). *Problemy produkcji rolniczej w Polsce w kontekście ich oddziaływania na środowisko*. Puławy, 2016.
- 48(2). *Innowacje w nawożeniu*. Puławy, 2016.
- 49(3). *Siedliskowe i agrotechniczne uwarunkowania produkcji roślinnej w Polsce*. Puławy, 2016.
- 50(4). *Technologie produkcji roślinnej w warunkach zmieniającego się klimatu*. Puławy, 2016.
- 51(5). *Krajowe bazy danych o glebach*. Puławy, 2017.
- 52(6). *Redukcja emisji gazów cieplarnianych i amoniaku oraz metody adaptacji do zmian klimatu (wybrane zagadnienia)*. Puławy, 2017.
- 53(7). *Nawożenie a środowisko*. Puławy, 2017.
- 54(8). *Jakość gleb użytkowanych rolniczo i wskaźniki jej oceny*. Puławy, 2017.
- 55(9). *Uwarunkowania i kierunki zmian produkcji rolniczej w Polsce*. Puławy, 2018.
- 56(10). *Aktualne problemy nawożenia*. Puławy, 2018.
- 57(11). *Technologie produkcji roślinnej w warunkach zmieniającego się klimatu*. Puławy, 2018.

58(12). *Stan zagrożeń dla jakości gleb w Polsce.* Puławy, 2018.

59(13). *Środowiskowe aspekty gospodarki nawozowej.* Puławy, 2019.

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

W serii wydawniczej „STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB” publikowane są recenzowane prace z zakresu agronomii oraz ochrony i kształtowania środowiska rolniczego, wykonane w ramach zadań programów wieloletnich pn. „Kształtowanie środowiska rolniczego Polski oraz zrównoważony rozwój produkcji rolniczej” (2005-2010) oraz „Wspieranie działań w zakresie kształtowania środowiska rolniczego i zrównoważonego rozwoju produkcji rolniczej w Polsce” (2011-2015). W zeszytach problemowych o charakterze monografii, wydawanych w ramach tej serii, mogą być zamieszczane również prace autorów spoza IUNG-PIB, które merytorycznie mieszczą się w tematyce zadań programu wieloletniego. **Publikowane są prace problemowe, głównie mające charakter przeglądowy, z podkreśleniem znaczenia omawianych zagadnień dla rolnictwa polskiego.**

Wydruk tekstu do recenzji:

czcionka 12 p., z odstępem 1,5-wierszowym.

Przygotowanie do druku:

- tekst i tabele w programie Word,
- czcionka – Times New Roman
- układ pracy: słowa kluczowe, wstęp, wyniki i dyskusja bądź omówienie wyników, podsumowanie lub wnioski, literatura, dane kontaktowe, nr ORCID

tekst

- czcionka – 11 p. (spis pozycji literatury – 9 p.)
- wcięcie akapitowe – 0,5 cm

tabele

- podział na wiersze i kolumny (z funkcji tworzenia tabel)
- szerokość dokładnie 13 cm (tabele w pionie) lub 19 cm (tabele w poziomie)
- czcionka 9 p., pojedyncze odstępy międzywierszowe
- pod tabelą przypis ze wskazaniem źródła danych (autorstwa)

rysunki/fotografie

- czarno-białe/kolorowe (możliwie duża rozdzielczość)
- wykresy w programie Word lub Excel
- wymiary w zakresie 13 cm × 19 cm
- w podpisach czcionka 9 p.
- na nośniku lub w oddzielnych plikach
- pod rysunkiem przypis ze wskazaniem źródła danych (autorstwa)

jednostki miary

- system SI
- jednostki zapisywać potęgowo (np. t·ha⁻¹)

literatura

- spis literatury na końcu pracy w układzie alfabetycznym wg nazwisk autorów, w kolejności: nazwisko (pismo rozstrzelone), pierwsza litera imienia, tytuł pracy, miejsce publikacji: tytuł wydawnictwa (wg ogólnie przyjętych skrótów tytułów czasopism), rok, numer (pismo pogrubione), strony,
- cytowanie w tekście – jako numer pozycji ze spisu literatury (w nawiasach okrągłych) lub dodatkowo z nazwiskiem autora (pismo rozstrzelone).

Pracę do recenzji należy złożyć w 1 egzemplarzu. Po recenzji oryginalny egzemplarz recenzowany złożyć/przesłać do Redakcji, a ostateczną wersję pracy, uwzględniającą uwagi recenzenta i redaktora, przesłać e-mailem.

Dane kontaktowe:

mgr Ewa Decka-Cywińska

Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

e-mail: edecka@iung.pulawy.pl