

**Współrzędna uprawa
bobiku i łubinu żółtego z pszenżytem jarym**

Współrzędna uprawa bobiku i łubinu żółtego z pszenżytem jarym

Praca pod redakcją
Andrzeja Koteckiego



Autorzy:

Monika Białkowska, Marta Ćwiertniewska, Barbara Chrzanowska-Drożdż, Marta Gas,
Waldemar Helios, Andrzej Kotecki, Marcin Kozak, Władysław Malarz, Jan Spiak

Opiniodawca:

dr hab. inż. Ewa Szpunar-Krok, prof. nadzw.

Redaktor merytoryczny
prof. dr hab. Zofia Spiak

Opracowanie redakcyjne i korekta
Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie
Teresa Alicja Chmura

Projekt okładki
Paweł Wójcik

Zdjęcia na okładce:
Bobik – Paweł Bereś
Triticale heads – Marek Luty
Łubin żółty – Anna Wondołowska-Grabowska

Monografie CLXXII

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2014

ISSN 2083-5531
ISBN 978-83-7717-169-1

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU

Redaktor Naczelny – prof. dr hab. inż. Andrzej Kotecki
ul. Sopocka 23, 50-344 Wrocław, tel. 71 328 12 77
e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 500 + 16 egz. Ark. wyd. 5,1 Ark. druk. 6,5
Druk i oprawa: PRINT sp. j. Z. Przyborowski, H. Ambroży
ul. Wykładowa 62, 51-520 Wrocław

SPIS TREŚCI

Słowo wstępne	7
1. Przegląd piśmiennictwa	9
2. Metodyka badań	17
3. Warunki agrotechniczne	21
4. Warunki przyrodnicze	26
5. Wyniki badań i dyskusja	30
6. Wnioski	89
7. Literatura	91

SŁOWO WSTĘPNE

Zwiększanie areału upraw roślin strączkowych w Polsce ma szczególne znaczenie w świetle dużego uzależnienia produkcji zwierzęcej od importu śruty sojowej pochodzącej z roślin GMO. Aktualnie Polska importuje ponad 2,2 mln ton śruty sojowej, a rodzime źródła białka pokrywają potrzeby paszowe w 23%. Wzrost areału uprawy roślin strączkowych do 500 tys. ha pozwoli ograniczyć import śruty sojowej o 20% przy produkcji białka paszowego na poziomie 250 tys. ton. Należy zaznaczyć, że przyrost areału uprawy roślin strączkowych ograniczy nie tylko import pasz, ale zmniejszy udział zbóż w strukturze zasiewów i stworzy korzystniejsze warunki siedliskowe do uprawy innych gatunków roślin.

Siedlisko pełni funkcję plonotwórczą względem roślin uprawnych, a jego zasoby są ograniczone nie tylko przez zawartość dostępnych dla roślin składników pokarmowych, ale też jako przestrzeń użytkowa. Dlatego ważne jest wykorzystanie w pełni naturalnych zasobów środowiska w istniejących agroekosystemach.

Urynkowanie polskiego rolnictwa, które miało miejsce po 1989 r., spowodowało odejście od gospodarki płodozmianowej i dramatyczne zmniejszenie liczby uprawianych gatunków. Efektem tych zmian jest wzrost udziału zbóż w strukturze zasiewów do ponad 74%, a w niektórych rejonach nawet do 80%. Utrzymanie tego modelu gospodarowania będzie skutkowało wzrostem nakładów na przemysłowe środki produkcji.

Tym niekorzystnym zjawiskom można przeciwdziałać poprzez wprowadzenie do płodozmianu roślin strączkowych uprawianych w siewie czystym, mieszankach zbożowo-strączkowych bądź w międzyplonach. Niestety, areał uprawy roślin strączkowych pastewnych w okresie transformacji ustrojowej w Polsce zmniejszył się, według danych GUS, z 385 tys. ha w 1989 r. do 157 tys. ha w 2011 r. Dlatego Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi uruchomiło na lata 2011–2015 wieloletni program pn. „Ulepszanie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach”, którego cel stanowi zwiększenie areału upraw roślin strączkowych i poprawa bilansu wysokobiałkowych pasz.

Niniejsze opracowanie jest efektem 3-letnich badań prowadzonych w latach 2011–2013 w ramach programu „Ulepszanie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach” zadanie 3.5. Wpływ nawożenia słomą i uprawy w mieszankach na plonowanie i jakość nasion roślin strączkowych.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Kotecki

1

PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

W warunkach gospodarki rynkowej nastąpiło w polskim rolnictwie odejście od przyrodniczych podstaw zmianowania na rzecz bardziej elastycznych, szybciej dostosowujących się do wymagań rynku upraw bezplodozmianowych. Gospodarka rynkowa wytworzyła szereg mechanizmów ograniczających popyt na produkty rolne, zmieniając jednocześnie, na niekorzyść rolnika relacje cen środków produkcji do ziemiopłodów [Ostrowska i Porębska 2002]. Nasuwa się pytanie, czy w dłuższej perspektywie czasowej niewidzialna ręka rynku rozwiąże w polskim rolnictwie problemy wynikające z braku stosowania przyrodniczych podstaw zmianowania. Już dziś widać ograniczenia efektywności produkcji wywołane odejściem od zasad racjonalnego zmianowania [Józwiak i Gomułka 2005]. W chwili obecnej udział zbóż w strukturze zasiewów wynosi średnio w Polsce ponad 70%. Dlatego w celu ograniczenia negatywnego wpływu plodozmianów silnie wysyconych zbożami należy dążyć do zwiększenia bioróżnorodności upraw. Ważną rolę odgrywają tu rośliny strączkowe uprawiane w siewie czystym bądź w mieszkach. Ich szczególna rola w środowisku to efekt charakterystycznej dla tej grupy roślin symbiozy z bakteriami diazotrofowymi, mającymi zdolność wiązania rocznie w skali świata około 90 mln ton azotu atmosferycznego [Graham i Vance 2003, Martyniuk 2008]. Występowanie bakterii symbiotycznych w glebach na terenie Polski jest zróżnicowane. Dość powszechnie występują bakterie typowe dla grochu i bobiku, natomiast bakterie symbiotyczne łubinu występowały w glebach lekkich i średnio zwięzłych o lekko kwaśnym odczynie, natomiast brak ich w glebach żyznych i ciężkich [Martyniuk 2012]. Obecność bakterii jest istotna dla procesu nodulacji, którego efektem jest wiązanie azotu i, co się z tym wiąże, wielkość i jakość plonu. Natomiast efektywność tego procesu może być zwiększona poprzez inokulację, która umożliwi w pełni wykorzystanie potencjału plonotwórczego roślin strączkowych [Hardarson i Atkins 2003]. Obecność roślin bobowatych przyczynia się do zasilenia puli azotu glebowego, z którego korzystają rośliny należące do innych rodzin i rosnące w sąsiedztwie [Książak 2012]. Nadmiar związanego przez bakterie brodawkowe azotu przechodzi w postaci kwasu asparaginowego i β -alaniny z brodawek korzeniowych rośliny bobowatej do podłoża. Część azotu pochodzącego z tego źródła jest pobierana i zużywana przez rośliny zbożowe.

Rośliny bobowate ze względu na szerokie możliwości wykorzystywania, zdolność redukcji emisji gazów cieplarnianych i wspomagania sekwestracji węgla są ważnym elementem w zrównoważonych systemach gospodarowania [Jensen i in. 2012]. Celem zwiększenia arealu upraw roślin strączkowych w Polsce jest poprawa bilansu paszowego białka pochodzenia

roślinnego. Ponadto pełnią one ważną funkcję sanitarną, poprawiając strukturę gleby, wiążąc azot atmosferyczny i pozostawiając stanowisko w lepszym stanie, niż zastały [Księżak 2000]. Harasimowicz-Hermann [1998] stwierdziła, że uprawa łubinu żółtego, seradeli oraz lucerny zwiększała zasobność gleby w potas.

Według Harasimowicz-Hermann [1997] korzystny następczy wpływ roślin strączkowych to efekt oddziaływań na rośliny uprawne i edafon glebowy resztek pozbiorowych i wydzielin korzeniowych przedplonu. W stanowiskach po strączkowych wykazano wzrost plonów w porównaniu z innymi przedplonami [Monotti i Stagnari 2008, Salmerón i in. 2008, Harasim i Gawęda 2010]. Sosulski i in. [2011] w 23-letnim eksperymencie odnotowali znacząco wyższe plony ziemniaka, żyta, pszenicy ozimej i jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie z koniczyną czerwoną lub łubinem w porównaniu z obiektami niezawierającymi roślin z rodziny bobowatych.

Pszenica silnie reaguje na przedplon po roślinach strączkowych [Rudnicki 2005, Kozak i Kotecki 2006, Buczek i in. 2009]. Buraczyńska i Ceglarek [2008] odnotowali istotny wzrost plonu pszenicy ozimej uprawianej po grochu siewnym i mieszance grochu siewnego z pszenżytem jarym. Piekarczyk [2007] wykazał istotnie większą liczbę i masę ziaren pszenicy ozimej po przedplonie z łubinu wąskolistnego w porównaniu z przedplonem z jęczmienia jarego. Natomiast Kozak i Kotecki [2006] wykazali, że plony pszenicy ozimej uprawianej po grochu siewnym zależą od masy przyoranych resztek pozbiorowych, która kształtuje wydajność białka ogólnego i wartość energetyczną plonu ziarna. Pszenica ozima w stanowisku po grochu siewnym, w porównaniu z monokulturą, jest mniej zachwaszczona [Buczek i in. 2009].

Wymagania przedplonowe pszenżyta niewiele ustępują pszenicy i są znacząco wyższe niż żyta [Dzienia i in. 1998]. Dobrym przedplonem dla pszenicy jest bobik [Szempliński 1997, Kulig i in. 2007]. Groch w porównaniu z rzepakiem ozimym wykazuje korzystniejszą wartość przedplonową [Suwara i Gawrońska-Kulesza 1997]. Adhikary i in. [1991] uzyskali większy plon ziarna pszenicy po przedplonach strączkowych bądź z ich mieszanek z kukurydzą niż po samej kukurydzy, a ponadto gleba w stanowisku po strączkowych zawierała więcej węgla organicznego, potasu i fosforu. Pozytywny wpływ bobowatych na glebę przejawia się w poprawie stanu fitosanitarnego, struktury, a także wzrostem aktywności biologicznej i retencji wodnej [Kostuch i Janowski 1999]. Wartość przedplonowa grochu i bobiku dla pszenicy i jęczmienia jest wyższa niż łubinu białego [Pawłowski i in. 1989]. Styk i Przybysz [1968] wykazali podobną następczą wartość przedplonu dla pszenicy po wyce siewnej, peluszcze, lędźwianie siewnym i afrykańskim.

Propagatorem współrzędnej uprawy strączkowych ze zbożami był Oczapowski [1825]. Bobowate w siewach mieszanych ze zbożami wykazują szereg korzystnych oddziaływań, gdyż plonują wierniej, obniżają koszty uprawy, a zużycie środków ochrony roślin i herbicydów jest mniejsze [Noworolnik 2000]. Od wielu lat na całym świecie poszukuje się możliwości wzrostu produktywności roślin nie tylko przez zwiększanie nakładów na przemysłowe środki produkcji, ale również wykorzystywanie zasobów środowiskowych. Uprawy monokulturowe można zastąpić siewem dwóch lub więcej gatunków roślin na tym samym stanowisku. Wysiew mieszanki roślin może odbywać się na kilka sposobów – od nieuporządkowanego do różnych form siewu uporządkowanego jak rzędowy czy pasowy [Wiech i Kałmuk 2005]. Celem jednoczesnej uprawy dwóch bądź większej liczby gatunków jest optymalne wykorzystanie przestrzeni zarówno glebowej, jak i ponad glebą [Ndakidemi 2006]. Wzajemne oddziaływanie dwugatunkowych mieszanek zależy od ich zdolności konkurencyjnej [Goldberg i Werner 1983] zarówno międzygatunkowej, jak i w obrębie gatunku [Vandermmmer 1989]. Siewy

mieszane oprócz optymalnego wykorzystania przestrzeni i gwarantowania stabilności plonu tworzą barierę w przemieszczaniu się chorób i szkodników oraz zwiększają bioróżnorodność środowiska rolniczego [Francis 1989]. Uprawy mieszane sprzyjają ograniczaniu pojawiania się agrofitorogów oraz wzrostowi zasiedlenia przez pożyteczną entomofaunę [Hurej i Twardowski 2003, Pridham i Entz 2008]. Mniejsza podatność mieszanek na porażenie chorobami i szkodnikami jest skutkiem obniżonej ich mobilności w łanie. To efekt naturalnej fizycznej bariery jaka powstaje w wyniku sąsiedowania ze sobą różnych gatunków lub odmian roślin. Dodatkowo w sytuacji ograniczonej możliwości ekspansji między agrofagami występuje nasilona konkurencja o pokarm i przestrzeń, co przyczynia się do opóźnienia lub zminimalizowania epidemii. Uprawy współrzędne roślin regulują liczebność oraz skład gatunkowy występujących w nich owadów zarówno pożytecznych, jak i szkodliwych [Tukahirva i Coaker 1982, Farrell 1966]. Komponenty mieszanki mogą pełnić względem siebie różne funkcje dodatkowe, jak na przykład podporowa w przypadku gdy roślina o stabilnej łodydze wspiera inną o łodydze wiotkiej [Kotecki 1987, 1990c, Podleśny 1994]. Innym przykładem jest funkcja okrywowa, gdy roślina płożąca się pokrywa odsłoniętą glebę pomiędzy wyżej rosnącymi roślinami, chroniąc ją przed utratą wody i zachwaszczeniem. Jednak pojawienie się nowego gatunku w siedlisku związane jest ze zjawiskiem konkurencji międzygatunkowej o składniki odżywcze, wodę i światło. Efektem tego może być lepsze pozyskiwanie składników pokarmowych czy wzrost i rozwój roślin, a w sytuacji niekorzystnej obniżka plonów [Gliessman 1985]. Aby dokładnie określić efektywność uprawy współrzędnej na danym obszarze, istotne jest, aby badania prowadzone były w różnych siedliskach. Zróżnicowanie gatunkowe w mieszankach zbożowo-strączkowych wykazuje pozytywne oddziaływanie na poziomie strukturalnym, fizjologicznym oraz konkurencyjnym między roślinami, objawiające się komplementarnym wykorzystaniem zasobów siedliska [Martin i Snaydon 1982]. Rośliny konkurują nie tylko o zasoby glebowe, ale także o światło niezbędne do ich wzrostu i rozwoju. Pojedyncza roślina strączkowa ma większy potencjał konkurencyjny niż jedna roślina zbożowa, jednak ze względu na różnice w gęstości siewu komponent zbożowy ma większą liczebność i wywiera większą presję konkurencyjną na komponent strączkowy. Zboża są z reguły wyższe od strączkowych i w początkowych fazach rozwoju szybciej rosną, co uwidacznia się w warunkach dobrego zaopatrzenia gleby w azot, powodując zacienianie i wolniejszy rozwój strączkowych. Zatem w przypadku konkurowania pod względem wzrostu o plonie mieszanki decyduje komponent słabszy, ale istotnym czynnikiem mającym wpływ na siłę konkurencji wewnątrzgatunkowej są wzajemne proporcje wysiewu poszczególnych komponentów.

W mieszankach zbożowo-strączkowych zboża zmniejszają rezerwy azotu w glebie i ograniczają zachwaszczenie [Hauggaard-Nielsen i in. 2001 b], natomiast rośliny bobowate zwiększają w glebie pulę azotu [Jensen 1996]. Xiao i in. [2004] wykazali, że bobik w mieszance z pszenicą jarą przekazuje jej 5% azotu, przez co zwiększa się zawartość tego pierwiastka w komponencie zbożowym. Rośliny strączkowe mogą uruchamiać P ze związków organicznych gleby poprzez wydzieliny korzeniowe bądź na skutek obniżania pH gleby i zwiększania bioróżnorodności mikrobiologicznej gleby [Haynes i Beare 1997, Dakora i Phillips 2002, Li i in. 2003]. Wyniki wielu prac wskazują na wzrost plonu roślin uprawianych współrzędnie w porównaniu z siewem czystym, szczególnie gdy jednym z komponentów mieszanki jest roślina bobowata [Grzegorzczak i Olszewska 1997, Tuna i Orak 2007, Ahmad i in. 2008, Mahapatra 2011, Pappa i in. 2012]. Strączkowe w uprawie współrzędnej z roślinami zbożowymi dojrzewają równomierniej, natomiast zboża wykorzystują zasymilowany przez bakterie symbiotyczne azot wydzielany do gleby. Ponadto w siewach mieszanych istotne jest zabezpieczenie

stabilności plonu przez kompensacyjny wzrost i rozwój gatunków zależnie od warunków siedliskowych i termiczno-wilgotnościowych [Zielińska i Rutkowski 1980, Szczygielski 1993, Kotecki i in. 2001]. Uprawy mieszane oprócz podnoszenia i stabilizacji plonu, redukcji zachwaszczenia oraz patogenów chorobotwórczych umożliwiają lepsze wykorzystanie zasobów siedliska, jednocześnie nie eksploatując go nadmiernie [Jensen i in. 2005]. Strączkowe uprawiane współrzędnie ze zbożami wiążą więcej azotu atmosferycznego, niż pobierają z gleby w porównaniu z ich uprawami monokulturowymi [Liu i in. 2011]. O wysokim potencjale samozaopatrzenia strączkowych w azot świadczy fakt, że azot atmosferyczny stanowi od 86 do 98% całkowitego azotu wbudowanego przez łubin wąskolistny podczas wzrostu [Palmason i in. 1992]. Potencjał ten nie jest wykorzystany w sytuacji obfitego zasobu azotu glebowego, którego pobranie przez roślinę jest łatwiejsze niż wiązanie azotu atmosferycznego [Phillips 1980]. Zasymilowany azot wydzielany do gleby w przyswajalnej formie jest częściowo pobierany przez komponent zbożowy, przyczyniając się do gromadzenia białka w ziarnie.

Uprawa współrzędna z roślinami strączkowymi dostarcza glebie dodatkowych ilości azotu oraz węgla organicznego, zmniejsza zapotrzebowanie na herbicydy i ryzyko uprawy związane z czystym siewem, ale również umożliwia zredukowanie niekorzystnego wpływu suszy na produktywność roślin [Asgaripour i Rafiei 2010]. Mieszanki poprawiają uwilgotnienie gleby oraz jej warunki mikrobiologiczne, co skutkuje większym potencjałem produkcyjnym [Babajewa 2010].

Możliwość chemicznej regulacji zachwaszczenia w mieszankach jest znacznie ograniczona przez odmienne reakcje fizjologiczne między roślinami jednoliściennymi a dwuliściennymi, dlatego ważne jest poznanie zdolności konkurencyjnej mieszanek z chwastami. Siewy mieszane w porównaniu z uprawami jednogatunkowymi mają większe zdolności adaptacyjne, komplementarnie wykorzystują zasoby siedliska, przez co ograniczają możliwość wykorzystania przez chwasty [Corre-Hellou i in. 2011]. Właściwa obsada roślin zwiększa konkurencję upraw mieszanych z chwastami [Hauggaard-Nielsen i Jensen 2004].

Gawęda i Kwiatkowski [2012] stwierdzili redukujący wpływ międzyplonu ścierniskowego w postaci mieszanki łubinu wąskolistnego z grochem siewnym na liczbę gatunków chwastów pojawiających się w uprawie płużnej pszenicy ozimej w porównaniu z obiektem bez międzyplonu. W mieszankach zbożowo-strączkowych komponent zbożowy wykazuje największą konkurencyjność wobec chwastów, co może być efektem większego pobierania azotu z gleby dzięki jego zwiększonej dostępności wynikającej z obecności komponentu strączkowego, a to pozwala na ograniczenie stosowania herbicydów [Poggio 2005]. Wpływ mieszanek na ograniczenie zachwaszczenia upraw jest co najmniej neutralny, a na pewno zapewniają one zwiększoną dostępność azotu dla zbóż, wzmagając ich zdolność konkurencji [Hayden i in. 2012]. Głowacka [2006] zaobserwowała, iż zachwaszczenie uprawy pszenicy jarej zostało silnie ograniczone przez uprawę współrzędną w porównaniu z płodozmianem i monokulturą.

Zróznicowanie morfologiczne komponentów mieszanki powoduje, że zajmują one odmienne nisze ekologiczne [Rudnicki 1994], co utrudnia chwastom kiełkowanie [Creamer i in. 1996]. Zachwaszczenie dwugatunkowych mieszanek grochu siewnego z jęczmieniem jarym, owsem lub pszenżytem jarym było podobne do uprawy zbóż w siewie czystym i mniejsze niż w czystym siewie grochu [Wenda-Piesik i Rudnicki 2007]. Odmienne wyniki uzyskali Corre-Hellou i in. [2011], którzy wykazali, że masa chwastów grochu uprawianego w siewie czystym jest 3-krotnie mniejsza niż w siewach mieszanych z jęczmieniem. Buraczyńska i in. [2004] wykazali mniejsze zachwaszczenie strączkowych tylko w odniesieniu do strączkowych w czy-

stym siewie. Buraczyńska [2009] wykazała ograniczenie zachwaszczenia mieszanek zbożowo-strączkowych pod wpływem wzrostu udziału rośliny zbożowej.

Niektórzy autorzy opisują interakcje między uprawianymi w mieszance gatunkami przez allelopatię, która polega na wydzielaniu przez rośliny do środowiska glebowego specyficznych substancji chemicznych. Mogą one wywoływać efekt pozytywny, negatywny bądź brak reakcji. Ponieważ wszystkie żywe organizmy w glebie wydzielają swoje własne substancje, a dodatkowo w wyniku działalności człowieka wprowadzane są jeszcze inne, jak herbicydy czy insektycydy, złożoność takiego układu sugeruje ostrożne interpretowanie tego typu oddziaływań [Duer 1997, Gałęzowski 2007]. Przykładem możliwości wykorzystania allelopatycznego oddziaływania roślin bobowatych w mieszance jest stosowanie w Afryce rośliny z rodzaju *Desmodium*, należącej do rodziny bobowatych, do regulacji zachwaszczenia upraw kukurydzy przez półpasożytniczy chwast *Striga* [Hooper i in. 2009].

Produktywność mieszanki często jest wyższa niż zasiewów monokulturowych, jednak otrzymany plon mieszanki zazwyczaj mieści się pomiędzy plonami komponentów w siewach czystych. Aby móc ocenić przydatność danej mieszanki, należy oszacować wskaźniki ekwiwalentu terenowego (LER) oraz całkowitego plonu względnego (RYT). W przypadkach gdy wskaźniki te osiągają wartości wyższe od jedności, oznacza to wyższą produktywność mieszanki niż upraw jednogatunkowych. Współczynnik ekwiwalentu terenowego LER w doświadczeniu Ahmada i in. [2008] był najwyższy dla siewu współrzędnego roślin w jednym rzędzie w proporcji 1:1 kukurydzy z orzechem ziemnym. Również Hauggaard-Nielsen i in. [2003] potwierdzili, przez wyliczenie LER, większą produktywność mieszanki grochu z jęczmieniem niż siewów czystych. Korzystny wpływ uprawy współrzędnej na plony relatywne komponentów odnotowano w licznych pracach [Adhikary i in. 1991, Bulson i in. 1997, Mousa i in. 2007, Ćupina i in. 2011, Pappa i in. 2012].

Wysokość plonu mieszanek strączkowo-zbożowych zależy od składu gatunkowego, proporcji wysiewu i długości okresu wegetacji poszczególnych komponentów tworzących mieszankę [Ignaczak i Andrzejewska 1997]. Mieszanki zbożowo-strączkowe plonują na ogół lepiej i wierniej w porównaniu z jednogatunkowymi zasiewami roślin strączkowych [Hauggaard-Nielsen i in. 2001a, Agegnehu i in. 2006, Andersen i in. 2007]. Na dobrych glebach największe znaczenie mają mieszanki jęczmienia jarego, pszenżyta jarego lub owsa z bobikiem, a następnie mieszanki jęczmienia z grochem siewnym lub łubinem wąskolistnym bądź owsa z grochem. Natomiast na glebach żytnich można polecać mieszanki łubinu żółtego z pszenżystem jarym lub owsem [Rudnicki i Kotwica 2002].

Mała powtarzalność w latach plonów nasion roślin strączkowych wynika z dużego ich uzależnienia od warunków pogodowych występujących podczas wegetacji. W siewach mieszanych komponent zbożowy, pomimo silnej konkurencji, zapewnia większą stabilność plonowania. Wielu autorów podkreśla dominującą rolę komponenta zbożowego w mieszankach z roślinami strączkowymi [Ceglarek i in. 2002, Książak 2007a, Sobkowicz i Podgórska-Lesiak 2009, Tosti i in. 2010].

Wenda-Piesik i Rudnicki [2007] wykazali duże zaniki grochu podczas wegetacji w mieszankach ze zbożami.

Rudnicki [1997a,b] twierdzi, że zróżnicowany w latach udział komponentów w plonie nasion to efekt reakcji gatunków tworzących mieszankę na warunki siedliska. Wenda-Piesik i Rudnicki [2007] wykazali, że plon mieszanki jęczmienia z grochem jest wyższy od uprawianego w siewie czystym jęczmienia, lecz niższy od grochu.

Paprocki [1961] w warunkach przyrodniczych Warmii i Mazur najlepsze efekty uzyskał w mieszance łubinu żółtego z żytem jarym, wysiewając roślinę strączkową tak jak w czystym siewie i z dodatkiem 30 kg ha⁻¹ zboża.

Boguszewski [1954] wykazał w doświadczeniach wazonowych, że plony mieszanek łubinu żółtego z owsem były zbliżone do czystego siewu tej rośliny, która w danych warunkach osiągała lepszy rozwój. Najkorzystniejszy był wysiew niewielkiej ilości owsa do pełnej obsady łubinu.

Kotecki i in. [2003a] wykazali indywidualną reakcję odmian łubinu żółtego na udział pszenżyta w mieszance. Najwyższe łączne plony nasion łubinu żółtego i ziarna pszenżyta uzyskano dla odmiany Markiz przy wysiewie na 1 m² 40 nasion łubinu i 240 ziaren pszenżyta, a dla odmiany Teo odpowiednio 20 + 320. Wydajność białka ogółem odmiany Markiz była najwyższa w siewie mieszanym (wysiew na 1 m² 20 nasion łubinu + 320 ziaren pszenżyta), a dla Teo – wysiewie czystym [Kotecki i in. 2003b].

Wartość mieszanki przejawiająca się w lepszym plonowaniu komponentów w porównaniu z uprawami monokulturowymi w dużej mierze związana jest z odpowiednim doбором roślin. Wybrane do wspólnej uprawy gatunki oraz ich poszczególne odmiany powinny mieć przede wszystkim podobne wymagania siedliskowe i termin dojrzewania. Zbyt wysoka konkurencyjność roślin względem siebie skutkuje brakiem efektu synergii, jaki powinna prezentować mieszanka [Rudnicki i Gałęzewski 2007, Michalska i in. 2008a,b]. Rośliny strączkowe są w mieszankach ze zbożami zwykle mniej konkurencyjnym komponentem [Ignaczak i Andrzejewska 1997, Andrzejewska i Ignaczak 1997], natomiast konkurencyjność zbóż rośnie wraz ze wzrostem ich udziału w mieszance [Gałęzewski 2010a,b]. Sobkowicz [2005] wskazuje na większe współzawodnictwo korzeni roślin niż kielków w początkowej fazie interakcji pomiędzy komponentami mieszanki. W pełni rozwoju systemy korzeniowe obu komponentów są bardziej komplementarne, gdyż zboża płytkim systemem wiązkowym penetrują wierzchnią warstwę gleby, podczas gdy strączkowe mają system palowy wnikający głębiej niż zboża w glebę. Giunta i in. [2009] wykazali, że intensywność fotosyntezy kształtuje pobranie azotu przez mieszanki zbożowo-strączkowe. Zawartość białka w ziarnie zbóż i nasionach strączkowych w mieszankach zbożowo-strączkowych ustalała się na zasadzie dynamicznej równowagi.

Pszenżyto jest zbożem o ogromnym potencjale plonotwórczym, które po życie odziedziczyło małe wymagania glebowe i wykazuje jeszcze stosunkowo dużą odporność na choroby [Mergoum i in. 2004]. Nie wymaga szczególnie dużych nakładów finansowych na przemysłowe środki produkcji [Hackett i Burke 2004]. Jest to przede wszystkim zboże paszowe, wykorzystywane w żywieniu większości zwierząt gospodarskich w postaci ziarna, kiszonki, zielonki lub siana [Salmon i in. 2004]. Sprawdza się w uprawie monogatunkowej jak i w różnych mieszankach, uzupełniając komplementarnie z pozostałymi komponentami paszę w każdej wymienionej wcześniej postaci [Myer i Lozano del Rio 2004]. Wszystkie gatunki zbóż można uprawiać współrzędnie z roślinami strączkowymi, ale ze względu na możliwość wysiewu mieszanki w jednym czasie stosuje się formę jarą zbóż. Mieszanki z udziałem pszenicy wymagają wysiewu na glebach dobrych, jednak ze względów ekonomicznych rolnicy preferują przeznaczenie takich gleb na uprawę w siewie czystym. Z tego powodu bardziej powszechne są mieszanki z jęczmieniem, pszenżytem lub owsem, które są odpowiednie do wysiewu na glebach średnich i słabych. W przypadku jęczmienia i owsa preferowane są odmiany krótkosłone odporne na wyleganie. Kotwica i Rudnicki [2004] porównali efekty produkcyjne mieszanek z udziałem grochu, łubinu żółtego, pszenżyta, owsa i jęczmienia z siewami czystymi i za najbardziej perspektywiczne uznali mieszanki łubinu z pszenżytem, a następnie z owsem.

Natomiast Zawieja i Wojciechowski [2004] stwierdzili istotny statystycznie wzrost plonu pszenżyta uprawianego z soczewicą, czego nie zaobserwowali dla tych samych proporcji wysiewu soczewicy z owsem nagim.

Wysokość roślin zbożowych może powodować zacinienie strączkowych i w ten sposób ograniczać ich rozwój, wtedy plon będzie uzależniony od gatunku wykazującego szybsze tempo wzrostu [Sobkowicz i Podgórska-Lesiak 2007]. W Polsce komponentami strączkowymi najczęściej są groch pastewny i jadalny, łubin żółty i wąskolistny, a także bobik, wyka oraz soczewica. Grochy i bobik wymagają gleb żyznych, zatem dobrze się komponują z pszenicą czy jęczmieniem. Łubiny korzystniej plonują na glebach mniej żyznych, lekkich, o słabo kwaśnym odczynie glebowym [Księżak 2007b]. Ze względu na fakt, że gleby klasy IV i V łącznie stanowią ponad 60% ogółu użytków rolnych w Polsce, łubiny mają największe znaczenie gospodarcze spośród strączkowych uprawianych na paszę. Na żyznych glebach okres wegetacji łubinów wydłuża się, natomiast dojrzewanie jest nierównomiernie rozłożone w czasie. Zaletą łubinu żółtego jest większa odporność na pęknięcie strąków, natomiast łubin wąskolistny jest bardziej odporny na antraknozę. Mała podatność łubinu wąskolistnego na antraknozę pozwala wiązać duże nadzieje ze zwiększaniem areалу upraw tego gatunku, co może przyczynić się do ograniczania występowania tej choroby wśród upraw strączkowych oraz zwyczajki pło-
nów [Frencl 1997].

Ważnym aspektem wysiewu mieszanki jest udział poszczególnych komponentów, gdyż to on decyduje o wielkości plonu i jego jakości. Najczęściej spotykany w literaturze jest równy udział składnika zbożowego i strączkowego. Badania nad udziałem komponentów w mieszance nie dają jednoznacznych wyników i wskazują polepszenie jednych cech plonu, a pogorszenie innych zależnie od proporcji wysiewu [Kotecki i in. 2003a,b, Księżak i Staniak 2009].

Mieszanki roślin strączkowych ze zbożami są przeznaczone na cele paszowe. Mogą być zbierane w różnych fazach dojrzałości, co decyduje o ich przeznaczeniu oraz sposobie wykorzystania. Zwierzęta mogą być żywione zielonką bądź też zielona masa może być zakiszana. Zbiór w dojrzałości pełnej prowadzi do otrzymania mieszanki ziarna z nasionami stanowiącej paszę treściwą o polepszonym składzie aminokwasowym. W uprawie oba komponenty mogą wpływać na siebie, powodując uzyskanie korzystniejszej pod względem składu chemicznego mieszanki niż w wyniku połączenia płodów uprawianych w monokulturze [Pozdisek i in. 2011]. Ze względu na obecność w nasionach strączkowych niektórych związków nieżywniowych, wśród których najbardziej niepożądane są alkaloidy, istnieje niechęć do stosowania ich w celach paszowych. Nie jest to uzasadnione, gdyż na skutek pracy hodowlanej obecnie dostępnych jest wiele odmian łubinu o śladowej zawartości alkaloidów. Ponadto w trakcie procesu pozyskiwania preparatów białkowych alkaloidy jako związki rozpuszczalne w wodzie są usuwane [Lampart-Szczapa 1997]. Niektóre alkaloidy łubinu i ich pochodne wykazują potencjalne działanie regulujące metabolizm węglowodanów [Dworacka i in. 2006], między innymi sekrecję insuliny przy zbyt wysokim stężeniu glukozy, co mogłoby być wykorzystane w terapii hiperglikemii [Gurrola-Díaz i in. 2008]. Zaobserwowano pozytywny wpływ dodatku roślin strączkowych do diety na obniżenie miażdżycogennej frakcji LDL cholesterolu u żywionych zwierząt [Macarulla i in. 2001, Martins i in. 2005, Sanaa i in. 2012]. Dodatkowym atutem roślin strączkowych jest wysoka aktywność antyoksydacyjna związków zawartych w mące z nasion w porównaniu z mąką ze zbóż prawdziwych lub rzekomych [Tozzi i in. 2008].

Korzyści ekonomiczne i środowiskowe wynikające z jednoczesnego uprawiania zbóż z roślinami strączkowymi stale wzbudzają zainteresowanie tym sposobem uprawy 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 końcowe takiej uprawy.

Mimo licznych badań nie udało się dotychczas jednoznacznie wskazać najkorzystniejszego udziału komponentów mieszanki odpowiednich gatunków dających optymalny efekt takiej uprawy, wyrażony w najlepszym pod względem ilości i jakości plonie. Stanowiło to inspirację do podjęcia badań w tym zakresie.

2

METODYKA BADAŃ

W latach 2011–2013 we Wrocławiu-Pawłowicach przeprowadzono dwie serie doświadczeń nad współrzedną uprawą roślin strączkowych z pszenżytem jarym odmiany Milkaro. W hipotezie roboczej zakładano, że różne zagęszczenie roślin na jednostce powierzchni będzie modyfikowało wzrost i rozwój komponentów tworzących mieszanki, co może spowodować zmiany w strukturze plonu i wpłynąć na wysokość i jakość uzyskanych plonów.

I seria badań – mieszanki bobiku z pszenżytem jarym

W serii I badano wpływ współrzednej uprawy niskotaninowych odmian bobiku z pszenżytem jarym, przy różnym zagęszczeniu roślin na jednostce powierzchni, na wielkość i jakość plonu.

W dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w układzie „split-plot”, w czterech powtórzeniach badano w kolejności:

I. odmiany bobiku:

Albus (tradycyjna, niskotaninowa),
Mistral (tradycyjna, niskotaninowa).

II. ilości wysiewu komponentów tworzących mieszankę:

Liczba wysianych na 1 m ² nasion i ziaren o pełnej wartości użytkowej	
bobik	pszenżyto – Milkaro
60 (siew czysty)	–
48	80
36	160
24	240
12	320
–	400 (siew czysty)

Metodyka badań polowych obejmowała:

- określenie wartości materiału siewnego przed założeniem doświadczenia (MTS, zdolność kiełkowania, czystość),
- oznaczenie odczynu pH i zasobności gleby w składniki pokarmowe (P, K, Mg),
- obserwacje rozwoju polowego (fazowego) roślin,
- określenie zagęszczenia roślin na 1 m² (na 2 mb): po wschodach, przed zbiorem (bobik), liczby źdźbeł produkcyjnych (pszenżyto).

Przed zbiorem na 10 losowo wybranych roślinach bobiku z każdego poletka określono następujące cechy morfologiczne:

- wysokość roślin do wierzchołka pędu głównego,
- wysokość osadzenia I strąka,
- liczba nasion z 1 rośliny,
- masa nasion z 1 rośliny,
- liczba nasion w 1 strąku,
- masa nasion z 1 strąka,
- masa strączyń z 1 rośliny,
- masa łodyg z 1 rośliny.

Ponadto na 10 źdźbeł produkcyjnych pszenżyta jarego z każdego poletka określono:

- wysokość roślin,
- długość liścia flagowego,
- długość kłosa,
- liczbę ziarniaków w 1 kłosie,
- masę ziarniaków z 1 kłosa,
- masę 1 źdźbła produkcyjnego.

Po zbiorze określono:

- plon nasion bobiku i ziarna pszenżyta, który sprowadzono do stałej 15% wilgotności,
- masę resztek pozbiorowych (bobik – łodygi + strączyń, pszenżyto – słoma), które sprowadzono do stałej 15% wilgotności,
- masę 1000 nasion/ziaren,

II seria badań – mieszanki łubinu żółtego z pszenżytem jarym

W serii II badano wpływ uprawy współrzędnej odmian łubinu żółtego z pszenżytem jarym, przy różnym zagęszczeniu roślin na jednostce powierzchni, na wielkość i jakość plonu z przeznaczeniem na cele paszowe.

W dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w układzie „split-plot”, w czterech powtórzeniach badano w kolejności:

I. odmiany łubinu żółtego:

- Dukat,
- Mister.

II. ilości wysiewu komponentów tworzących mieszankę:

Liczba wysianych na 1 m ² nasion i ziaren o pełnej wartości użytkowej	
łubin żółty	pszenżyto – Milkaro
100 (siew czysty)	–
80	80
60	160
40	240
20	320
–	400 (siew czysty)

Metodyka badań polowych obejmowała identyczne pomiary jak w I serii badań, ponadto u łubinu żółtego dodatkowo określono liczbę rozgałęzień I rzędu na roślinie.

Ocenę jakościową nasion bobiku i łubinu żółtego oraz ziarna pszenżyta i resztek pozbiorowych przeprowadzono następującymi metodami:

- sucha masa – metodą suszarkową w temperaturze 105±2°C w czasie 5 h;
- azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, w nasionach oznaczono azot ogólny, a następnie przeliczono na białko ogółem, stosując współczynnik 6,25 dla bobiku i łubinu żółtego oraz 5,70 dla pszenżyta;
- K, Ca, Mg – metodą ASA (absorpcyjna spektrometria atomowa);
- P – metodą kolorymetryczną;
- wydajność z nasion i ziarna białka z 1 ha i nagromadzenie P, K, Ca i Mg w nasionach i ziarnie oraz resztkach pozbiorowych.

Wielkość poletek: długość – 10 m, szerokość – 1,5 m, powierzchnia do zbioru – 15 m².

Przy określeniu produktywności roślin uprawianych w mieszankach odniesiono się do współczynnika LER (współczynnik ekwiwalentu terenowego, z ang. *land equivalent ratio*), który wyliczono na podstawie otrzymanych plonów. Za pomocą tego wskaźnika dokonano oceny konkurencji międzygatunkowej pomiędzy komponentami mieszanki. Wskaźnik obliczono w następujący sposób:

$$LER = RYa + RYb \quad \text{gdzie} \quad RYa = \frac{Ya1}{Ya2} \quad \text{oraz} \quad RYb = \frac{Yb1}{Yb2}$$

Ya1 – plon pierwszego komponentu w mieszance z drugim,

Yb1 – plon drugiego komponentu w mieszance z pierwszym,

Ya2 – plon pierwszego komponentu w siewie czystym,

Yb2 – plon drugiego komponentu w siewie czystym.

Wartość wskaźnika powyżej 1 świadczy o pozytywnym oddziaływaniu pomiędzy danymi komponentami.

Po uwzględnieniu udziałów ziarna i nasion (p_1 i p_2) komponentów w mieszance porównano wskaźniki równowagi konkurencyjnej C_b (z ang. *competitive balance index*) obliczane ze wzoru:

$$C_b = \ln \left[\frac{Ya1}{Yb1} \div \frac{Ya2}{Yb2} \times \frac{p_1}{p_2} \right]$$

Porównano plony mieszanki ze średnimi ważonymi plonami komponentów, które były uprawiane w siewie czystym, co wykorzystano do wyznaczenia stosunku plonu rzeczywistego do oczekiwanego A/E (z ang. *actual/expected field ratio*).

$$A/E = Y_m = \frac{p_1 Y_{a2} + p_2 Y_{b2}}{p_1 + p_2}$$

gdzie Y_m to plon ziarna/nasion w mieszance, a średnia ważona wyliczona została, bazując na udziale komponentów w mieszance.

Oceniono również wskaźnik efektywności wykorzystania azotu NUE (z ang. *nitrogen utilization efficiency*), który porównuje plon ziarna do zawartości azotu w tym ziarnie. Indeks żniwny azotu NHI (z ang. *nitrogen harvest index*) mierzy stosunek azotu zawartego w nasionach do azotu ogółem w nadziemnej części rośliny.

$$NHI = \frac{YNz}{YNzs} \quad NUE = \frac{Yz}{YNzs}$$

gdzie:

Y_z – plon ziarna,

YNz – ilość azotu w ziarnie,

$YNzs$ – ilość azotu w ziarnie i słomie.

$$NHI = \frac{YNz}{YNzs} \quad NUE = \frac{Yz}{YNzs}$$

Kalkulacje kosztów i dochodów oparto, zgodnie z metodą sporządzania rachunkowości w gospodarstwach rolnych, na zasadach obowiązujących w „Polskim FADN” [Augustyniak-Grzymek i in. 1999].

Wyliczono średnią nadwyżkę bezpośrednią za lata 2011–2013 bez uwzględnienia dopłat i z dopłatami. Nadwyżka bezpośrednia jest różnicą wartości produkcji wyrażonej w zł oraz kosztami bezpośrednimi – wersja z dopłatami oraz różnicą wartości produkcji głównej a kosztami bezpośrednimi – wersja bez dopłat.

Koszty bezpośrednie stanowią sumę nakładów zmiennych poniesionych w procesie produkcji.

Koszty pośrednie zostały wyliczone szacunkowo z zastosowaniem klucza podziałowego jako 57% narzut na koszty bezpośrednie, według wyników rachunkowości rolnej FADN 2011, dla typu rolniczych gospodarstw rolnych – uprawy polowe [Goraj i in. 2012].

Wyliczony dochód z uprawy roślin jest różnicą wartości produkcji i kosztów ogółem – wersja z dopłatami oraz różnicą wartości produkcji głównej a kosztami ogólnymi – wersja bez dopłat.

Koszt produkcji 1 tony produktu głównego jest ilorazem kosztów ogólnych do ilości produkcji głównej.

Koszt produkcji 1 kg białka jest ilorazem kosztów ogólnych do wydajności białka z 1 ha danej uprawy.

Badane parametry poddane zostały analizie statystycznej i ocenione na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Do obliczeń wykorzystano program AWA [Bartkowiak 1978].

* FADN – Farm Accountancy Data Network.

3

WARUNKI AGROTECHNICZNE

I seria badań – mieszanki bobiku z pszenżytem jarym

Ważniejsze elementy agrotechniki zawiera tabela 1. Ze względu na charakter doświadczenia nie stosowano zabiegów herbicydowych i dlatego zachwaszczenie było dość wysokie, a najczęściej spotykane przed zbiorem gatunki chwastów podano w tabeli 2.

W ochronie insektycydowej zastosowano przeciwko strąkowcowi bobowemu Karate Zeon 050 SC (2012 r.), mszycom Mospilan 20 SP i Fastac 100 EC (2011, 2012 rok) oraz Bi 58 Nowy 400 EC – (2013 r.).

Ochrona fungicydowa dotyczyła ograniczenia występowania askochytozy bobiku (*Ascochyta fabae* Speg.) oraz czekoladowej plamistości liści bobiku (*Botrytis fabae* Sardina). W tym celu zastosowano w 2012 r. preparat Gwarant 500 SC. Ponadto w 2011 oraz 2012 r. użyto przeciwko mączniakowi prawdziwemu zbóż (*Blumeria graminis* DC.) preparatu Alert 375 SC.

Charakterystykę materiału siewnego przedstawiono w tabeli 3. Siew rozdzielny obydwu gatunków wykonano według przyjętej metodyki badań siewnikiem poletkowym Tool Carrier 2700 firmy Wintersteiger, wysiewając najpierw nasiona bobiku na głębokość 6–8 cm, a następnie ziarniaki pszenżyta na głębokość 2–3 cm. Rozstawa rzędów wynosiła 15 cm.

II seria badań – mieszanki łubinu żółtego bobiku z pszenżytem jarym

Ważniejsze elementy agrotechniki zawarto w tabeli 4. Ze względu na charakter doświadczenia nie stosowano zabiegów herbicydowych i dlatego zachwaszczenie było dość wysokie, a najczęściej spotykane przed zbiorem gatunki chwastów podano w tabeli 5.

W latach 2011 i 2013 nie stosowano zabiegów insektycydowo-fungicydowych, ze względu na małe nasilenie występowania patogenów grzybowych oraz szkodników. Biorąc pod uwagę niebezpieczeństwo porażenia w 2012 r. łubinu żółtego przez antraknozę łubinu *Colletotrichum* sp., wykorzystano profilaktycznie preparat Gwarant 500 SC.

We wszystkich latach badań w celu przyspieszenia zasychania roślin łubinu przed zbiorem zastosowano Reglone 200 SL.

Charakterystykę materiału siewnego przedstawiono w tabeli 6. Wykonano siew rozdzielny obydwu gatunków według przyjętej metodyki badań siewnikiem poletkowym Tool Carrier 2700 firmy Wintersteiger, wysiewając najpierw nasiona łubinu żółtego na 3–4 cm, a następnie ziarniaki pszenżyta na głębokość 2–3 cm. Rozstawa rzędów wynosiła 15 cm.

W obydwu seriach badań zbiorów doświadczeń przeprowadzono w dojrzałości pełnej kombajnem poletkowym Seedmaster Universal Hydrostatic produkcji austriackiej. Bezpośrednio po zbiorze nasiona/ziarno doczyszczono za pomocą wialni elektrycznej oraz rozfrakcjonowano na poszczególne gatunki.

Tabela 1
Table 1

Agrotechnika bobiku i pszenżyta jarego w latach 2011–2013
Crop management for field bean and spring triticale in 2011–2013

Wyszczególnienie Specification	2010/2011	2011/2012	2012/2013
Przedplon Forecrop	pszenica ozima winter wheat		
Orka zimowa Winter ploughing	25.10	25.10	25.10
Brona ciężka Heavy harrow	5.03	5.03	5.04
Agregat uprawowy czynny Comb harrows	19.03	19.03	15.04
Nawożenie przedsiewne [kg·ha ⁻¹] N – 30, P ₂ O ₅ – 60, K ₂ O – 120 Pre-sowing fertilization with [kg·ha ⁻¹] N – 30, P ₂ O ₅ – 60, K ₂ O – 120	30.03	26.03	16.04
Brona aktywna Active harrow	30.03	26.03	16.04
Siew Sowing	30.03	27.03	16.04
Nawożenie w fazie strzelania w źdźbło – 30 kg·ha ⁻¹ N Fertilization during stem elongation – 30 kg·ha ⁻¹ N	3.06	30.05	10.06
Zbiór Harvest	12.08	20.08	14.08
Zabiegi ochrony roślin podczas wegetacji Weed and pest control during plants' vegetation period			
Karate Zeon 050 EC – 0,12 dm ³ ·ha ⁻¹	–	29.05	–
Mospilan 20 SP – 0,12 kg·ha ⁻¹	–	31.05	–
Alert 375 SC – dm ³ ·ha ⁻¹	19.05	18.06	–
Bi 58 Nowy 400 EC – 0,5 dm ³ ·ha ⁻¹	–	–	22.05
Fastac 100 EC – 0,12 dm ³ ·ha ⁻¹	22.06	18.06	–
Gwarant 500 SC – 2 dm ³ ·ha ⁻¹		5.07, 20.07	–
Reglone 200 SL – 3 dm ³ ·ha ⁻¹	3.08	8.08	–

Tabela 2 – Table 2

Gatunki chwastów występujące przed zbiorem w uprawie współrzędnej bobiku z pszenżytem w latach 2011–2013

Weed species before harvest of field bean and triticale intercropping in 2011–2013

Lata Years	Jednoliścienne Monocotyledon	Dwuliścienne Dicotyledon
2011	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) barnyardgrass	fiolatek polny (<i>Viola arvensis</i> Muray) field pansy komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.) lamb's quarters maruna bezwonna (<i>Matricaria inodora</i> L.) scentless Mayweed tasznik pospolity (<i>Capsella bursa pastoris</i> L. Medicus) shepherd's-purse tobołki polne (<i>Thlaspi arvense</i> L.) field pennycress przytulia czepna (<i>Galium aparine</i> L.) cleavers
2012	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) barnyardgrass	fiolatek polny (<i>Viola arvensis</i> Muray) field pansy komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.) lamb's quarters tobołki polne (<i>Thlaspi arvense</i> L.) field pennycress przytulia czepna (<i>Galium aparine</i> L.) cleavers
2013	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) barnyardgrass	przytulia czepna (<i>Galium aparine</i> L.) cleavers fiolatek polny (<i>Viola arvensis</i> Muray) field pansy tobołki polne (<i>Thlaspi arvense</i> L.) field pennycress

Tabela 3 – Table 3

Charakterystyka materiału siewnego
Properties of seed material

Wyszczególnienie Specification	Bobik – Faba bean						Pszenżyto Triticale		
	Albus			Mistral			2011	2012	2013
	2011	2012	2013	2011	2012	2013			
Masa 1000 sztuk 1000 seed weight [g]	485	614	614	510	510	510	41,0	46,7	48,2
Zdolność kielekowania Germination percentage [%]	80,0	88,0	89,0	88,0	88,0	88,0	92,0	96,0	94,0
Czystość Purity [%]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,6
Wartość użytkowa Seed viability [%]	80,0	88,0	89,0	88,0	88,0	88,0	92,0	95,6	93,6

Tabela 4
Table 4

Agrotechnika łubinu i pszenżyta jarego w latach 2011–2013
Crop management for lupine and triticale in 2011–2013

Wyszczególnienie Specification	2011	2012	2013
Przedplon Forecrop	kukurydza na ziarno maize / sweet corn for grain		
Orka zimowa Winter ploughing	15.10.2010	15.10.2011	25.10.2012
Brona ciężka Heavy harrow	20.03	2.04	16.04
Agregat uprawowy czynny Comb harrow	22.03	4.04	16.04
Nawożenie przedsiewne [kg·ha ⁻¹] N – 30, P ₂ O ₅ – 60, K ₂ O – 120 Pre-sowing fertilization with [kg·ha ⁻¹] N – 30, P ₂ O ₅ – 60, K ₂ O – 120	22.03	4.04	16.04
Siew Sowing	22.03	5.04	17.04
Nawożenie w fazie strzelania w źdźbło – 30 kg·ha ⁻¹ N Fertilization with 30 kg·ha ⁻¹ N during stem elongation	20.05	20.05	9.06
Zbiór Harvest	11.08	16.08	9.09
Zabiegi ochrony roślin podczas wegetacji Weed and pest control during plants' vegetation period			
Gwarant 500 SC – 2 dm ³ ·ha ⁻¹	–	22.06	–
Reglone 200 SL – 3 dm ³ ·ha ⁻¹	3.08	26.07	28.06

Tabela 5
Table 5

Gatunki chwastów występujące przed zbiorem w uprawie współrzędnej łubinu żółtego z pszenżytem
w latach 2011–2013

Weed species occurring before harvest of yellow lupine and triticale intercropping in 2011–2013

Lata Years	Jednoliścienne Monocotyledon	Dwuliścienne Dicotyledon
2011	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) barnyardgrass	komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.) lamb's quarters
2012	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) barnyardgrass	komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.) lamb's quarters
2013	chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) barnyardgrass	przytulia czepna (<i>Galium aparine</i> L.) cleabers komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.) lamb's quarters

Tabela 6
Table 6

Charakterystyka materiału siewnego
Properties of seed material

Wyszczególnienie Specification	Łubin żółty Yellow lupine						Pszenżyto Triticale		
	Dukat			Mister			2011	2012	2013
	2011	2012	2013	2011	2012	2013			
Masa 1000 sztuk 1000 seed weight [g]	105	125	125	132	131	161	41,0	46,7	48,2
Zdolność kielekowania Germination percentage [%]	89,0	88,0	88,0	88,0	82,0	81,0	92,0	96,0	94,0
Czystość Purity [%]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	99,6	99,6
Wartość użytkowa Seed viability [%]	89,0	88,0	88,0	88,0	82,0	80,9	92,0	95,6	93,6

4

WARUNKI PRZYRODNICZE

Warunki klimatyczne

Dane dotyczące przebiegu warunków pogodowych w okresie prowadzenia badań pochodzą ze stacji meteorologicznej znajdującej się na Swojcu (dzielnica Wrocławia), a średnie wieloletnie obejmują lata 1981–2010.

W 2011 r. przebieg pogody był korzystny do wysokiego plonowania roślin strączkowych oraz pszenżyta. Warunki wilgotnościowo-termiczne umożliwiły wczesne rozpoczęcie prac polowych. Wysokie sumy opadów podczas rozwoju generatywnego roślin strączkowych sprzyjały uzyskaniu wysokich plonów nasion bobiku i łubinu żółtego oraz ziarna pszenżyta (tab. 7).

Przebieg pogody w 2012 r. był szczególnie korzystny do rozwoju roślin strączkowych i pszenżyta. Średnie temperatury podczas wegetacji były wyższe niż w wieloleciu 1981–2010, a ponadto podczas rozwoju generatywnego suma opadów przewyższała średnią z wielolecia, co sprzyjało uzyskaniu rekordowych plonów (tab. 8).

W 2013 r. przebieg pogody nie był korzystny do rozwoju i plonowania roślin jarych wczesnego siewu. Z powodu bardzo chłodnej III dekady marca i I dekady kwietnia prace polowe przesunęły się na połowę kwietnia. Wysokie sumy opadów w I dekadzie maja spowodowały podtopienie i silne zahamowanie rozwoju roślin. Podobne zjawisko wystąpiło w III dekadzie czerwca. Temperatury powietrza w lipcu i sierpniu były wyższe w porównaniu ze średnimi wieloletnimi, a sumy opadów w lipcu były poniżej średniej wieloletniej, w sierpniu utrzymywały się w normie (tab. 9).

Warunki glebowe

I seria badań – mieszanki bobiku z pszenżytem

Doświadczenie założono na glebie należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu brunatno-ziemnych, typu płowego, podtypu typowe, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczanej do kompleksu przydatności rolniczej pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III b. Gleba ta charakteryzuje 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 była następująca: P – wysoka, K – wysoka, Mg – wysoka, pH – lekko kwaśne (tab. 10).

II seria badań – mieszanki łubinu żółtego z pszenżytem

Doświadczenie zostało założone na glebie lekkiej, definiowanej jako mada rzeczna bardzo lekka na piasku luźnym i żwirze piaszczystym, należącej do klasy bonitacyjnej V.

Opis profilu glebowego

Ap 0–26 (30) cm poziom próchniczny barwy 10YR 4/1, struktura subangularna słaba, stan uwilgotnienia świeży, układ pulchno-zwężły, spotykane pojedyncze otoczaki i węgielki, piasek słabogliniasty, przejście poziomu ostre, nieciągłe;

Ap/Cgg 30–38 (40) cm poziom mieszany barwy 10YR 4/1/ 10YR 7/3, struktura subangularna słaba, stan uwilgotnienia świeży, układ pulchno-zwężły, widoczne cechy redukcyjne w postaci pojedynczych plamek i pieprzy, piasek słabogliniasty, przejście poziomu ostre nieciągłe;

Cgg1 40–66 (70) cm poziom skały macierzystej barwy 10YR 7/3 struktura subangularna słaba, nagromadzenia żelaziste barwy 7,5YR 5/6 obecne w postaci plam, zacieków, rurek przykorzeniowych, pieprzy i skupisk rudawców, stan uwilgotnienia wilgotny, układ pulchno-zwężły, oglejenie plamiste, piasek luźny, przejście poziomu wyraźnie faliste;

Cgg2 70–88 cm poziom skały macierzystej barwy 10YR 7/2 struktura subangularna słaba, nagromadzenia żelaziste barwy 7,5YR 5/6 obecne w postaci plam, zacieków, rurek przykorzeniowych, stan uwilgotnienia mokry, układ pulchno-zwężły, oglejenie strefowe, piasek luźny, przejście poziomu ostro-faliste;

G + 88 cm poziom glejowy barwy 10YR 7/1, struktura rozdzielno-ziarnista, układ luźny, stan uwilgotnienia mokry, układ pulchno-zwężły, oglejenie całkowite, piasek luźny żwirowaty przechodzący w żwir.

Zasobność gleby w dostępne składniki pokarmowe była następująca: P – wysoka do bardzo wysokiej, K – niska, Mg – bardzo niska do niskiej, pH – lekko kwaśne do bardzo kwaśnego (tab. 11).

Tabela 7

Table 7

Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza [°C] oraz sumy opadów [mm] w 2011 roku
Averages for decades and monthly air temperature [°C] and precipitation [mm] in 2011

Miesiąc – Month	III	IV	V	VI	VII	VIII
Dekada – Decade						
temperatura – temperature						
I	0,3	11,4	10,2	20,5	18,1	19,3
II	6,0	9,7	16,0	18,7	20,3	19,4
III	7,3	14,6	17,9	18,2	16,4	19,1
Średnie miesięczne – Monthly averages	4,4	11,9	14,8	19,1	18,2	19,3
Średnie wieloletnie za lata 1981–2010 Multiannual averages for the years 1981–2010	3,8	8,3	14,1	16,9	18,7	17,9
opady – precipitation						
I	3,1	10,5	20,3	33,4	54,7	14,1
II	40,7	4,0	17,4	3,1	34,7	34,9
III	1,4	12,5	11,7	59,2	81,5	29,9
Sumy miesięczne – Monthly averages	45,2	27,0	49,4	95,7	170,9	78,9
Średnie wieloletnie za lata 1981–2010 Multiannual averages for the years 1981–2010	31,7	30,5	51,3	59,5	78,9	61,7

Tabela 8

Table 8

Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza [°C] oraz sumy opadów [mm] w 2012 roku
Averages for decades and monthly air temperature [°C] and precipitation sum [mm] in 2012

Miesiąc – Month Dekada – Decade	III	IV	V	VI	VII	VIII
	temperatura – temperature					
I	1,9	5,6	16,1	14,4	22,3	20,4
II	7,8	8,2	13,1	18,5	17,4	18,1
III	8,4	15,5	18,0	18,9	20,3	19,5
Średnie miesięczne Monthly averages	6,1	9,8	15,8	17,3	20,0	19,3
Średnie wieloletnie za lata 1981–2010 Multiannual average for the years 1981–2010	3,8	8,9	14,4	17,1	19,3	18,3
opady – precipitation						
I	4,0	3,4	49,2	25,7	42,8	37,6
II	1,8	23,7	6,5	59,5	38,5	8,7
III	7,9	0,5	8,0	9,5	26,7	26,9
Sumy miesięczne Monthly averages	13,7	27,6	63,7	94,7	108,0	73,2
Średnie wieloletnie za lata 1981–2010 Multiannual average for the years 1981–2010	31,7	30,5	51,3	59,5	78,9	61,7

Tabela 9

Table 9

Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza [°C] oraz sumy opadów [mm] w 2013 roku
Averages for decades and monthly air temperature [°C] and precipitation sum [mm] in 2013

Miesiąc – Month Dekada – Decade	III	IV	V	VI	VII	VIII
	1	2	3	4	5	6
temperatura – temperature						
I	2,1	1,5	15,2	15,4	20,6	23,1
II	-2,3	12,1	15,9	20,8	18,7	17,9
III	-2,4	13,8	12,9	16,9	22,0	16,3
Średnie miesięczne Monthly averages	-0,9	9,2	14,6	17,7	20,5	19,0
Średnie wieloletnie za lata 1981–2010 Multiannual averages for the years 1981–2010	3,8	8,9	14,4	17,1	19,3	18,3

Tabela 9 cd.
Table 9 cont.

1	2	3	4	5	6	7
opady – precipitation						
I	19,2	5,8	72,0	74,1	2,7	45,8
II	15,4	13,2	14,0	0,0	16,0	16,5
III	8,4	23,7	50,0	97,6	17,6	5,9
Sumy miesięczne Monthly sums	43,0	42,7	136,0	171,7	36,3	68,2
Średnie wieloletnie za lata 1981–2010 Multiannual averages for the years 1981–2010	31,7	30,5	51,3	59,5	78,9	61,7

Tabela 10
Table 10

Zasobność gleby w makroskładniki [mg·kg⁻¹] oraz pH gleby w latach 2011–2013
Macronutrients in the soil [mg · kg⁻¹] and the pH of the soil in the years 2011–2013

Lata – Years	pH w 1 M KCl	P	K	Mg
2011	5,7	75,1	194,9	74,9
2012	6,0	69,2	142,1	105,8
2013	5,8	76,1	129,2	86,5

Tabela 11
Table 11

Zasobność gleby w makroskładniki [mg·kg⁻¹] oraz pH gleby w latach 2011–2013
Macronutrients in the soil [mg · kg⁻¹] and the pH of the soil in the years 2011–2013

Lata – Years	pH w 1 M KCl	P	K	Mg
2011	6,4	107,5	80,5	17,6
2012	4,8	106,0	45,7	9,3
2013	4,2	68,5	50,3	21,2

5

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

I seria badań – mieszanki bobiku z pszenżytem jarym

W 2011 r. obydwie badane odmiany bobiku od wschodów do fazy 6. liścia rozwijały się w tym samym tempie (tab. 12). Zróżnicowanie w rozwoju odnotowano od fazy pąkowania roślin, którą jako pierwsza osiągnęła odmiana Mistral, a następnie 2 dni później odmiana Albus. Niewielkie zróżnicowanie w tempie rozwoju, rzędu 1–2 dni utrzymywało się do osiągnięcia przez rośliny dojrzałości pełnej.

W 2012 r. rozwój odmian bobiku, do fazy 4.–5. liścia, odbywał się w podobnym tempie. Zróżnicowanie w rozwoju bobiku odnotowano od fazy 6.–7. liścia u odmiany Albus, która jako pierwsza osiągała kolejne fazy rozwojowe. Niewielkie kilkudniowe zróżnicowanie w tempie rozwoju obydwu badanych odmian utrzymywało się do osiągnięcia przez rośliny dojrzałości pełnej.

W 2013 r. rozwój fazowy roślin bobiku odbywał się w podobnym tempie do fazy 4.–5. liścia. Zróżnicowanie w rozwoju bobiku odnotowano w fazie 4.–5. liści (odmiana Albus), która miała o 2 dni szybsze tempo rozwoju w porównaniu z Mistral. Niewielkie kilkudniowe zróżnicowanie w tempie rozwoju obydwu badanych odmian utrzymywało się do osiągnięcia przez rośliny dojrzałości nasion.

We wszystkich latach badań tempo rozwoju bobiku w mieszankach było podobne jak w siewie czystym.

Średnio za trzy lata badań odmiana Mistral miała o 2 dni dłuższy okres wegetacji i rozpoczynała kwitnienie o 1 dzień później niż Albus.

Długość okresu wegetacji bobiku to wypadkowa działania warunków wilgotnościowo-termicznych. Poszczególne okresy rozwojowe bobiku kształtują odmienne elementy pogody. Wyższe temperatury podczas wschodów i dojrzewania skracają czas trwania tych okresów, natomiast długość kwitnienia i okres od wschodów do początku kwitnienia były dodatnio skorelowane z sumą opadów [Kotecki 1990a]. Gromadzeniu białka sprzyjają wysoka temperatura i mała ilość opadów podczas wykształcania i dojrzewania nasion [Skjelvåg 1981].

We wszystkich latach prowadzenia doświadczeń badane czynniki nie miały wpływu na terminy osiągnięcia kolejnych faz rozwojowych przez pszenżyto odmiany Milkaro (tab. 13). Długość okresu wegetacji wynosiła średnio 129 dni i była dostosowana do rytmu rozwojowego bobiku.

Tabela 12
Table 12

Rozwój odmian bobiku w latach 2011–2013
Growth of field bean cultivars in years 2011–2013

Faza rozwojowa Growth stage	Skala BBCH BBCH scale	Data początku fazy Beginning of stage					
		Albus			Mistral		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013
Siew Sowing	00	30.03	27.03	15.04	30.03	27.03	15.04
Wschody Emergence	10	18.04	12.04	30.04	18.04	12.04	30.04
3 liście 3 leaves	13/33	27.04	24.04	10.05	27.04	24.04	10.05
4–5 liści 4–5 leaves	14–15/ 34–35	5.05	2.05	16.05	5.05	2.05	16.05
6–7 liści 6–7 leaves	16–17/ 36–37	16.05	9.05	20.05	16.05	10.05	21.05
Pąkowanie Inflorescence emergence	55	23.05	15.05	27.05	21.05	17.05	28.05
Początek kwitnienia Flowering (beginning)	61	26.05	23.05	4.06	25.05	25.05	6.06
3–4 grona kwitną Flowering of 3–4 racemes	63–64	31.05	28.05	12.06	30.05	30.05	14.06
Kwitnienie 7–8 gron, wykształcanie strąków Flowering of 7–8 racemes, development of pods	67–68	3.06	8.06	22.06	2.06	11.06	24.06
Koniec kwitnienia End of flowering	69	18.06	21.06	3.07	17.06	22.06	5.07
Dojrzałość zielona Green maturity	80	24.06	29.06	13.07	23.06	2.07	15.07
Dojrzałość żółta Yellow maturity	85	14.07	20.07	24.07	13.07	23.07	26.07
Dojrzałość pełna Full maturity	89	8.08	10.08	10.08	7.08	14.08	12.08
Liczba dni od siewu do dojrzałości pełnej Days from sowing to full maturity		131	137	117	130	141	119
Zbiór Harvest	99	11.08	16.08	14.08	11.08	16.08	14.08

Tabela 13
Table 13

Rozwój pszenżyta jarego odmiany Milkaro w latach 2011–2013
Growth of spring triticale, cultivar Milkaro, in years 2011–2013

Faza rozwojowa Growth stage	Skala BBCH BBCH scale	Data początku Beginning of stage		
		2011	2012	2013
Siew Sowing	00	30.03	27.03	15.04
1. liść 1st leaf	11	15.04	10.04	30.04
2. liść 2nd leaf	12	22.04	17.04	7.05
3. liść 3 leaves	13	27.04	26.04	13.05
1. rozkrzewienie 1st tiller	21	9.05	7.05	17.05
2. rozkrzewienie 2 tillers	22	16.05	11.05	20.05
1. kolanko 1st node	31	19.05	16.05	22.05
2. kolanko 2nd node	32	25.05	21.05	27.05
3. kolanko 3rd node	33	30.05	25.05	4.06
Liść flagowy Flag leaf	39	3.06	28.05	11.06
Kłoszenie Heading	51	8.06	29.05	14.06
Kwitnienie Flowering	61	10.06	7.06	20.06
Dojrzałość mleczna Milk maturity	80	27.06	22.06	2.07
Dojrzałość woskowa Dough maturity	85	18.07	16.07	22.07
Dojrzałość pełna Full maturity	89	10.08	13.08	12.08
Liczba dni od siewu do dojrzałości pełnej Days from sowing to full maturity		133	136	119
Zbiór Harvest	99	11.08	16.08	14.08

Błędów wynikających z niedostatecznej obsady roślin nie można korygować żadnymi zabiegami agrotechnicznymi. Liczba roślin bobiku, po wschodach i przed zbiorem, kształtowała się pod wpływem badanych czynników oraz zróżnicowanego przebiegu pogody w latach i była zbliżona do założeń teoretycznych. Podczas wegetacji notowano niewielkie zaniki roślin, które na ogół zwiększały się w miarę wzrostu udziału pszenżyta w mieszance (tab. 14).

Wysokość roślin bobiku i osadzenia I strąka różnicowała się istotnie po wpływie udziału pszenżyta w mieszance. W porównaniu z czystym siewem bobiku dodatek pszenżyta powodował zmniejszenie wysokości roślin i wyższe osadzenie I strąka (tab. 15). Opóźnienie siewu w 2013 r. na połowę kwietnia, w porównaniu z siewami w III dekadzie marca w 2011 i 2012 r. skutkowało wzrostem wysokości roślin i zmniejszeniem masy 1000 nasion w odniesieniu do 2011 r. odpowiednio o 62 i 16%. Przesunięcie siewu na połowę kwietnia spowodowało u bobiku dominację rozwoju wegetatywnego nad generatywnym.

Odmiana Albus, w porównaniu z Mistral, zawiązywała istotnie więcej strąków na roślinie, jednak liczba nasion w strąku i ich masa były mniejsze. W porównaniu z czystym siewem bobiku współrzędna uprawa przy wysiewie na 1 m² 36 nasion bobiku i 160 ziaren pszenżyta skutkowała istotnym zmniejszeniem liczby strąków na roślinie i nasion z rośliny (tab. 16). Zróżnicowany w latach przebieg pogody miał największy wpływ na wysokość osadzenia I strąka, a następnie kolejno mniejszy na wysokość roślin, liczbę nasion z rośliny i w strąku, masę 1000 nasion i w strąku.

Odmiana Albus miała większą masę nadziemnej części rośliny o ponad 10% w porównaniu z Mistral, której udział nasion w strukturze plonu był większy, jednak nie przełożyło się to na masę nasion z rośliny. W miarę zwiększania udziału pszenżyta w mieszance, w porównaniu z czystym siewem bobiku, zmniejszała się masa nasion z rośliny i całej rośliny. Warunki wilgotnościowo-termiczne miały wpływ na masę łodyg, która zależała od wysokości roślin (tab. 17).

W porównaniu z odmianą Mistral plon nasion, wydajność białka i masa resztek pozbiorowych były wyższe u odmiany Albus. Zmniejszenie udziału bobiku w mieszance przy jednoczesnym wzroście pszenżyta skutkowało obniżką plonu nasion bobiku. Zmienny przebieg pogody w latach różnicował w największym stopniu wydajność białka i plon nasion bobiku (tab. 18). Wielu autorów [Kotecki 1990a, Kulig i Ziółek 1997, Olszewski i in. 2001] wskazuje na dużą zmienność plonowania bobiku i powiązanie plonów z sumą opadów podczas wegetacji. Kotecki [1990a] wykazał dodatnią korelację pomiędzy sumą opadów podczas wegetacji bobiku a plonem nasion. Według Rojka [1986] wysokiemu plonowaniu bobiku sprzyja suma miesięcznych opadów od 50 do 90 mm; Demidowicz [1991] za optymalną sumę opadów w okresie maj – sierpień podaje 320 mm, przy czym największe zapotrzebowanie jest podczas kwitnienia bobiku w czerwcu i wynosi 110 mm. Hruszka [1991] uzyskała najwyższe plony nasion przy sumie miesięcznych opadów od 44 do 66, a 2–3-krotne przekroczenie tych wartości skutkowało znaczną obniżką plonów nasion. Szpunar-Krok [2011] uzyskała najwyższe plony nasion bobiku przy sumie opadów w okresie kwiecień – sierpień wynoszącej 500 mm.

Właściwości genetyczne odmiany kształtowały w nasionach zawartość P, K i Mg, natomiast przebieg pogody w latach różnicował zawartość wszystkich badanych pierwiastków (tab. 19). Ponieważ w nasionach zawartość N, P, K, Ca i Mg w mniejszym stopniu różnicowała się pod wpływem badanych czynników niż plony, dlatego ich wydajność z 1 ha była proporcjonalna do plonów nasion (tab. 20).

Tabela 14

Table 14

Liczba roślin bobiku po wschodach i przed zbiorem oraz procent ubytków roślin podczas wegetacji
(średnie dla czynników z lat 2011–2013)

Number of field bean plants after emergence and before harvesting, and percentage of plant losses
during the vegetation period (averages for factors in years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Liczba roślin po wschodach na 1 m ² Number of plants after emergence per 1 m ²	Liczba roślin przed zbiorem 1 m ² Number of plants before harvesting per 1 m ²	Ubytki roślin podczas wegetacji Plant losses during vegetation period [%]
Albus		33	32	4,1
Mistral		30	29	5,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		1	1	r.n.
	60	56	55	2,7
	48	43	42	3,0
	36	29	28	5,2
	24	20	19	6,0
	12	9	9	6,4
NIR ($\alpha = 0,05$)		1	1	2,0
Lata Years	2011	29	27	6,4
	2012	33	32	3,4
	2013	33	32	4,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		1	1	2,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 15

Table 15

Cechy morfologiczne bobiku przed zbiorem cz. I (średnie dla czynników z lat 2011–2013)

Field bean morphological traits before harvest part I (averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Wysokość roślin Plant height [cm]	Wysokość osadzenia I strąka 1st pod height [cm]	Masa 1000 nasion 1000 seed weight [g]
Albus		74	40	551
Mistral		73	40	547
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.
	60	78	38	558
	48	75	39	554
	36	73	42	545
	24	71	42	544
	12	72	41	542
NIR ($\alpha = 0,05$)		3	2	r.n.
Lata Years	2011	56	35	592
	2012	74	29	557
	2013	91	58	497
NIR ($\alpha = 0,05$)		4	2	20

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 16
Table 16

Cechy morfologiczne bobiku przed zbiorem cz. II (średnie z lat 2011–2013)
Field bean morphological traits before harvest part II (averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Liczba strąków na 1 roślinie Pods number per plant	Liczba nasion z 1 rośliny Seed number per plant	Liczba nasion w 1 strąku Seed number per pod	Masa nasion w 1 strąku Seed weight per pod [g]
Albus	60	7,3	17,7	2,5	1,3
	48	7,1	17,2	2,5	1,3
	36	7,0	16,3	2,4	1,3
	24	6,9	17,6	2,6	1,3
	12	6,9	17,1	2,4	1,3
Mistral	60	6,9	20,2	2,9	1,6
	48	6,1	15,9	2,6	1,4
	36	5,8	14,7	2,5	1,4
	24	5,5	14,4	2,6	1,4
	12	5,6	15,0	2,7	1,4
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	2,8	r.n.	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors					
Albus		7,0	17,2	2,5	1,3
Mistral		6,0	16,0	2,7	1,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,4	r.n.	0,1	0,1
	60	7,1	18,9	2,7	1,5
	48	6,6	16,6	2,5	1,4
	36	6,4	15,5	2,4	1,4
	24	6,2	16,0	2,6	1,4
	12	6,3	16,0	2,6	1,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,6	1,9	r.n.	r.n.
Lata Years	2011	6,5	14,2	2,3	1,3
	2012	6,4	18,1	2,8	1,5
	2013	6,7	17,5	2,6	1,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	1,8	0,1	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 17
Table 17

Elementy struktury plonu odmian bobiku (średnie z lat 2011–2013)
Elements of field bean yield structure (averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Masa nadziemnej części rośliny Weight of aerial plant parts [g]				Struktura plonu Yield structure [%]		
		nasiona seed	strączyzny pericarp	łodygi stem	razem total	nasiona seed	strączyzny pericarp	łodygi stem
Albus	60	9,4	2,6	4,5	16,5	57,0	15,8	27,2
	48	9,3	2,7	4,4	16,4	56,7	16,5	26,8
	36	9,1	2,6	4,4	16,1	56,5	16,1	27,4
	24	8,9	2,5	4,5	15,9	56,0	15,7	28,3
	12	8,6	2,2	4,0	14,8	58,1	14,9	27,0
Mistral	60	10,6	2,9	3,7	17,2	61,6	16,9	21,5
	48	8,6	2,6	3,6	14,8	58,1	17,6	24,3
	36	8,2	2,4	3,6	14,2	57,7	16,9	25,4
	24	7,5	2,2	3,2	12,9	58,1	17,1	24,8
	12	7,6	2,4	3,3	13,3	57,1	18,0	24,9
NIR ($\alpha = 0,05$)		1,3	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors								
Albus		9,1	2,5	4,4	16,0	56,9	15,6	27,5
Mistral		8,5	2,5	3,5	14,5	58,6	17,2	24,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	0,3	1,0	1,3	0,7	1,1
	60	10,0	2,8	4,1	16,9	59,2	16,6	24,2
	48	8,9	2,6	4,0	15,5	57,4	16,8	25,8
	36	8,7	2,5	4,0	15,2	57,2	16,4	26,4
	24	8,2	2,4	3,9	14,5	56,6	16,6	26,8
	12	8,1	2,3	3,7	14,1	57,4	16,3	26,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,9	0,3	r.n.	1,4	r.n.	r.n.	r.n.
Lata Years	2011	8,5	2,3	3,5	14,3	59,4	16,1	24,5
	2012	9,2	2,5	3,7	15,4	59,7	16,2	24,1
	2013	8,6	2,6	4,6	15,8	54,4	16,5	29,1
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	0,4	r.n.	1,6	r.n.	1,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 18

Table 18

Plony nasion i resztek pozbiorowych bobiku [$t \cdot ha^{-1}$] oraz wydajność białka ogółem [$kg \cdot ha^{-1}$]
(średnie z lat 2011–2013)

Seed and harvest residues yields of field bean [$t \cdot ha^{-1}$] and total protein yield [$kg \cdot ha^{-1}$]
(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Plon nasion Seeds yield	Wydajność białka ogółem z nasion Total protein yield of seed	Masa resztek pozbiorowych Harvest resi- due weight
Albus	60	4,40	1120	3,27
	48	3,42	881	2,45
	36	2,38	617	1,76
	24	1,71	442	1,21
	12	0,89	229	0,60
Mistral	60	4,22	1104	2,57
	48	2,85	741	1,95
	36	1,95	489	1,35
	24	1,41	364	1,00
	12	0,59	154	0,42
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	57	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors				
Albus		2,56	658	1,86
Mistral		2,21	571	1,46
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,12	30	0,14
	60	4,31	1112	2,92
	48	3,14	811	2,20
	36	2,17	553	1,56
	24	1,56	403	1,10
	12	0,74	192	0,51
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,15	38	0,22
Lata Years	2011	2,61	694	1,71
	2012	2,50	581	1,74
	2013	2,21	567	1,64
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,14	37	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 19
Table 19

Zawartość białka ogółem i skład mineralny nasion odmian bobiku [g·kg⁻¹]
(średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Total protein content and mineral composition of field bean cultivars' seeds [g·kg⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Białko ogółem Total protein	N	P	K	Ca	Mg
Albus		296	47,3	5,7	12,4	1,0	1,4
Mistral		297	47,4	5,4	11,7	1,0	1,3
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	0,3	0,3	r.n.	0,1
	60	296	47,3	5,5	12,0	0,9	1,3
	48	296	47,3	5,5	11,9	1,0	1,4
	36	293	46,9	5,6	12,2	1,0	1,4
	24	297	47,5	5,7	12,0	1,0	1,4
	12	299	47,9	5,8	12,1	1,1	1,4
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Lata Years	2011	307	49,2	5,7	12,0	1,2	1,8
	2012	287	45,8	5,2	11,5	0,5	1,1
	2013	295	47,1	5,9	12,6	1,3	1,2
NIR (α = 0,05)		10	1,6	0,2	0,3	0,1	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 20
Table 20

Nagromadzenie składników mineralnych w nasionach odmian bobiku [kg·ha⁻¹]
(średnie z lat 2011–2013)
Mineral compounds accumulation in seeds of field bean cultivars [kg·ha⁻¹] (averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
1	2	3	4	5	6	7
Albus	60	179	21,7	46,9	3,6	5,4
	48	141	16,9	36,2	3,1	4,3
	36	99	11,9	26,0	2,2	2,9
	24	71	8,6	18,4	1,6	2,1
	12	37	4,5	9,8	0,8	1,0
Mistral	60	177	19,3	42,5	3,3	4,4
	48	118	13,0	28,5	2,4	3,4
	36	78	9,1	20,0	1,6	2,4
	24	58	6,8	14,3	1,2	1,6
	12	25	2,9	5,9	0,6	0,7
NIR (α = 0,05)		9	1,0	r.n.	0,2	0,2

Tabela 20 cd.
Table 20 cont.

1	2	3	4	5	6	7
średnie dla czynników – averages for factors						
Albus		105	12,7	27,5	2,3	3,2
Mistral		91	10,2	22,3	1,8	2,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		5	0,5	1,2	0,8	0,1
	60	178	20,5	44,7	3,4	4,9
	48	130	15,0	32,3	2,7	3,9
	36	89	10,5	23,0	1,9	2,6
	24	65	7,7	16,4	1,4	1,9
	12	31	3,7	7,9	0,7	0,9
NIR ($\alpha = 0,05$)		6	0,7	1,6	0,1	0,2
Lata Years	2011	111	12,7	26,9	2,6	4,0
	2012	93	10,5	23,7	1,0	2,3
	2013	91	11,2	24,0	2,5	2,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		6	0,7	1,4	0,1	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

W resztkach pozbiorowych bobiku jedynie zawartość P i Ca kształtował czynnik odmianowy, a wydajność badanych składników była proporcjonalna do plonów (tab. 21, 22).

Liczba roślin pszenżyta po wschodach była zbliżona do założeń doświadczenia i zależała od badanych czynników podobnie jak liczba kłosów na 1 m². W miarę zwiększania udziału zbóż w mieszance zmniejszał się współczynnik krzewienia produkcyjnego. Z powodu słabej polowej zdolności wschodów pszenżyta w 2013 r. liczba roślin na 1 m² po wschodach i kłosów była najmniejsza (tab. 23).

Nie wykazano wpływu oddziaływania odmiany bobiku na wartości liczbowe cech morfologicznych pszenżyta. Wzrost udziału zbóż w mieszankach skutkował niższymi wartościami wszystkich badanych cech morfologicznych. Przebieg pogody w latach badań różnicował morfologię roślin, a w największym stopniu liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren (tab. 24).

Masa słomy 1 źdźbła produkcyjnego zależała od współdziałania badanych czynników. W większym stopniu masę nadziemnej części roślin pszenżyta kształtował zróżnicowany w latach przebieg pogody i udział komponentów mieszanki niż właściwości odmian bobiku (tab. 25).

Badania wielu autorów [Fordoński i Rutkowski 1988, Kotecki i in. 2003a, Książak 2007a] nie wykazały wpływu gatunku rośliny strączkowej na kształtowanie elementów struktury plonu komponenta zbożowego.

Plon ziarna pszenżyta zależał od odmiany bobiku i podobnie jak plon słomy był proporcjonalny do liczby kłosów na 1 m² (tab. 26). Pszenżyto uprawiane współzrędnie z bobikiem Mistral dało plon ziarna wyższy o 7% w porównaniu z odmianą Albus.

Wydajność białka to funkcja plonu i zawartości tego składnika w ziarnie. Należy podkreślić, że najbardziej różnicował plon ziarna zmienny przebieg pogody, gdyż różnica w plonowaniu pszenżyta między latami dochodziła do 157%, a w zawartości białka ogółem nie przekraczała 12%.

Tabela 21
Table 21

Skład mineralny resztek pozbiorowych odmian bobiku [g·kg⁻¹]
(średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Mineral composition of harvest residues in field bean cultivars [g·kg⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Albus Mistral		11,1	2,1	19,8	9,3	2,4
		11,5	1,7	19,5	8,4	2,1
NIR (α = 0,05)		r.n.	0,1	r.n.	0,9	r.n.
	60	11,2	1,9	19,1	8,5	2,2
	48	11,3	1,9	19,2	8,6	2,3
	36	11,3	1,9	19,7	8,7	2,3
	24	10,7	1,9	19,7	8,8	2,2
	12	11,9	1,9	20,8	9,7	2,3
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Lata Years	2011	12,8	1,3	15,5	9,7	3,1
	2012	10,9	2,8	22,2	8,8	2,1
	2013	10,1	1,5	21,3	8,1	1,6
NIR (α = 0,05)		1,2	0,2	1,0	1,1	0,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 22
Table 22

Nagromadzenie składników mineralnych w resztek pozbiorowych odmian bobiku [kg·ha⁻¹]
(średnie z lat 2011–2013)
Mineral compounds accumulation in harvest residues of field bean cultivars [kg·ha⁻¹]
(average for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
1	2	3	4	5	6	7
Albus	60	30,1	5,9	52,5	25,8	6,3
	48	21,5	4,0	40,3	18,9	4,6
	36	16,4	3,2	31,1	13,3	3,4
	24	10,5	2,0	21,0	8,8	2,3
	12	6,1	1,1	10,9	5,1	1,2
Mistral	60	25,5	3,5	41,1	17,4	4,9
	48	20,3	2,8	30,7	13,3	4,0
	36	13,3	1,8	21,6	10,0	2,6
	24	9,1	1,4	16,5	7,3	1,7
	12	4,0	0,6	7,4	3,1	0,7
NIR (α = 0,05)		r.n.	0,8	r.n.	2,5	r.n.

Tabela 22 cd.
Table 22 cont.

1	2	3	4	5	6	7
średnie dla czynników – averages for factors						
Albus		16,9	3,2	31,2	14,4	3,6
Mistral		14,4	2,0	23,5	10,2	2,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		1,3	0,3	2,6	1,1	0,3
	60	27,8	4,7	46,8	21,6	5,6
	48	20,9	3,4	35,5	16,1	4,3
	36	14,9	2,5	26,3	11,6	3,0
	24	9,8	1,7	18,8	8,1	2,0
	12	5,1	0,8	9,2	4,1	1,0
NIR ($\alpha = 0,05$)		2,0	0,5	4,1	1,7	0,4
Lata Years	2011	18,5	1,9	22,0	13,6	4,5
	2012	14,6	3,9	30,4	12,3	2,9
	2013	13,9	2,1	29,6	11,0	2,1
NIR ($\alpha = 0,05$)		1,6	0,4	3,2	1,3	0,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 23
Table 23

Liczba roślin pszenżyta po wschodach, liczba źdźbeł produkcyjnych przed zbiorem
oraz współczynnik krzewienia produkcyjnego
(średnie z lat 2011–2013)

Number of plants after emergence, productive stalks before harvesting and productive tillering index
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Liczba roślin po wschodach na 1 m ² Plants after emer- gence per 1 m ²	Liczba źdźbeł produkcyjnych przed zbiorem na 1 m ² Productive stalks before harvesting per 1 m ²	Współczynnik krzewienia produkcyjnego Productive tillering index
1	2	3	4	5
Bobik Albus	80	71	125	1,72
+ pszenżyto	160	146	231	1,58
Milkaro	240	208	299	1,44
Field bean	320	299	384	1,28
Albus + trit- cale Milkaro	400	356	452	1,26
Bobik Mistral	80	74	134	1,80
+ pszenżyto	160	149	236	1,58
Milkaro	240	229	323	1,41
Field bean	320	298	395	1,32
Mistral + triti- cale Milkaro	400	356	452	1,26
NIR ($\alpha = 0,05$)		6	r.n.	r.n.

Tabela 23 cd.
Table 23 cont.

1	2	3	4	5
średnie dla czynników – averages for factors				
Albus		216	298	1,45
Mistral		221	308	1,47
NIR ($\alpha = 0,05$)		3	7	r.n.
	80	73	129	1,76
	160	148	234	1,58
	240	218	311	1,42
	320	298	389	1,30
	400	356	452	1,26
NIR ($\alpha = 0,05$)		4	12	0,06
Lata	2011	230	314	1,45
Years	2012	227	354	1,68
	2013	199	241	1,26
NIR ($\alpha = 0,05$)		4	9	0,04

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 24
Table 24

Cechy morfologiczne pszenżyta Milkaro przed zbiorem
(średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Morphological traits of Milkaro triticale before harvest
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Wysokość roślin Plants height [cm]	Długość kłosa Ear length [cm]	Długość liścia flagowego Flag leaf length [cm]	Liczba ziaren z 1 kłosa Grains number per 1 ear	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight [g]
Albus		86	6,9	11,4	38,0	41,1
Mistral		85	6,9	11,4	38,8	41,6
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	80	89	7,8	13,0	43,8	43,6
	160	87	7,1	11,8	41,2	42,0
	240	85	6,8	11,1	38,2	41,3
	320	84	6,5	10,5	35,3	40,3
	400	83	6,2	10,6	33,3	39,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		3	0,4	0,6	3,1	1,3
Lata	2011	89	7,4	12,9	41,1	42,9
Years	2012	80	7,1	10,3	42,0	35,7
	2013	88	6,2	11,0	32,0	45,4
NIR ($\alpha = 0,05$)		2	0,5	0,4	2,6	0,7

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 25
Table 25

Elementy struktury plonu pszenżyta odmiany Milkaro (średnie z lat 2011–2013)
Elements of Milkaro triticale yield structure (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture Specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Masa nadziemnej części 1 źdźbła produkcyjnego Weight of the aerial part of 1 productive stalk [g]			Struktura plonu Yield structure [%]	
		ziarno grain	słoma straw	razem total	ziarno grain	słoma straw
Bobik	80	1,72	1,60	3,32	51,8	48,2
Albus + pszenżyto	160	1,61	1,51	3,12	51,6	48,4
Milkaro	240	1,47	1,46	2,93	50,2	49,8
Field bean	320	1,36	1,37	2,73	49,8	50,2
Albus + triticale	400	1,35	1,26	2,61	51,7	48,3
Milkaro						
Bobik	80	1,97	1,78	3,75	52,5	47,5
Mistral + pszenżyto	160	1,82	1,54	3,36	54,2	45,8
Milkaro	240	1,72	1,55	3,27	52,6	47,4
Field bean	320	1,43	1,27	2,70	53,0	47,0
Mistral + triticale	400	1,35	1,26	2,61	51,7	48,3
Milkaro						
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	0,12	r.n.	r.n.	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors						
Albus		1,50	1,44	2,94	51,0	49,0
Mistral		1,66	1,48	3,14	52,9	47,1
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,09	0,04	0,11	1,5	1,5
	80	1,84	1,69	3,53	52,1	47,9
	160	1,71	1,52	3,23	52,9	47,1
	240	1,59	1,50	3,09	51,5	48,5
	320	1,39	1,32	2,71	51,3	48,7
	400	1,35	1,26	2,61	51,7	48,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,12	0,09	0,19	r.n.	r.n.
Lata	2011	1,80	2,18	3,98	45,2	54,8
Years	2012	1,52	0,98	2,50	60,8	39,2
	2013	1,41	1,22	2,63	53,6	46,4
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,11	0,04	0,13	1,8	1,8

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Plony ziarna i resztek pozbiorowych pszenżyta [$t \cdot ha^{-1}$] oraz wydajność białka ogółem [$kg \cdot ha^{-1}$]
(średnie z lat 2011–2013)

Grain and harvest residue yields of triticale [$t \cdot ha^{-1}$] and total protein yield [$kg \cdot ha^{-1}$]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Plon ziarna Grain yield	Wydajność białka ogółem z ziarna Total protein yield of grain	Masa słomy Straw quantity
Bobik Albus + pszenżyto Milkaro Field bean Albus + triticale Milkaro	80	1,41	130	1,15
	160	2,32	214	1,82
	240	3,02	275	2,35
	320	3,77	351	2,85
	400	4,56	406	3,44
Bobik Mistral + pszenżyto Milkaro Field bean Mistral + triticale Milkaro	80	1,64	158	1,25
	160	2,66	248	1,85
	240	3,31	310	2,41
	320	3,94	351	2,87
	400	4,56	406	3,44
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	19	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors				
Albus		3,02	275	2,32
Mistral		3,22	294	2,37
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,11	11	r.n.
	80	1,52	144	1,20
	160	2,49	231	1,84
	240	3,16	292	2,38
	320	3,85	351	2,86
	400	4,56	406	3,44
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,14	13	0,20
Lata	2011	3,50	308	2,81
Years	2012	4,22	384	2,78
	2013	1,64	163	1,44
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,14	13	0,19

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

W ziarnie pszenżyta zawartość fosforu zależała od obydwu badanych czynników, a K od udziału zboża w mieszance (tab. 27). Badane czynniki, ich współdziałanie oraz układ warunków wilgotnościowo-termicznych miały wpływ na nagromadzenie N, P, K, Ca i było ono proporcjonalne do plonów ziarna (tab. 28).

Zmienny w latach przebieg pogody wpływał na zawartość wszystkich badanych makroelementów w resztkach pozbiorowych pszenżyta, natomiast odmiana bobiku kształtowała zawartość N i Ca, a od proporcji wysiewu zależał poziom K i Ca (tab. 29).

Nagromadzenie składników mineralnych w słomie było proporcjonalne do plonów (tab. 30) i kształtowało się pod wpływem zmiennego w latach przebiegu pogody i udziału pszenżyta w mieszance.

Łączny plon nasion bobiku i ziarna pszenżyta nie zależał od współdziałania badanych czynników (tab. 31). Odmiana bobiku nie miała istotnego wpływu na wysokość plonu bobiku i ziarna pszenżyta. W porównaniu z czystym siewem bobiku plon mieszanki przy wysiewie na 1 m² 24 nasion bobiku i 240 ziaren pszenżyta był o 10% wyższy, a w odniesieniu do pszenżyta w czystym siewie o 6%. W plonie mieszanek dominującym składnikiem był komponent zbożowy. Do podobnych wniosków doszli liczni autorzy [Ceglarek i in. 2002, Kotwica i Rudnicki 2003, Księżak 2007a, Sobkowicz i Podgórska-Lesiak 2009, Noworolnik i Dworakowski 2010]. Udział nasion roślin strączkowych w mieszankach zbożowych modyfikowany jest przez układ warunków wilgotnościowo-termicznych [Kotwica i Rudnicki 2003, Wenda-Piesik i Rudnicki 2007, Szpunar-Krok 2011]. Plony resztek pozbiorowych były wyższe w mieszankach z bobikiem Albus o 9% w porównaniu z mieszankami z bobikiem odmiany Mistral. W porównaniu z czystym siewem bobiku plony resztek pozbiorowych mieszanek i pszenżyta w czystym siewie były wyższe średnio o ponad 17%.

Wydajność białka i nagromadzenie składników mineralnych w nasionach i ziarnie kształtowały się pod wpływem badanych czynników oraz ich współdziałania i były najwyższe w siewie czystym bobiku. W miarę zwiększania udziału pszenżyta w mieszance wyнос z plonem składników mineralnych zmniejszał się (tab. 31, 32).

Masa makroskładników zawartych w resztkach pozbiorowych zależała od badanych czynników, przebiegu pogody, a w odniesieniu do P, K, Ca i Mg od współdziałania. Najwięcej makroskładników gromadził bobik w czystym siewie lub w mieszankach z małym udziałem pszenżyta. Resztki pozbiorowe akumulowały przede wszystkim K, a następnie kolejno w mniejszych ilościach N, Ca, P i Mg (tab. 33).

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w nasionach i słomie zależało od badanych czynników i ich współdziałania (tab. 34). Było ono najwyższe w czystym siewie bobiku, a najniższe u pszenżyta. Rośliny akumulowały najwięcej N, a następnie kolejno mniej K, P, Ca i Mg. Nasiona i ziarno decydowały o akumulacji N, P i Mg, a resztki pozbiorowe miały dominujący wpływ na gromadzenie K i Ca.

Efektywność siewów współrzędnych można ocenić za pomocą plonów względnych i współczynnika ekwiwalentu terenowego. Plony względne komponentów mieszanki przedstawiają ich reakcję na konkurencję międzygatunkową, jaka ma miejsce w mieszance. Nie odnotowano wyraźnego wpływu odmiany bobiku na plony względne komponentów. Jednak odmiana Albus miała wyższy średni plon względny niż odmiana Mistral. Niezależnie od odmiany średni plon względny pszenżyta był wyższy od oczekiwanego, co świadczy o większej sile konkurencyjnej pszenżyta w stosunku do bobiku (tab. 35).

Tabela 27
Table 27

Zawartość białka ogółem i skład mineralny ziarna pszenżyta odmiany Milkaro [g·kg⁻¹]
(średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Total protein content and mineral composition of Milkaro triticale grain [g·kg⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Białko ogółem Total protein	N	P	K	Ca	Mg
Albus		107	18,8	4,2	5,4	0,35	1,2
Mistral		107	18,9	4,0	5,3	0,37	1,2
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	0,1	r.n.	r.n.	r.n.
	80	110	19,2	4,3	5,7	0,37	1,3
	160	110	19,3	4,1	5,5	0,33	1,2
	240	108	18,9	4,0	5,3	0,35	1,2
	320	105	18,3	4,1	5,4	0,33	1,2
	400	105	18,4	4,1	5,2	0,40	1,2
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	0,2	0,3	r.n.	r.n.
Lata Years	2011	103	16,5	4,0	5,6	0,31	1,5
	2012	104	18,3	3,1	5,1	0,25	1,0
	2013	115	20,1	5,1	5,4	0,51	1,1
NIR (α = 0,05)		9	1,6	0,1	0,2	0,05	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 28
Table 28

Nagromadzenie składników mineralnych w ziarnie pszenżyta odmiany Milkaro [kg·ha⁻¹]
(średnie z lat 2011–2013)
Mineral compounds accumulation in Milkaro triticale grain [kg·ha⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
1	2	3	4	5	6	7
Bobik Albus + pszenżyto Milkaro	80	22,8	4,7	7,0	0,4	1,5
Field bean Albus + triti- cale Milkaro	160	37,6	7,5	10,6	0,6	2,3
	240	48,3	10,1	13,7	0,9	2,9
	320	61,5	12,8	18,3	0,9	3,9
	400	71,3	15,2	20,6	1,4	4,8
Bobik Mistral + pszenżyto Milkaro	80	27,8	5,7	7,7	0,5	1,7
Field bean Mistral + triti- cale Milkaro	160	43,6	8,6	12,9	0,7	2,7
	240	54,2	10,5	15,1	0,8	3,4
	320	61,4	12,7	18,1	1,1	4,0
	400	71,3	15,2	20,6	1,4	4,8
NIR (α = 0,05)		3,4	0,6	1,0	0,1	0,2

Tabela 28 cd.
Table 28 cont.

1	2	3	4	5	6	7
średnie dla czynników – averages for factors						
Albus Mistral		48,3	10,1	14,0	0,8	3,1
		51,6	10,5	14,9	0,9	3,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		1,9	0,3	0,5	0,1	0,1
	80	25,3	5,2	7,3	0,4	1,6
	160	40,6	8,0	11,7	0,6	2,5
	240	51,2	10,3	14,4	0,9	3,2
	320	61,4	12,8	18,2	1,0	4,0
	400	71,3	15,2	20,6	1,4	4,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		2,2	0,4	0,6	0,1	0,1
Lata Years	2011	54,0	12,2	16,9	0,9	4,5
	2012	67,3	11,5	18,9	0,9	3,5
	2013	28,6	7,2	7,5	0,7	1,6
NIR ($\alpha = 0,05$)		2,3	0,4	0,7	0,1	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 29
Table 29

Skład mineralny resztek pozbiorowych pszenżyta odmiany Milkaro [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]
(średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Mineral composition of Milkaro harvest residues [$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Albus Mistral		5,2	1,7	15,1	2,3	0,51
		4,8	1,6	14,7	2,1	0,51
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,3	r.n.	r.n.	0,2	r.n.
	80	5,4	1,6	16,7	2,6	0,52
	160	5,1	1,7	16,5	2,4	0,53
	240	4,8	1,6	14,1	2,2	0,50
	320	5,1	1,7	14,1	2,1	0,48
	400	4,7	1,7	13,1	1,7	0,50
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	2,1	0,3	r.n.
Lata Years	2011	4,2	0,8	12,9	2,5	0,60
	2012	5,6	2,1	15,2	1,8	0,49
	2013	5,2	2,1	16,6	2,2	0,43
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,4	0,1	1,6	0,2	0,02

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 30

Table 30

Nagromadzenie składników mineralnych w resztkach pozbiorowych pszenżyta odmiany Milkaro [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] (średnie z lat 2011–2013)
 Mineral compounds accumulation in Milkaro harvest residues [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Bobik Albus + pszenżyto Milkaro Field bean Albus + tritica Milkaro	80	5,6	1,6	14,9	2,2	0,5
	160	7,9	2,6	26,1	4,1	0,8
	240	9,7	2,8	26,6	4,6	1,0
	320	12,8	3,9	33,3	5,2	1,2
	400	13,6	4,6	37,6	5,2	1,5
Bobik Mistral + pszenżyto Milkaro Field bean Mistral + tritica Milkaro	80	5,3	1,5	17,2	2,9	0,6
	160	7,4	2,6	23,9	3,2	0,8
	240	9,2	3,3	28,9	3,9	1,1
	320	12,2	3,7	35,3	5,1	1,3
	400	13,6	4,6	37,6	5,2	1,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	0,5	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors						
Albus		9,9	3,1	27,7	4,3	1,0
Mistral		9,5	3,1	28,6	4,1	1,1
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	80	5,5	1,5	16,0	2,6	0,5
	160	7,7	2,6	25,0	3,6	0,8
	240	9,5	3,0	27,8	4,2	1,0
	320	12,5	3,8	34,3	5,2	1,2
	400	13,6	4,6	37,6	5,2	1,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,9	0,3	2,5	0,3	0,1
Lata Years	2011	9,8	1,9	29,5	5,7	1,4
	2012	13,2	4,9	36,0	4,3	1,2
	2013	6,1	2,6	18,9	2,5	0,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,9	0,3	2,4	0,3	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 31

Table 31

Łączny plon nasion bobiku i ziarna pszenżyta, masa resztek pozbiorowych [t·ha⁻¹] oraz wydajność białka ogółem [kg·ha⁻¹] (średnie z lat 2011–2013)
Total yield of field bean and grain of triticale, weight of harvest residues [t·ha⁻¹] and total protein yield [kg·ha⁻¹] (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Plon nasion bobiku i ziarna pszenżyta Seeds yield of field bean and grain yield of triticale	Wydajność białka z ziarna i nasion Protein yield of grain and seeds	Masa resztek pozbiorowych bobiku i słomy pszenżyta Field bean weight of triticale and harvest residues
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszenżyta triticale grains			
Bobik Albus + pszenżyto Milkaro Field bean Albus + triticale Milkaro	60	0	4,40	1120	3,27
	48	80	4,83	1011	3,59
	36	160	4,70	831	3,58
	24	240	4,73	717	3,56
	12	320	4,67	580	3,45
	0	400	4,56	406	3,44
Bobik Mistral + pszenżyto Milkaro Field bean Mistral + triticale Milkaro	60	0	4,22	1104	2,57
	48	80	4,49	899	3,21
	36	160	4,62	737	3,20
	24	240	4,72	674	3,41
	12	320	4,53	505	3,29
	0	400	4,56	406	3,44
NIR ($\alpha = 0,05$)			r.n.	50	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors					
Albus Mistral			4,65	777	3,48
			4,52	721	3,19
NIR ($\alpha = 0,05$)			r.n.	26	0,11
	60	0	4,31	1112	2,92
	48	80	4,66	955	3,40
	36	160	4,66	784	3,39
	24	240	4,72	696	3,49
	12	320	4,60	542	3,38
	0	400	4,56	406	3,44
NIR ($\alpha = 0,05$)			0,15	33	0,27
Lata Years		2011	5,09	835	3,77
		2012	5,46	804	3,67
		2013	3,21	608	2,56
NIR ($\alpha = 0,05$)			0,16	32	0,13

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 32

Table 32

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w nasionach bobiku i ziarnie pszenżyta [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]
(średnie z lat 2011–2013)

Total accumulation of mineral compounds in field bean seed and triticale grain [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		N	P	K	Ca	Mg
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszenżyta triticale grains					
Bobik Albus	60	0	179	21,7	46,9	3,6	5,4
+ pszenżyto	48	80	164	21,6	43,1	3,5	5,8
Milkaro	36	160	137	19,4	36,5	2,8	5,2
Field bean	24	240	119	18,7	32,1	2,5	5,1
Albus + tritica- le Milkaro	12	320	98	17,4	28,1	1,7	5,0
	0	400	71	15,2	20,6	1,4	4,8
Bobik Mistral	60	0	177	19,3	42,5	3,3	4,4
+ pszenżyto	48	80	146	18,8	36,2	2,9	5,2
Milkaro	36	160	122	17,7	32,9	2,2	5,1
Field bean	24	240	113	17,3	29,4	2,0	5,0
Mistral + tritica- le Milkaro	12	320	86	15,6	24,0	1,7	4,7
	0	400	71	15,2	20,6	1,4	4,8
NIR ($\alpha = 0,05$)			8	1,0	2,0	0,1	0,2
średnie dla czynników – averages for factors							
Albus			128	19,0	34,6	2,6	5,2
Mistral			119	17,3	30,9	2,2	4,9
NIR ($\alpha = 0,05$)			4	0,5	1,0	0,1	0,1
	60	0	178	20,5	44,7	3,4	4,9
	48	80	155	20,2	39,6	3,2	5,5
	36	160	129	18,6	34,7	2,5	5,1
	24	240	116	18,0	30,8	2,3	5,0
	12	320	92	16,5	26,1	1,7	4,8
	0	400	71	15,2	20,6	1,4	4,8
NIR ($\alpha = 0,05$)			5	0,6	1,4	0,1	0,2
Lata Years	2011		138	20,8	36,5	2,9	7,1
	2012		134	18,4	35,5	1,6	4,9
	2013		100	15,3	26,3	2,7	3,2
NIR ($\alpha = 0,05$)			5	0,6	1,3	0,1	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 33
Table 33

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w resztkach pozbiorowych bobiku i pszenżyta [kg·ha⁻¹] (średnie z lat 2011–2013)
Total accumulation of mineral compounds in field bean and triticale harvest residues [kg·ha⁻¹] (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		N	P	K	Ca	Mg
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszenżyta triticale grains					
Bobik Albus	60	0	30,1	5,9	52,5	25,8	6,3
+ pszenżyto	48	80	27,2	5,6	55,2	21,1	5,1
Milkaro	36	160	24,4	5,7	57,2	17,3	4,2
Field bean	24	240	20,3	4,8	47,6	13,4	3,3
Albus + tritica- le Milkaro	12	320	18,9	5,0	44,2	10,4	2,4
	0	400	13,6	4,6	37,6	5,2	1,5
Bobik Mistral	60	0	25,5	3,5	41,0	17,4	4,9
+ pszenżyto	48	80	25,6	4,4	47,8	16,3	4,6
Milkaro	36	160	20,7	4,4	45,5	13,1	3,5
Field bean	24	240	18,3	4,7	45,5	11,2	2,7
Mistral + tritica- le Milkaro	12	320	16,2	4,3	42,8	8,2	2,0
	0	400	13,6	4,6	37,6	5,2	1,5
NIR (α = 0,05)			r.n.	0,8	5,9	2,2	0,5
średnie dla czynników – averages for factors							
Albus			22,4	5,3	49,0	15,5	3,8
Mistral			20,0	4,3	43,4	11,9	3,2
NIR (α = 0,05)			0,9	0,2	1,8	0,8	0,2
	60	0	27,8	4,7	46,8	21,6	5,6
	48	80	26,4	5,0	51,5	18,7	4,9
	36	160	22,5	5,1	51,3	15,2	3,9
	24	240	19,3	4,8	46,5	12,3	3,0
	12	320	17,5	4,6	43,5	9,3	2,2
	0	400	13,6	4,6	37,6	5,2	1,5
NIR (α = 0,05)			2,0	0,6	4,3	1,6	0,4
Lata Years	2011		23,7	3,1	42,9	16,1	4,9
	2012		23,2	7,3	55,3	13,8	3,4
	2013		16,7	3,9	40,4	11,2	2,2
NIR (α = 0,05)			1,1	0,3	2,2	1,0	0,2

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 34
Table 34

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w nasionach, ziarnach i resztkach pozbiorowych bobiku i pszenżyta [kg·ha⁻¹] (średnie z lat 2011–2013)
Total accumulation of mineral compounds in seeds, grains and harvest residues of field bean and triticale [kg·ha⁻¹] (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		N	P	K	Ca	Mg
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszenżyta triticale grains					
Bobik Albus	60	0	209	27,6	99,4	29,4	11,8
+ pszenżyto	48	80	191	27,2	98,3	24,5	10,9
Milkaro	36	160	161	25,2	93,7	20,1	9,4
Field bean	24	240	139	23,5	79,7	15,9	8,4
Albus + tritica- le Milkaro	12	320	117	22,4	72,3	12,0	7,4
	0	400	85	19,9	58,1	6,6	6,3
Bobik Mistral	60	0	202	22,8	83,6	20,7	9,3
+ pszenżyto	48	80	172	23,1	84,0	19,1	9,7
Milkaro	36	160	143	22,1	78,4	15,4	8,6
Field bean	24	240	131	22,0	74,9	13,2	7,7
Mistral + tritica- le Milkaro	12	320	102	19,9	66,8	9,9	6,7
	0	400	85	19,9	58,1	6,6	6,3
NIR ($\alpha = 0,05$)			10	1,5	7,0	2,3	0,6
średnie dla czynników – averages for factors							
Albus			150	24,3	83,6	18,1	9,0
Mistral			139	21,6	74,3	14,2	8,0
NIR ($\alpha = 0,05$)			5	0,6	2,3	0,8	0,3
	60	0	206	25,2	91,5	25,1	10,5
	48	80	181	25,1	91,1	21,8	10,3
	36	160	152	23,6	86,0	17,7	9,0
	24	240	135	22,7	77,3	14,5	8,0
	12	320	110	21,1	69,6	11,0	7,0
	0	400	85	19,9	58,1	6,6	6,3
NIR ($\alpha = 0,05$)			7	1,0	5,2	1,6	0,4
Lata Years	2011		161	23,9	79,3	19,0	12,0
	2012		157	25,7	90,7	15,5	8,2
	2013		116	19,2	66,7	13,9	5,4
NIR ($\alpha = 0,05$)			6	0,8	2,8	1,0	0,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Plony względne (RY) bobiku i pszenżyta oraz współczynnik ekwiwalentu terenowego LER
(średnie z lat 2011–2013 dla mieszanek i odmian bobiku)
Relative yields of field bean and triticale, and land equivalent ratio (averages for years 2011–2013
for mixed stands and field bean cultivars)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Procentowy udział komponentów Percentage of components		Bobik RY Field bean RY	Pszen- żyto RY Triticale RY	Współczynnik ekwiwalentu terenowego Land equivalent ratio LER
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszenżyta triticale grains	bobiku field bean	pszen- żyta triticale			
Bobik Albus	48	80	80	20	0,78	0,31	1,09
+ pszenżyto	36	160	60	40	0,54	0,51	1,05
Milkaro	24	240	40	60	0,39	0,66	1,05
Field bean							
Albus + triticale	12	320	20	80	0,20	0,83	1,03
Milkaro							
Bobik Mistral	48	80	80	20	0,68	0,36	1,04
+ pszenżyto	36	160	60	40	0,46	0,58	1,04
Milkaro	24	240	40	60	0,33	0,73	1,06
Field bean							
Mistral + triticale Milkaro	12	320	20	80	0,14	0,86	1,00
średnie dla odmian – averages for cultivars							
Albus			50	50	0,48	0,58	1,06
Mistral			50	50	0,40	0,63	1,03

Udział komponentów w mieszance kształtował plon względny pszenżyta i bobiku. Użyty plon względny bobiku był przeważnie niższy od jego udziału w mieszance, co wskazuje na ujemną reakcję bobiku na uprawę współrzędną. Jednocześnie względny plon pszenżyta był wyższy od udziału w mieszance, co świadczy o większej zdolności konkurencyjnej zboża w stosunku do bobiku. Wykazano, że efekt dominacji pszenżyta był większy w mieszkach z mniejszym udziałem zbóż.

Współczynnik ekwiwalentu terenowego LER, który jest sumą plonów względnych komponentów mieszanki, opisuje efektywność wykorzystania zasobów środowiskowych przez mieszankę w porównaniu z siewami czystymi gatunków uprawianych współrzędnie. Jeżeli wartość LER wynosi 1, to gatunki tworzące mieszankę nie konkurują między sobą o zasoby środowiska. W badaniach własnych współczynnik LER był większy od jedności, co świadczy o lepszym wykorzystaniu zasobów środowiska przez mieszankę w porównaniu z siewami czystymi. Przy wysiewie na 1 m² 48 nasion bobiku odmiany Albus i 80 ziaren pszenżyta lub 24 nasion bobiku odmiany Mistral + 240 ziaren pszenżyta wskaźnik LER był najwyższy (tab. 35).

Wskaźnik równowagi konkurencyjnej Cb porównuje wzajemną reakcję roślin w mieszance. Wartość wskaźnika powyżej zera świadczy o większej konkurencyjności bobiku w stosunku do pszenżyta. Brak konkurencji ma miejsce, gdy wskaźnik Cb jest bliski zera. Pszenżyto było bardziej konkurencyjne względem odmiany Mistral niż Albus (tab. 36). Zdolność konkurencyjna bobiku malała wraz ze zwiększaniem ilości wysiewu pszenżyta.

Stosunek plonu rzeczywistego do oczekiwanego A/E wykazał, że plon z mieszanek jest wyższy niż komponentów uprawianych osobno. Odmiana bobiku nie miała wyraźnego wpływu na wskaźnik A/E, który był najwyższy przy wysiewie na 1 m² 48 nasion bobiku odmiany Albus i 80 ziaren pszenżyta lub 24 nasion bobiku odmiany Mistral + 240 ziaren pszenżyta.

Masa azotu pobranego z plonem ziarna i słomy umożliwia wyliczenie dla mieszanek i ich komponentów efektywności wykorzystania azotu przez rośliny NUE oraz indeksu żniwnego azotu NHI. Badane czynniki nie miały wpływu na efektywności wykorzystania azotu przez bobik i pszenżyto (tab. 37). W mieszankach w miarę zwiększania udziału zbóż zmniejszała się efektywność wykorzystania azotu. Mieszanki bobiku odmiany Albus miały lepsze wykorzystanie azotu niż Mistral.

Indeks żniwny azotu dla mieszanek i ich komponentów był bardzo stabilny i w małym stopniu zależał od badanych czynników.

Wielu autorów opisuje oddziaływania międzygatunkowe w mieszankach wskaźnikami ekologicznymi [Adhikary i in. 1991, Szumigalski i Van Acker 2006, Pappa i in. 2012]. Podgórska-Lesiak i in. [2011] na podstawie indeksu żniwnego azotu oraz efektywności jego wykorzystania przez groch i jęczmień stwierdzili, że roślina strączkowa lepiej niż zboże wykorzystuje azot w mieszance. Odmienne wyniki uzyskał Sobkowicz i Śniady [2004], gdyż wskaźniki NHI i NUE bobiku uprawianego w mieszance z pszenżytem malały. Sobkowicz i Podgórska-Lesiak [2009] zaobserwowali, iż intensywność oddziaływań konkurencyjnych między komponentami mieszanki wzrasta, gdy stosowane jest nawożenie azotowe, oraz że niezależnie od nawożenia zboże jest zawsze bardziej konkurencyjne. Mariotti i in. [2011] uzyskali wzrost konkurencyjności w mieszance pod wpływem nawożenia azotem. Yilmaz i in. [2008] wykazali, że wskaźnik równowagi konkurencyjnej wskazuje na większą konkurencyjność zboża i jest wyższy dla kukurydzy niż dla strączkowych, z których wspięga wężowata była bardziej konkurencyjna wobec kukurydzy niż fasola zwykła. Lithourgidis i in. [2011] obliczyli wskaźnik konkurencyjności dla trzech mieszanek z udziałem grochu, w których przy większym wysiewie zbóż groch był bardziej konkurencyjny z pszenżytem i żytem, a mniej z pszenicą. W siewach z najmniejszym udziałem zbóż groch był zawsze mniej konkurencyjny. Sobkowicz [2006] stwierdził dominację pszenżyta w stosunku do bobiku w mieszankach przy różnych gęstościach siewu. Mariotti i in. [2011] wskazali, że bardziej konkurencyjny był bobik w stosunku do pszenicy, ale jego zdolność konkurencyjności malała znacząco w obiektach z nawożeniem azotowym. Sugerują oni ze względu na uzyskanie większego LER bazującego na plonie białka w porównaniu z opierającym się na plonie suchej masy, iż konkurencja o azot jest mniejsza niż o ogół składników pokarmowych i azot nie jest czynnikiem limitującym w uprawie współrzędnej. Liszka-Podkowa [2010] oceniając produktywność badanych mieszanek, uzyskała współczynnik LER wyższy od jedności dla uprawy współrzędnej kukurydzy z fasolą wielokwiatową, czego nie udało się osiągnąć w przypadku uprawy kukurydzy z łubinem żółtym. Sobkowicz [2006] na podstawie obliczonych wskaźników ekologicznych określił, że najbardziej produktywna jest mieszanka z 50% udziałem rośliny strączkowej i zbożowej.

Tabela 36

Table 36

Wskaźnik równowagi konkurencyjnej (Cb) i stosunek plonu rzeczywistego do oczekiwanego (A/E)
(średnie z lat 2011–2013 dla mieszanek i odmian bobiku)

Competitive balance index and actual/expected yield ratio (averages for 2011–2013 for mixed stands and field bean cultivars)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Procentowy udział komponentów mieszanki w stosunku do siewu czystego Percentage of mix com- ponents vs. pure stand		Wskaźnik równowagi konku- rencyjnej Competitive balance index Cb	Stosunek plonu rzeczywistego do oczeki- wanego Actual/ expec- ted yield ratio A/E
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszenżyta triticale grains	bobiku field bean	pszenżyta triticale		
Bobik Albus	48	80	80	20	2,31	1,09
+ pszenżyto	36	160	60	40	0,47	1,05
Milkaro	24	240	40	60	-0,94	1,05
Field bean						
Albus + triticale	12	320	20	80	-2,79	1,03
Milkaro						
Bobik Mistral	48	80	80	20	2,02	1,05
+ pszenżyto	36	160	60	40	0,17	1,06
Milkaro	24	240	40	60	-1,18	1,07
Field bean						
Mistral + triti- cale Milkaro	12	320	20	80	-3,21	1,01
średnie dla odmian – averages for cultivars						
Albus			50	50	-0,24	1,06
Mistral			50	50	-0,55	1,05

Analiza kosztów i dochodów na 1 ha uprawy bobiku w czystym siewie wykazała, że koszt produkcji 1 t nasion i 1 kg białka zależał w niewielkim stopniu od odmiany bobiku, nadwyżka bezpośrednia z dopłatami stanowiła od 67 do 70% kosztów ogółem. Dodatni dochód to efekt jednolitej płatności obszarowej, płatności uzupełniającej do roślin strączkowych i dopłaty do materiału siewnego (tab. 38).

Koszt produkcji 1 t ziarna pszenżyta uprawianego w siewie czystym stanowił 75% kosztów 1 t nasion bobiku, a nadwyżka bezpośrednia z dopłatami stanowiła 68% kosztów ogółem (tab. 39). Koszt produkcji 1 kg białka z ziarna pszenżyta był średnio 2,18-krotnie większy niż u bobiku. Uzyskanie dodatniego dochodu z produkcji ziarna pszenżyta jarego było możliwe dzięki jednolitej płatności bezpośredniej i dopłaty do materiału siewnego.

Koszt produkcji 1 t mieszanki nasion bobiku i ziarna pszenżyta oraz 1 kg białka zależał od udziału komponentów i był pośredni pomiędzy kosztem produkcji bobiku i pszenżyta (tab. 40). W miarę zwiększania udziału zbóż w mieszance obniżał się koszt produkcji 1 t mieszanki, a wzrastał koszt 1 kg białka, ze względu na malejący udział tego składnika.

Tabela 37
Table 37
Efektywność wykorzystania azotu (NUE) przez mieszanki i jej komponenty oraz indeks żniwny azotu (NHI) (średnie z lat 2011–2013 dla mieszanek i odmian bobiku)
Nitrogen use efficiency in mixed stands and in its components, and nitrogen harvest index (averages for 2011–2013 for mixed stands and field bean cultivars)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Procentowy udział komponentów mieszanki w stosunku do siewu czystego Percentage of components in the mixed stand in relation to the pure stand		Bobik Field bean		Pszonżyto Triticale		Mieszanka Mixed stands	
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszonżyta triticale grains	bobiku field bean	pszonżyta triticale	NUE	NHI	NUE	NHI	NUE	NHI
Bobik Albus + pszonżyto Milkaro	48	80	80	20	17,8	0,87	49,6	0,80	25,3	0,86
Field bean Albus + triticale Milkaro	36	160	60	40	17,5	0,86	51,0	0,83	29,2	0,85
	24	240	40	60	17,8	0,87	52,1	0,83	34,0	0,86
	12	320	20	80	17,5	0,86	50,7	0,83	39,9	0,84
Bobik Mistral + pszonżyto Milkaro	48	80	80	20	17,5	0,85	49,5	0,84	26,1	0,85
Field bean Mistral + triticale Milkaro	36	160	60	40	18,2	0,85	52,2	0,85	32,3	0,85
	24	240	40	60	17,8	0,86	52,2	0,85	36,0	0,86
	12	320	20	80	17,2	0,86	53,5	0,83	44,4	0,84
średnie dla odmian – averages for cultivars										
Albus			50	50	17,7	0,86	50,9	0,82	32,1	0,85
Mistral			50	50	17,7	0,86	51,9	0,85	34,7	0,85

Tabela 38
Table 38

Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy bobiku w czystym siewie (średnia z lat 2011–2013)
Calculation of expenses and incomes (PLN) per 1 ha of field bean grown in a pure stand

Lp. No	Wyszczególnienie Specification	Albus			Mistral		
		ilość quantity	cena price	wartość value	ilość quantity	cena price	wartość value
1.	Wartość produkcji – Production value						
1.1	Produkcja główna – Main production	4,40	900	3960	4,22	900	3798
1.2	Jednolita płatność obszarowa – Single area payment			760			760
1.3	Płatność uzupełniająca do roślin strączkowych Complementary payment for pulses			700			700
1.4	Dopłata do materiału siewnego – Seed payment			160			160
2.	Materiał siewny – Seed material	300	2,55	765	300	2,55	765
3.	Nawożenie mineralne – Mineral fertilization			1109			1109
4.	Środki ochrony roślin – Weed and pest control means			242			242
5.	Koszty bezpośrednie – Direct costs		43%	2116		43%	2116
6.	Nadwyżka bezpośrednia – Gross margin			3464			3302
7.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat Gross margin without subsidies			1844			1682
8.	Koszty pośrednie (narzut) – Indirect costs		57%	2805		57%	2805
9.	Ogółem koszty – Total cost			4921			4921
10.	Koszt produkcji 1 t – Production cost of 1 t			1118			1166
11.	Dochód z działalności bez dopłat Income without subsidies			-961			-1123
12.	Dochód z działalności z dopłatami Income with subsidies			659			497
13.	Wydajność białka – Protein yield in [kg·ha ⁻¹]	1120			1104		
14.	Koszt produkcji białka 1 kg·ha ⁻¹ w zł Cost of protein yield in 1 kg·ha ⁻¹ [PLN]			4.39			4,46

Tabela 39

Table 39

Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy pszenżyta jarego odmiany Milkaro
w czystym siewie (średnia z lat 2011–2013)
Calculation of expenses and incomes [PLN] per 1 ha of Milkaro triticale cultivar grown in a pure stand
(averages for 2011–2013)

Lp. Nr.	Wyszczególnienie Specification	Ilość Quantity	Cena Price	Wartość Value
1.	Wartość produkcji Production value			4336
1.1	Produkcja główna Main production	4,56	717	3270
1.2	Dopłata bezpośrednia Direct payment			966
1.3	Dopłata do materiału siewnego Seed payment			100
1.4	Materiał siewny Seed material	180	2	360
2.	Nawożenie mineralne Mineral fertilization			1272
3.	Środki ochrony roślin Weed and pest control			50
4.	Koszty bezpośrednie Direct costs		43%	1682
5.	Nadwyżka bezpośrednia Gross margin			2654
6.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat Gross margin without subsidies			1588
7.	Koszty pośrednie Indirect costs		57%	2230
8.	Ogółem koszty Total costs			3912
9.	Koszt produkcji 1 t Production cost of 1 t			858
10.	Dochód z działalności bez dopłat Income without subsidies			-642
11.	Dochód z działalności z dopłatami Income with subsidies			424
12.	Wydajność białka Protein yield [kg·ha ⁻¹]	406		
13.	Koszt produkcji białka 1 kg Production cost of 1 kg of protein			9,64

Tabela 40
Table 40

Koszt produkcji 1 t mieszanki i 1 kg białka z nasion bobiku i ziarna pszenżyta
Cost of production 1 t of the mixture and 1 kg of protein from field bean seeds and triticale grain

Wyszczególnienie Specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Plon mieszanki Mixture yield [t·ha ⁻¹]		Koszt produkcji 1 t mieszanki Production cost of 1 t of mixture	Wydajność białka Protein yield [kg·ha ⁻¹]		Koszt produkcji 1 kg białka w przeliczeniu na 1 ha Production cost of 1 kg protein per 1 ha	Zawartość białka [g] w 1 kg mieszanki Protein content [g] in 1 kg of the mixture
	nasion bobiku field bean seeds	ziaren pszenżyta triticale grains	nasiona seeds	ziarno grain		nasiona bobiku field bean seeds	ziarno pszenżyta triticale grain		
Bobik Albus + pszenżyto Milkaro	60 48 36	- 80 160	4,40 3,42 2,38	- 1,41 2,32	1118 1023 968	1120 881 617	- 130 214	4,39 5,06 5,74	255 209 177
Field bean Albus + triticale Milkaro	24 12 0	240 320 400	1,71 0,89 -	3,02 3,77 4,56	936 892 858	442 229 -	275 351 406	6,40 7,56 9,63	152 124 89
Bobik Mistral + pszenżyto Milkaro	60 48 36	- 80 160	4,22 2,85 1,95	1,64 2,66 3,31	1166 1054 988	1104 741 489	- 158 248	4,45 5,12 5,78	262 200 160
Field bean Mistral + triticale Milkaro	24 12 -	240 320 400	1,41 0,59 -	3,94 4,56	950 898 858	364 154 -	310 351 406	6,44 7,58 9,63	143 111 89

II seria badań – mieszanki łubinu żółtego z pszenżytem jarym

W 2011 r. do osiągnięcia przez rośliny łubinu żółtego fazy pąkowania tempo rozwoju obydwu odmian było podobne. Jako pierwsza rozpoczęła pąkowanie odmiana Mister, która także wcześniej o 1 dzień, w porównaniu z odmianą Dukat, weszła w fazę kwitnienia, a następnie dojrzewania strąków.

W 2012 r., do fazy 6–7 liści, rozwój odmian łubinu żółtego odbywał się w podobnym tempie. Zróżnicowanie w rozwoju łubinu żółtego odnotowano od fazy pąkowania, które jako pierwsza osiągała odmiana Mister i rozpoczęła kwitnienie o 3 dni wcześniej od odmiany Dukat. Niewielkie kilkudniowe zróżnicowanie w tempie rozwoju obydwu badanych odmian utrzymywało się do osiągnięcia przez rośliny fazy dojrzałości żółtej (tab. 41).

W 2013 r., do fazy 6–7 liści, tempo rozwoju obydwu odmian łubinu żółtego było podobne. Odmiana Dukat, w porównaniu Mister, miała dłuższy o dwa dni okres wegetacji i rozpoczynała kwitnienie dwa dni później (tab. 41).

Średnio za trzy lata badań okres wegetacji odmiany Dukat wynosił 140 dni, a u odmiany Mister był o 1 dzień krótszy, a ponadto rozpoczynała ona kwitnienie 2 dni wcześniej.

We wszystkich latach badań tempo rozwoju łubinu w mieszankach było podobne jak w siewie czystym.

Okres od siewu do wschodów jest dla łubinu szczególnie ważny, gdyż w tym czasie zachodzi proces naturalnej jaryzacji, a optymalna temperatura tego procesu wynosi 6°C w ciągu 14 dni [Łączyńska-Hulewicz 1955]. Jaryzacja ma wpływ na skrócenie okresu wegetacji i przebudowę struktury plonu [Łączyńska-Hulewicz 1954, 1955]. Dlatego w uprawie łubinu na nasiona szczególnie ważny jest wczesny termin siewu, gdyż wpływa korzystnie na rozwój roślin i wysokość plonów oraz kształtuje masę 1000 nasion [Tołłoczko 1954, Jaranowski 1956, Malewiczka i Makowiecki 1987]. Ponadto, przy wczesnym terminie siewu zapas wody w glebie jest wystarczający do pokrycia potrzeb związanych z kiełkowaniem. Podleśny i Podleśna [2010] zalecają wysiew łubinu wąskolistnego, niezależnie od termoneutralności odmiany, najpóźniej na początku kwietnia, by obniżka plonu była jak najmniejsza. Kotecki [1990b] wykazał, że okres wegetacji łubinu zależy od rozwoju generatywnego, który kształtuje suma opadów i temperatura powietrza.

We wszystkich latach badań nie odnotowano różnic w szybkości pojawiania się kolejnych faz rozwojowych pszenżyta Milkaro pod wpływem współrzędnej uprawy z łubinem żółtym (tab. 42).

Średnio za trzy lata badań liczba roślin łubinu po wschodach była zbliżona do założeń teoretycznych, a zaniki roślin zwiększały się w miarę wzrostu udziału pszenżyta w mieszance (tab. 43). Zróżnicowany w latach przebieg pogody nie miał istotnego wpływu na liczbę roślin po wschodach, przed zbiorem i zaniki podczas wegetacji.

Właściwości genetyczne odmian kształtowały większość badanych cech morfologicznych łubinu przed zbiorem (tab. 44–45). Odmiana Mister w porównaniu z Dukat miała większą masę 1000 nasion o 9,3% oraz liczbę i masę nasion w strąku odpowiednio o 9,4 i 28,2%, zawiązywała mniej o 19,3% strąków na roślinie i dlatego wykształcała o 14,4% mniej nasion z rośliny. W porównaniu z czystym siewem łubinu uprawa współrzędna z pszenżytem skutkowałą zmniejszeniem wysokości roślin, wysokości osadzenia I strąka i wzrostem liczby rozgałęzień, strąków na roślinie i nasion z rośliny. Czynnikiem najsilniej różnicującym cechy morfologiczne był zróżnicowany w latach przebieg pogody.

Tabela 41
Table 41

Rozwój odmian łubinu żółtego w latach 2011–2013
Growth of yellow lupine cultivars in years 2011–2013

Faza rozwojowa Growth stage	Skala BBCH BBCH scale	Data początku fazy Beginning of stage					
		Dukat			Mister		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013
Siew Sowing	00	22.03	21.03	17.04	22.03	21.03	17.04
Wschody Emergence	10	11.04	6.04	30.04	11.04	06.04	30.04
3–4 liście 3–4 leaves	13–14	22.04	17.04	10.05	22.04	17.04	10.05
6–7 liści 6–7 leaves	16–17	10.05	27.04	20.05	10.05	27.04	20.05
Pąkowanie Inflorescence emergence	55	27.05	17.05	10.06	26.05	15.05	9.06
Początek kwitnienia Flowering (beginning)	61	3.06	31.05	17.06	2.06	28.05	15.06
Pełnia kwitnienia, wysztalanie strąków Full flowering, pods development	65	10.06	8.06	21.06	9.06	11.06	19.06
Koniec kwitnienia End of flowering	69	23.06	17.06	4.07	21.06	19.06	2.07
Dojrzałość zielona Green maturity	80	7.07	03.07	16.07	6.07	5.07	15.07
Dojrzałość żółta Yellow maturity	85	20.07	22.07	14.08	18.07	23.07	12.08
Dojrzałość pełna Full maturity	89	16.08	10.08	29.08	16.08	10.08	27.08
Liczba dni od siewu do dojrzałości pełnej Days from sowing to full maturity		146	140	134	146	140	132
Zbiór Harvest	99	18.08	14.08	6.09	18.08	14.08	6.09

Tabela 42
Table 42

Rozwój pszenżyta jarego odmiany Milkaro w latach 2011–2013
Growth of spring triticale, cultivar Milkaro, in years 2011–2013

Faza rozwojowa Growth stage	Skala BBCH BBCH scale	Data początku fazy Beginning of stage		
		2011	2012	2013
Siew Sowing	00	22.03	21.03	17.04
1. liść 1st leaf	11	5.04	4.04	30.04
2. liść 2nd leaf	12	12.04	10.04	6.05
3. liść 3 leaves	13	18.04	19.04	10.05
1. rozkrzewienie 1st tiller	21	2.05	4.05	16.05
2. rozkrzewienie 2 tillers	22	6.05	8.05	–
1. kolanko 1st node	31	11.05	14.05	20.05
2. kolanko 2nd node	32	16.05	16.05	24.05
3. kolanko 3rd node	33	23.05	19.05	3.06
Liść flagowy Flag leaf	39	27.05	25.05	10.06
Kłoszenie Heading	51	4.06	28.05	14.06
Kwitnienie Flowering	61	10.06	11.06	20.06
Dojrzałość mleczna Milk maturity	80	24.06	22.06	5.07
Dojrzałość woskowa Dough maturity	85	13.07	16.07	25.07
Dojrzałość pełna Full maturity	89	10.08	10.08	22.08
Liczba dni od siewu do dojrzałości pełnej Days from sowing to full maturity		139	140	127
Zbiór Harvest	99	18.08	14.08	6.09

Tabela 43

Table 43

Liczba roślin łubinu żółtego po wschodach i przed zbiorem oraz procent ubytków roślin podczas wegetacji (średnie z lat 2011–2013)
 Number of yellow lupine plants after emergence and before harvesting and percentage of plant losses during vegetation period (averages for factors in years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Liczba roślin po wschodach na 1 m ² Number of plants after emergence per 1 m ²	Liczba roślin przed zbiorem na 1 m ² Number of plants before harvest per 1 m ²	Ubytki roślin podczas wegetacji Plants losses during vegetation period [%]
Dukat	100	88	85	3,0
	80	72	69	4,4
	60	55	51	7,3
	40	36	34	7,7
	20	18	16	9,2
Mister	100	88	86	2,5
	80	73	70	4,1
	60	62	59	3,9
	40	38	34	8,5
	20	23	20	12,7
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	4	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors				
Dukat		54	51	6,3
Mister		57	54	6,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		2	2	r.n.
	100	88	85	2,7
	80	73	70	4,2
	60	58	55	5,6
	40	37	34	8,1
	20	21	18	10,9
NIR ($\alpha = 0,05$)		3	3	4,1
Lata Years	2011	55	53	6,2
	2012	57	54	6,2
	2013	54	51	6,6
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 44

Table 44

Cechy morfologiczne łubinu żółtego przed zbiorem cz. I (średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Morphological traits of yellow lupine before harvest part 1 (averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Wysokość roślin Plants height [cm]	Wysokość osadzenia I strąka 1st pod height [cm]	Liczba rozgałęzień I rzędu Number of branches of the first order	Masa 1000 nasion 1000 seeds weight [g]
Dukat		71	52	2,2	118
Mister		68	51	2,1	129
NIR ($\alpha = 0,05$)		2	r.n.	r.n.	2
	100	72	55	2,1	125
	80	71	52	2,0	126
	60	70	52	2,1	123
	40	69	50	2,2	121
	20	66	47	2,6	121
NIR ($\alpha = 0,05$)		2	2	0,2	2
Lata Years	2011	53	38	1,5	114
	2012	76	48	2,8	113
	2013	80	68	2,3	142
NIR ($\alpha = 0,05$)		3	2	0,2	3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 45

Table 45

Cechy morfologiczne łubinu żółtego przed zbiorem cz. II (średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Morphological traits of yellow lupine before harvest part 2 (averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Liczba strąków na 1 roślinie Pods number per 1 plant	Liczba nasion z 1 rośliny Seeds number per 1 plant	Liczba nasion w 1 strąku Seeds number per 1 pod	Masa nasion w 1 strąku Seeds weight per 1 pod [g]
Dukat		8,8	28,5	3,2	0,39
Mister		7,1	24,4	3,5	0,50
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,9	2,9	0,2	0,01
	100	7,1	23,8	3,3	0,43
	80	7,2	23,3	3,3	0,44
	60	7,6	26,5	3,4	0,45
	40	8,5	28,2	3,3	0,45
	20	9,3	30,4	3,3	0,45
NIR ($\alpha = 0,05$)		1,3	4,3	r.n.	r.n.
Lata Years	2011	8,3	25,5	3,1	0,39
	2012	10,6	37,6	3,7	0,43
	2013	5,0	16,3	3,3	0,51
NIR ($\alpha = 0,05$)		1,1	3,6	0,3	0,02

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Kotecki i in. [2003a] wykazali dla mieszanki łubinu żółtego z pszenżytem, że wysokość roślin, liczba rozgałęzień, strąków, nasion oraz masa nasion z rośliny i masa tysiąca nasion przyjmują najkorzystniejsze wartości w siewie czystym.

Sobkowicz i Śniady [1999] w badaniach nad mieszankami wyki z pszenżytem stwierdzili wzrost masy i liczby nasion oraz masy tysiąca nasion wyki uprawianej w mieszance w stosunku do siewów czystych. Podgórska-Lesiak [2009] zaobserwowała, w stosunku do siewu czystego, wzrost liczby strąków grochu uprawianego w mieszance z jęczmieniem oraz spadek liczby i masy nasion w strąku, a także masy tysiąca nasion.

Nie wykazano wpływu odmiany i współdziałania badanych czynników na kształtowanie elementów struktury plonu (tab. 46). Zmniejszenie udziału łubinu w mieszance przy jednoczesnym wzroście pszenżyta skutkowało zwiększeniem masy wszystkich elementów kształtujących nadziemną część rośliny. Udział łodyg w nadziemnej masie rośliny był najwyższy w siewie czystym, a nasion i strączyn przy wysiewie na 1 m² 40 nasion łubinu i 240 ziaren pszenżyta.

Kotecki i in. [2003 a] wykazali, że udział łodyg w strukturze plonu zależał od proporcji wysiewu i był wyższy w mieszance z najmniejszą ilością wysiewu łubinu na 1 m². Ponadto czynnik ten kształtował udział nasion, który był największy w czystym siewie łubinu.

W miarę zwiększania udziału pszenżyta w mieszance i obniżania łubinu plony nasion i resztek pozbiorowych oraz wydajność białka zmniejszały się (tab. 47). W odniesieniu do wydajności białka ogółem wykazano współdziałanie badanych czynników.

Badane czynniki nie miały wpływu na zawartość w nasionach łubinu żółtego białka ogółem i składników mineralnych (tab. 48). W odniesieniu do zawartości białka ogółem wykazano współdziałanie badanych czynników.

Podleśny i Strobel [2006] zaobserwowali mniejszy wpływ terminu siewu na plon białka niż nasion, co wynika ze wzrostu zawartości białka wraz z opóźnieniem terminu siewu, a przez to zmniejszenia różnicy w plonie tego składnika.

Nagromadzenie składników mineralnych w nasionach kształtowało się pod wpływem współdziałania badanych czynników i udziału łubinu w mieszance (tab. 49). W odniesieniu do N, P, K i Mg było najwyższe w czystym siewie łubinu.

Skład mineralny resztek pozbiorowych kształtował zróżnicowany w latach przebieg pogody (tab. 50). W 2011 r. resztki pozbiorowe zawierały najwięcej Ca, w 2012 P i K, a w 2013 N i Mg,

Nagromadzenie składników mineralnych w słomie łubinu zależało od badanych czynników i ich współdziałania oraz układu warunków wilgotnościowo-termicznych podczas wegetacji (tab. 51). W odniesieniu do Ca nie wykazano wpływu czynnika odmianowego na gromadzenie tego pierwiastka.

Z powodu słabej polowej zdolności wschodów pszenżyta w 2013 r., średnio za trzy lata, liczba roślin po wschodach odbiegała od założeń teoretycznych (tab. 52). Współczynnik krzewienia produkcyjnego zmniejszał się w miarę wzrostu udziału pszenżyta w mieszance i był najniższy w czystym siewie.

Wysokość roślin, długość kłosa i liścia flagowego oraz liczba ziaren w kłosie zmniejszały się istotnie, a masa 1000 ziaren wzrastała pod wpływem zwiększania udziału pszenżyta w mieszance z łubinem (tab. 53). Odmiana łubinu odegrała istotną rolę w kształtowaniu długości liścia flagowego i liczby ziaren z 1 kłosa.

Tabela 46

Table 46

Elementy struktury plonu odmian łubinu żółtego (średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Structure elements of yellow lupine yield (averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Masa nadziemnej części rośliny (sucha masa) Weight of aerial part of the plant (dry mass) [g]				Struktura plonu Yield structure [%]		
		nasiona seeds	strączyzny pericarps	łodygi stems	razem total	nasiona seeds	strączyzny pericarps	łodygi stems
Dukat		3,48	2,59	4,65	10,72	32,5	24,2	43,3
Mister		3,32	2,58	4,88	10,78	30,8	23,9	45,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	100	2,99	2,25	4,55	9,79	30,5	23,0	46,5
	80	3,05	2,39	4,43	9,87	30,9	24,2	44,9
	60	3,30	2,40	4,46	10,16	32,5	23,6	43,9
	40	3,67	2,77	4,84	11,28	32,5	24,6	42,9
	20	4,00	3,12	5,55	12,67	31,6	24,6	43,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,55	0,51	0,50	1,39	2,1	1,8	2,9
Lata Years	2011	3,26	2,62	3,62	9,50	34,3	27,6	38,1
	2012	4,47	3,32	5,64	13,43	33,3	24,7	42,0
	2013	2,47	1,82	5,03	9,32	26,5	19,5	54,0
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,48	0,45	0,76	1,52	2,2	1,3	2,5

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 47

Table 47

Plony nasion i resztek pozbiorowych łubinu żółtego [t·ha⁻¹] oraz wydajność białka ogółem
z 1 ha [kg·ha⁻¹] (średnie z lat 2011–2013)

Seed and harvest residue yield of yellow lupine [t·ha⁻¹] and total protein yield [kg·ha⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Plon nasion Seeds yield	Wydajność białka ogółem z nasion z 1 ha Total protein yield of seeds	Masa resztek pozbiorowych Harvest residue weight
1	2	3	4	5
Dukat	100	2,21	782	4,81
	80	1,89	641	3,41
	60	1,54	536	2,99
	40	1,10	375	2,16
	20	0,65	218	1,37
Mister	100	2,44	867	4,94
	80	2,01	723	4,55
	60	1,50	521	3,31
	40	0,96	338	2,13
	20	0,59	204	1,28
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,20	67	0,70

Tabela 47 cd.
Table 47 cont.

1	2	3	4	5
średnie dla czynników – averages for factors				
Dukat		1,48	510	2,95
Mister		1,50	530	3,24
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.
	100	2,33	824	4,87
	80	1,95	682	3,98
	60	1,52	528	3,15
	40	1,03	356	2,14
	20	0,62	211	1,32
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,11	37	0,44
Lata Years	2011	1,43	555	2,57
	2012	2,11	693	4,02
	2013	0,93	313	2,69
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,17	58	0,52

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 48
Table 48

Zawartość białka ogółem i skład mineralny nasion odmian łubinu żółtego [g·kg⁻¹]
(średnie z lat 2011–2013)

Total protein content and mineral composition of seeds of yellow lupine seeds cultivars [g·kg⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	Białko ogółem Total protein	N	P	K	Ca	Mg
1	2	3	4	5	6	7	8
Dukat	100	408	65,3	10,3	14,9	1,3	3,2
	80	391	62,5	10,0	14,5	1,5	3,2
	60	403	64,5	9,9	14,7	1,4	3,1
	40	397	63,6	10,0	14,4	1,5	3,2
	20	410	65,5	10,0	14,4	1,5	3,1
Mister	100	407	65,1	9,9	14,1	1,4	3,4
	80	410	65,7	9,8	14,2	1,5	3,2
	60	402	64,3	9,0	12,8	1,6	3,0
	40	410	65,5	10,0	14,1	1,5	3,3
	20	415	66,4	10,4	14,3	1,6	3,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		19	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors							
Dukat		402	64,3	10,1	14,6	1,5	3,2
Mister		409	65,4	9,8	13,9	1,5	3,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	0,6	r.n.	r.n.

Tabela 48 cd. – Table 48 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
	100	408	65,2	10,1	14,5	1,4	3,3
	80	401	64,1	9,9	14,4	1,5	3,2
	60	403	64,4	9,5	13,7	1,5	3,1
	40	404	64,6	10,0	14,3	1,5	3,3
	20	413	66,0	10,2	14,3	1,6	3,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Lata Years	2011	451	72,2	12,2	15,2	1,5	4,0
	2012	377	60,3	8,9	14,8	0,9	2,7
	2013	388	62,0	8,7	12,7	2,1	2,9
NIR ($\alpha = 0,05$)		10	1,7	0,5	0,7	0,1	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 49 – Table 49

Nagromadzenie składników mineralnych w nasionach odmian łubinu żółtego [kg·ha⁻¹]

(średnie z lat 2011–2013)

Mineral compounds accumulation in seeds of yellow lupine cultivars [kg·ha⁻¹]

(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Dukat	100	125	19,9	29,4	2,3	6,2
	80	103	16,6	24,2	2,4	5,3
	60	86	13,3	20,0	1,7	4,1
	40	60	9,6	14,4	1,3	2,9
	20	35	5,3	8,2	0,7	1,5
Mister	100	139	21,1	30,7	2,6	7,2
	80	116	17,4	25,4	2,5	5,7
	60	83	11,3	16,4	2,0	3,8
	40	54	8,2	12,0	1,2	2,7
	20	33	5,0	7,4	0,7	1,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		11	1,6	2,3	r.n.	0,5
średnie dla czynników – averages for factors						
Dukat		82	12,9	19,2	1,7	4,0
Mister		85	12,6	18,4	1,8	4,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	100	132	20,5	30,0	2,4	6,7
	80	109	17,0	24,8	2,5	5,5
	60	85	12,3	18,2	1,8	4,0
	40	57	8,9	13,2	1,2	2,8
	20	34	5,2	7,8	0,7	1,5
NIR ($\alpha = 0,05$)		6	0,9	1,3	0,1	0,3
Lata Years	2011	89	14,9	19,0	1,9	5,0
	2012	111	16,3	27,1	1,7	5,0
	2013	50	7,1	10,3	1,7	2,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		9	1,3	2,0	r.n.	0,4

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 50
Table 50

Skład mineralny resztek pozbiorowych odmian łubinu żółtego [g·kg⁻¹]
(średnie z lat 2011–2013)
Mineral composition of harvest residues of yellow lupine cultivars [g·kg⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Dukat	100	7,7	1,7	10,5	5,8	0,7
	80	6,6	1,7	11,3	5,4	0,5
	60	7,0	1,9	11,2	6,6	0,6
	40	7,1	2,2	11,9	7,5	0,7
	20	7,5	2,3	13,6	6,5	0,7
Mister	100	7,9	1,9	12,7	6,1	0,9
	80	8,1	2,2	13,3	6,2	1,0
	60	7,5	2,1	12,9	5,7	0,8
	40	7,4	2,1	13,2	6,5	0,9
	20	7,2	1,8	13,1	5,6	0,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	0,9	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors						
Dukat		7,2	2,0	11,7	6,3	0,6
Mister		7,6	2,0	13,0	6,0	0,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	0,8	r.n.	0,1
	100	7,8	1,8	11,6	5,9	0,8
	80	7,3	2,0	12,3	5,8	0,8
	60	7,2	2,0	12,1	6,1	0,7
	40	7,2	2,1	12,6	7,0	0,8
	20	7,4	2,0	13,3	6,1	0,7
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	0,6	r.n.
Lata Years	2011	6,7	1,7	6,1	8,6	0,7
	2012	7,4	2,6	14,2	5,7	0,5
	2013	8,1	1,6	16,8	4,3	1,0
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,9	0,5	1,0	0,5	0,2

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 51

Table 51

Nagromadzenie składników mineralnych w resztkach pozbiorowych odmian łubinu żółtego [kg·ha⁻¹]
(średnie z lat 2011–2013)

Mineral compounds accumulation in harvest residues of yellow lupine cultivars [kg·ha⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Odmiana Cultivar	Liczba nasion na 1 m ² Number of seeds per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Dukat	100	31,6	7,9	42,9	23,8	2,4
	80	18,9	5,0	32,5	15,8	1,5
	60	17,8	4,9	28,3	16,8	1,5
	40	12,9	4,4	21,4	14,0	1,1
	20	8,6	2,9	16,3	7,5	0,7
Mister	100	33,1	8,3	55,8	24,6	3,4
	80	31,2	8,6	53,9	22,9	3,6
	60	21,4	5,9	37,7	15,7	2,2
	40	13,2	3,9	25,0	11,2	1,5
	20	8,1	2,2	16,4	5,7	1,0
NIR ($\alpha = 0,05$)		4,7	1,5	9,2	3,1	0,4
średnie dla czynników – averages for factors						
Dukat		18,0	5,0	28,3	15,6	1,5
Mister		21,4	5,8	37,7	16,0	2,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		2,9	0,9	5,8	r.n.	0,3
	100	32,4	8,1	49,4	24,2	2,9
	80	25,0	6,8	43,2	19,3	2,5
	60	19,6	5,4	33,0	16,2	1,8
	40	13,1	4,1	23,2	12,6	1,3
	20	8,4	2,5	16,3	6,6	0,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		2,9	0,9	5,6	2,0	0,3
Lata Years	2011	14,5	3,6	13,2	18,4	1,6
	2012	25,6	8,8	47,2	19,1	1,7
	2013	19,0	3,8	38,6	9,9	2,4
NIR ($\alpha = 0,05$)		3,5	1,1	7,0	2,3	0,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 52

Table 52

Liczba roślin pszenżyta po wschodach, liczba źdźbeł produkcyjnych przed zbiorem oraz współczynnik krzewienia produkcyjnego (średnie z lat 2011–2013)

Number of plants after emergence, productive stalks before harvesting and productive tillering index (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Liczba roślin po wschodach na 1 m ² Plants after emergence per 1 m ²	Liczba źdźbeł produkcyjnych przed zbiorem na 1 m ² Productive stalks before harvesting per 1 m ²	Współczynnik krzewienia produkcyjnego Productive tillering index
Łubin żółty Dukat	80	68	96	1,52
+ pszenżyto Milkaro	160	120	162	1,35
Yellow lupine	240	165	212	1,31
Dukat + triticale	320	246	307	1,27
Milkaro	400	333	368	1,10
Łubin żółty Mister	80	65	106	1,64
+ pszenżyto Milkaro	160	114	160	1,42
Yellow lupine	240	179	236	1,35
Mister	320	234	287	1,25
+ triticale Milkaro	400	333	368	1,10
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors				
Dukat		187	229	1,31
Mister		185	231	1,35
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.
	80	67	101	1,58
	160	117	161	1,39
	240	172	224	1,33
	320	240	297	1,26
	400	333	368	1,10
NIR ($\alpha = 0,05$)		10	16	0,11
Lata	2011	228	295	1,34
Years	2012	190	212	1,24
	2013	139	183	1,42
NIR ($\alpha = 0,05$)		9	11	0,13

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Cechy morfologiczne pszenżyta Milkaro przed zbiorem (średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Morphological traits of Milkaro triticale before harvest (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Wysokość roślin Plants height [cm]	Długość kłosa Ear length [cm]	Długość liścia flagowego Flag leaf length [cm]	Liczba ziaren z 1 kłosa Grains number per 1 ear	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight [g]
Dukat		83	6,3	9,9	31,8	40,9
Mister		85	6,1	9,6	30,1	41,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	0,3	1,1	r.n.
	80	88	7,2	11,0	39,0	39,4
	160	88	6,7	10,3	33,9	40,7
	240	85	6,3	9,7	30,8	41,1
	320	80	5,7	9,1	26,6	41,5
	400	78	5,1	8,7	24,2	42,7
NIR ($\alpha = 0,05$)		3	0,3	0,5	2,1	1,1
Lata Years	2011	78	7,5	11,0	31,0	44,6
	2012	80	4,8	7,7	30,7	35,7
	2013	93	6,3	10,5	31,0	42,9
NIR ($\alpha = 0,05$)		3	0,3	0,4	r.n.	0,9

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Masa ziaren w kłosie, masa słomy z 1 źdźbła zmniejszały się w miarę wzrostu udziału pszenżyta w mieszance (tab. 54). W siewach mieszanych odmiana łubinu nie miała istotnego wpływu na kształtowanie masy ziarna w kłosie.

Plon ziarna i słomy pszenżyta oraz wydajność białka były proporcjonalne do udziału pszenżyta w mieszance i były najwyższe w siewie czystym oraz odznaczały się dużą zmiennością w latach (tab. 55). W stosunku do najniższych plonów ziarna i słomy, które notowano w 2013 r., plony w 2011 r. były wyższe odpowiednio o 78 i 88%.

Badane czynniki miały niewielki wpływ na zawartość białka ogółem i składników mineralnych w ziarnie pszenżyta (tab. 56). Skład chemiczny wszystkich badanych w ziarnie składników zależał od warunków wilgotnościowo-termicznych, a w odniesieniu do N, K, Ca i Mg – od udziału łubinu w mieszance.

Nagromadzenie składników mineralnych w pszenżycie jarym było proporcjonalne do plonów pszenżyta i dlatego zależało od jego udziału w mieszance, a ponadto kształtował je różnicowany w latach przebieg pogody (tab. 57).

Na zawartość N, K i Ca w słomie miały wpływ udział łubinu żółtego w mieszance i warunki wilgotnościowo-termiczne w latach badań (tab. 58). W porównaniu z czystym siewem pszenżyta współrzędna uprawa z łubinem, przy wysiewie na 1 m² 80 nasion łubinu i 80 ziaren pszenżyta, skutkowałą wzrostem zawartości w słomie N, K i Ca. Wpływ współrzędnej uprawy na skład chemiczny słomy był mniejszy niż przebiegu pogody.

Elementy struktury plonu pszenżyta odmiany Milkaro
(średnie z lat 2011–2013)
Yield structure elements of Milkaro triticale
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Masa nadziemnej części 1 źdźbła produkcyjnego Weight of an aerial part of 1 productive stalk [g]			Struktura plonu Yield structure [%]	
		ziarno grain	słoma straw	razem total	ziarno grain	słoma straw
Łubin żółty Dukat + pszenżyto Milkaro Yellow lupine Dukat + triticale Milkaro	80	1,60	1,42	3,02	53,0	47,0
	160	1,33	1,41	2,74	48,5	51,5
	240	1,35	1,30	2,65	50,9	49,1
	320	1,11	1,09	2,20	50,5	49,5
	400	1,05	0,90	1,95	53,8	46,2
Łubin żółty Mister + pszenżyto Milkaro Yellow lupine Mister + triticale Milkaro	80	1,48	1,37	2,85	51,9	48,1
	160	1,39	1,17	2,56	54,3	45,7
	240	1,25	1,10	2,35	53,2	46,8
	320	1,22	1,03	2,25	54,2	45,8
	400	1,05	0,90	1,95	53,8	46,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,12	0,10	r.n.	2,4	2,4
średnie dla czynników – averages for factors						
Dukat Mister		1,29	1,22	2,51	51,4	48,6
		1,28	1,11	2,39	53,6	46,4
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	0,05	0,08	1,1	1,1
	80	1,54	1,40	2,94	52,4	47,6
	160	1,36	1,29	2,65	51,3	48,7
	240	1,30	1,20	2,50	52,0	48,0
	320	1,17	1,06	2,23	52,5	47,5
	400	1,05	0,90	1,95	53,8	46,2
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,09	0,07	0,14	1,7	1,7
Lata Years	2011	1,49	1,56	3,05	48,9	51,1
	2012	1,08	0,89	1,97	54,8	45,2
	2013	1,28	1,06	2,34	54,7	45,3
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,05	0,06	0,10	1,3	1,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 55 – Table 55

Plony ziarna i resztek pozbiorowych pszenżyta [t·ha⁻¹] oraz wydajność białka ogółem [kg·ha⁻¹]

(średnie dla czynników z lat 2011–2013)

Grain and straw yield of triticale [t·ha⁻¹] and total protein yield [kg·ha⁻¹] (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Plon ziarna Grain yield	Wydajność białka ogółem z ziarna z 1 ha Total protein yield of grain	Resztki pozbiorowe Harvest residue yield
średnie dla czynników – averages for factors				
Dukat		2,31	207	1,96
Mister		2,39	214	1,95
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	r.n.
	80	1,12	105	0,92
	160	1,81	168	1,56
	240	2,65	245	2,13
	320	2,92	260	2,49
	400	3,25	276	2,68
NIR (α = 0,05)		0,13	12	0,17
Lata Years	2011	2,96	261	2,51
	2012	2,43	186	2,02
	2013	1,66	185	1,33
NIR (α = 0,05)		0,18	16	0,22

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 56 – Table 56

Zawartość białka ogółem i skład mineralny ziarna pszenżyta odmiany Milkaro [g·kg⁻¹]

(średnie dla czynników z lat 2011–2013)

Total protein content and mineral composition of Milkaro triticale grain [g·kg⁻¹]

(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Białko ogółem Total protein content	N	P	K	Ca	Mg
Dukat		106	18,6	3,7	5,3	0,28	1,2
Mister		108	18,9	3,7	5,2	0,28	1,2
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	80	113	19,8	3,8	5,5	0,32	1,2
	160	111	19,4	3,7	5,4	0,28	1,2
	240	109	19,0	3,8	5,3	0,27	1,2
	320	104	18,2	3,6	5,2	0,27	1,1
	400	100	17,5	3,5	5,0	0,27	1,2
NIR (α = 0,05)		4	0,7	r.n.	0,2	0,03	0,1
Lata Years	2011	104	18,2	4,0	5,7	0,31	1,5
	2012	88	15,4	2,7	4,8	0,21	0,8
	2013	130	22,8	4,4	5,4	0,32	1,2
NIR (α = 0,05)		3	0,5	0,2	0,2	0,02	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Nagromadzenie składników mineralnych w ziarnie pszenżyta odmiany Milkaro [kg·ha⁻¹]
(średnie z lat 2011–2013)

Mineral compounds accumulation in Milkaro triticale grain [kg·ha⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Łubin żółty	80	17,7	3,5	5,2	0,3	1,1
Dukat + pszenżyto	160	28,3	5,6	8,3	0,4	1,8
Milkaro	240	41,9	8,3	11,9	0,6	2,7
Yellow lupine	320	44,8	9,0	13,1	0,7	2,9
Dukat + triticale	400	48,3	10,3	14,4	0,8	3,5
Łubin żółty	80	19,0	3,6	5,3	0,3	1,1
Mister + pszenżyto	160	30,8	5,9	8,5	0,5	1,9
Milkaro	240	43,8	8,7	12,5	0,6	2,8
Yellow lupine Mi- ster + triticale	320	46,0	9,4	13,3	0,7	2,9
Milkaro	400	48,3	8,9	14,4	0,8	3,5
NIR (α = 0,05)		r.n.	0,7	r.n.	r.n.	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors						
Dukat		36,2	7,3	10,6	0,5	2,4
Mister		37,6	7,3	10,8	0,6	2,4
NIR (α = 0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	80	18,3	3,5	5,2	0,3	1,1
	160	29,5	5,7	8,4	0,4	1,8
	240	42,9	8,5	12,2	0,6	2,7
	320	45,4	9,2	13,2	0,7	2,9
	400	48,3	9,6	14,4	0,8	3,5
NIR (α = 0,05)		2,2	0,4	0,6	0,1	0,1
Lata	2011	45,8	9,9	14,3	0,8	3,8
Years	2012	32,5	5,6	10,1	0,4	1,7
	2013	32,3	6,3	7,7	0,4	1,7
NIR (α = 0,05)		2,8	0,5	0,8	0,1	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Skład mineralny słomy pszenżyta odmiany Milkaro [g·kg⁻¹]
(średnie dla czynników z lat 2011–2013)
Mineral composition of straw in triticale Milkaro cultivar straw [g·kg⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Dukat		4,9	1,7	12,5	2,1	0,47
Mister		5,3	1,7	12,1	2,1	0,47
NIR (α = 0,05)		0,2	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	80	5,5	1,9	14,1	2,4	0,47
	160	5,0	1,6	12,7	2,2	0,47
	240	5,1	1,8	11,5	2,1	0,47
	320	5,2	1,7	12,2	2,1	0,50
	400	4,7	1,7	11,2	1,9	0,47
NIR (α = 0,05)		0,4	r.n.	1,7	0,3	r.n.
Lata Years	2011	4,2	0,8	13,0	2,5	0,6
	2012	4,9	2,7	13,8	1,8	0,3
	2013	6,3	1,7	10,2	2,1	0,5
NIR (α = 0,05)		0,3	0,4	1,3	0,2	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Nagromadzenie składników mineralnych w słomie pszenżyta było proporcjonalne do plonów słomy i dlatego zależało w dużym stopniu od jej udziału w mieszance (tab. 59).

Bez względu na odmianę łubinu żółtego łączne plony z pszenżytem w uprawie współrzędnej były najwyższe przy wysiewie na 1 m² 40 nasion łubinu i 240 ziaren pszenżyta (tab. 60). W porównaniu z czystym siewem łubinu i pszenżyta były wyższe dla odmiany Dukat odpowiednio o 68 i 14,5%, a w przypadku odmiany Mister o 49 i 12%. Najwyższą wydajność białka uzyskano w siewie czystym łubinu. Stosując odmianę Dukat, plony słomy były najwyższe w siewie czystym, a dla odmiany Mister przy wysiewie na 1 m² 80 nasion łubinu i 80 ziaren pszenżyta.

W wielu badaniach wykazano, że plony mieszanek zależą od uwarunkowań termiczno-wilgotnościowych oraz stanowiska [Ostrowski i Daszewska 1993, Buraczyńska i in. 2004, Płaza i in. 2008]. Boguszewski [1954] wykazał, że udział owsa i łubinu żółtego w siewach mieszanych kształtuje się po wpływie zaopatrzenia roślin w azot i fosfor. Najwyższe plony mieszanek uzyskiwano przy małym udziale owsa i dużym łubinu. Kotwica i Rudnicki [2004] wykazali brak wierności plonowania mieszanek w latach i tendencje do stabilizującego działania domieszek zbóż do upraw strączkowych, wśród których jęczmień wpływał korzystniej niż owies. Podobne wyniki uzyskali Rudnicki i Wenda-Piesik [2007], wskazując jako najbardziej produktywne mieszanki grochu z jęczmieniem i pszenżytem przy gęstości siewu grochu 60 nasion na 1 m². Na plonowanie uprawianych współrzędnie roślin o zróżnicowanym pokroju, a przez to nierównomiernym dostępie światła słonecznego, mają wpływ rozstawa rzędów i gęstość siewu. Tsubo i Walker [2004] uzyskali spadek plonów fasoli na skutek mniejszego ekspanowania roślin na działanie światła w uprawie z kukurydzą.

Tabela 59

Table 59

Nagromadzenie składników mineralnych w słomie pszenżyta odmiany Milkaro [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

(średnie z lat 2011–2013)

Mineral compounds accumulation in Milkaro harvest residue [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
Łubin żółty	80	3,8	1,4	10,6	1,7	0,3
Dukat + pszenżyto	160	6,1	2,5	18,7	3,1	0,6
Milkaro	240	9,0	3,2	21,6	4,0	0,9
Yellow lupine	320	10,4	2,9	25,7	4,7	1,1
Dukat + triticale	400	9,9	3,4	26,0	4,4	1,1
Łubin żółty	80	4,7	1,8	11,3	1,9	0,4
Mister + pszenżyto	160	6,8	1,8	15,8	2,7	0,6
Milkaro	240	8,7	3,1	19,7	3,3	0,8
Yellow lupine	320	11,0	3,5	27,5	4,6	1,1
Mister + triticale Milkaro	400	9,9	3,4	26,0	4,4	1,1
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	0,6	r.n.	0,5	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors						
Dukat		7,8	2,7	20,5	3,6	0,8
Mister		8,2	2,7	20,1	3,4	0,8
NIR ($\alpha = 0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	80	4,2	1,6	11,0	1,8	0,3
	160	6,4	2,2	17,2	2,9	0,6
	240	8,8	3,2	20,7	3,7	0,9
	320	10,7	3,2	26,6	4,6	1,1
	400	9,9	3,4	26,0	4,4	1,1
NIR ($\alpha = 0,05$)		0,8	0,4	2,0	0,3	0,1
Lata	2011	8,8	1,6	26,3	5,1	1,3
Years	2012	8,3	4,6	23,5	3,0	0,6
	2013	7,0	1,9	11,1	2,4	0,6
NIR ($\alpha = 0,05$)		1,0	0,5	2,5	0,3	0,1

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 60

Table 60

Łączny plon nasion łubinu żółtego i ziaren pszenżyta, masa resztek pozbiorowych [t·ha⁻¹]
oraz wydajność białka ogółem [kg·ha⁻¹] (średnie z lat 2011–2013)

Total yield of seeds yellow lupine and grain of triticale, weight of harvest residues [t·ha⁻¹]
and total protein yield [kg·ha⁻¹] (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Plon nasion łubinu i ziarna pszenżyta Yield of lupine seeds and triticale grain	Wydajność białka z ziarna i nasion Grain and seeds protein yield	Resztki pozbiorowe łubinu i pszenżyta Weight of lupine and triticale harvest residues
	nasion łubinu lupine seeds	ziaren pszenżyta triticale grains			
Łubin żółty	100	0	2,21	782	4,81
Dukat + pszenżyto	80	80	2,95	742	4,30
Milkaro	60	160	3,31	698	4,51
Yellow lupine	40	240	3,72	614	4,41
Dukat + triticale	20	320	3,51	474	3,84
Milkaro	0	400	3,25	276	2,68
Łubin żółty	100	0	2,44	867	4,94
Mister + pszenżyto	80	80	3,18	831	5,50
Milkaro	60	160	3,35	696	4,91
Yellow lupine	40	240	3,64	587	4,13
Mister + triticale Milkaro	20	320	3,57	466	3,78
	0	400	3,25	276	2,68
NIR (α = 0,05)			r.n.	69	r.n.
średnie dla czynników – averages for factors					
Dukat			3,16	598	4,09
Mister			3,24	621	4,32
NIR (α = 0,05)			r.n.	r.n.	r.n.
	100	0	2,32	824	4,87
	80	80	3,07	787	4,89
	60	160	3,33	697	4,71
	40	240	3,68	601	4,27
	20	320	3,54	470	3,81
	0	400	3,25	276	2,68
NIR (α = 0,05)			0,16	38	0,50
Lata Years	2011		3,66	680	4,24
	2012		3,78	732	5,04
	2013		2,16	415	3,34
NIR (α = 0,05)			0,27	59	0,57

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Noworolnik [2007] wykazał w mieszankach grochu z jęczmieniem i owsem, że udział nasion grochu w plonie mieszanek był mały niezależnie od ilości jego wysiewu w mieszance. W badaniach Buraczyńskiej [2010] udział owsa w strukturze plonu w mieszankach owsa z łubinem wąskolistnym wynosił 89–96%. Księżak [2007b] uzyskał większy udział nasion łubinu wąskolistnego w mieszance z jęczmieniem niż z owsem, zwłaszcza na glebie lżejszej w porównaniu z madą rzeczną.

Skład mieszanki decyduje o ilości i jakości plonu. Zadaniem komponentu zbożowego jest utrzymanie stabilności plonu, gdyż wzrost udziału zboża w mieszance powoduje przyrost plonu, co potwierdzają wyniki wielu badań [Siuta 1994, Ceglarek i in. 1997, Kotecki i in. 2003a, Rudnicki i Gałęzewski 2007, Buraczyńska i in. 2008]. Buraczyńska i Ceglarek [2009] uzyskali istotnie większy plon nasion z mieszanek grochu siewnego z pszenżytem jarym niż z bobiku z pszenicą jarą, a najkorzystniejszy efekt był przy 50 i 75% udziale grochu siewnego. Natomiast Kotwica i Rudnicki [2004] wśród możliwych mieszanek pomiędzy owsem, pszenżytem, jęczmieniem, grochem i łubinem żółtym najwyższy łączny plon ziarna i nasion otrzymali z mieszanki owsa z łubinem, a białka z mieszanki pszenżyta z łubinem. Noworolnik [2007] uzyskał większe plony nasion i białka mieszanek jęczmienia z grochem w porównaniu z owsem i grochem. Najbardziej produktywna była mieszanka z wysiewu 250 ziaren jęczmienia i 35 nasion grochu na 1 m², a formy oplewione jęczmienia i owsa plonowały wyżej od form nagich. Podgórska-Lesiak [2009] otrzymała wyższe plony grochu w mieszankach z jęczmieniem niż w siewach czystych. Tłumaczy to korzystnym skutkiem podporowego oddziaływania zboża i zmniejszonymi stratami plonu w porównaniu z grochem łatwo wylegającym w siewie czystym. Jednak siew mieszany wpłynął niekorzystnie na zawartość białka w nasionach grochu, chociaż sprzyjał gromadzeniu białka w ziarnie jęczmienia. Buraczyńska [2010] stwierdza, iż uprawa łubinu wąskolistnego z owsem zapewnia większy plon nasion, słomy i białka ogólnego niż siew czysty łubinu. Jednak plony nasion i słomy maleją, a zawartość białka ogólnego w nasionach i słomie rośnie wraz ze zmniejszającym się udziałem owsa. Liszka-Podkowa [2010] stwierdziła, że zmniejszenie ilości wysiewu kukurydzy w uprawie współrzędnej o 20% i wprowadzenie roślin strączkowych zapewniło najwyższą wydajność suchej masy, białka ogółem i tłuszczu surowego. Z badań nad mieszankami łubinu wąskolistnego z wybranymi zbożami jarymi wynika, że lepszym zbożem do uprawy współrzędnej jest jęczmień niż owies, gdyż mniej ogranicza rozwój generatywny łubinu [Księżak 2007b].

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w nasionach łubinu i pszenżyta kształtowało się pod wpływem udziału komponentów w mieszance oraz przebiegu pogody i było na ogół najwyższe w czystym siewie łubinu, a najniższe w monokulturze pszenżyta (tab. 61).

Masa składników mineralnych zawartych łącznie w resztkach pozbiorowych łubinu i pszenżyta kształtowała się pod wpływem współdziałania badanych czynników, udziału komponentów w mieszankach i przebiegu pogody (tab. 62). Odmiana łubinu miała wpływ na akumulację N, K i Mg. Na ogół najwięcej makroskładników gromadziły resztki pozbiorowe łubinu w czystym siewie niż w siewach mieszanych.

Łączne nagromadzenie makroskładników w resztkach pozbiorowych łubinu i pszenżyta oraz w nasionach i ziarnie wykazało wpływ współdziałania badanych czynników i proporcji wysiewu komponentów (tab. 63). Rośliny gromadziły najwięcej N, a następnie kolejno mniej K, P, Ca i Mg.

Tabela 61

Table 61

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w nasionach łubinu żółtego i ziarnie pszenżyta
[kg·ha⁻¹] (średnie z lat 2011–2013)

Total accumulation of mineral compounds in yellow lupine seeds and triticale grain [kg·ha⁻¹]
(averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		N	P	K	Ca	Mg
	nasion łubinu lupine seeds	ziaren pszenżyta triticale grains					
Łubin żółty	100	0	125	19,9	29,4	2,3	6,2
Dukat + pszenżyto	80	80	120	20,0	29,4	2,7	6,4
Milkaro	60	160	114	18,9	28,4	2,1	5,9
Yellow lupine	40	240	102	17,8	26,3	1,9	5,6
Dukat + triticale	20	320	80	14,3	21,3	1,4	4,4
Milkaro	0	400	48	10,3	14,4	0,8	3,5
Łubin żółty	100	0	139	21,1	30,7	2,6	7,2
Mister + pszenżyto	80	80	135	21,0	30,7	2,8	6,8
Milkaro	60	160	114	17,2	25,0	2,5	5,7
Yellow lupine	40	240	98	16,9	24,5	1,8	5,5
Mister + triticale Milkaro	20	320	79	14,4	20,7	1,4	4,4
	0	400	48	8,9	14,4	0,8	3,5
NIR ($\alpha = 0,05$)			11	1,7	2,5	r.n.	0,5
średnie dla czynników – averages for factors							
Dukat			98	16,9	24,8	1,9	5,3
Mister			102	16,6	24,3	2,0	5,5
NIR ($\alpha = 0,05$)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	100	0	132	20,5	30,0	2,4	6,7
	80	80	127	20,5	30,0	2,7	6,6
	60	160	114	18,0	26,7	2,3	5,8
	40	240	100	17,3	25,4	1,8	5,5
	20	320	79	14,3	21,0	1,4	4,4
	0	400	48	9,6	14,4	0,8	3,5
NIR ($\alpha = 0,05$)			6	0,9	1,4	0,1	0,3
Lata Years	2011		112	20,7	27,7	2,2	7,3
	2012		119	18,3	31,0	1,8	5,6
	2013		69	11,2	15,0	1,8	3,4
NIR ($\alpha = 0,05$)			10	1,4	2,2	0,2	0,4

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 62
Table 62

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w resztkach pozbiorowych
 łąbinu żółtego i pszenżyta [kg·ha⁻¹] (średnie z lat 2011–2013)
 Total accumulation of mineral compounds in yellow lupine and triticale harvest residue [kg·ha⁻¹]
 (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		N	P	K	Ca	Mg
	nasion łąbinu lupine seeds	ziaren pszenżyta triticale grains					
Łubin żółty	100	0	31,6	7,9	42,9	23,8	2,4
Dukat + pszen- żyto Milkaro	80	80	22,6	6,4	43,1	17,4	1,8
Yellow lupine	60	160	23,8	7,4	47,0	19,9	2,1
Dukat +triti- cale Milkaro	40	240	21,9	7,6	43,0	18,1	2,0
	20	320	19,0	5,8	42,0	12,2	1,8
	0	400	9,9	3,4	26,0	4,4	1,1
Łubin żółty	100	0	33,1	8,3	55,8	24,6	3,4
Mister + pszenżyto	80	80	35,9	10,5	65,2	24,8	3,9
Milkaro	60	160	28,2	7,8	53,4	18,4	2,8
Yellow lupine	40	240	21,9	6,9	44,7	14,5	2,2
Mister + triti- cale Milkaro	20	320	19,1	5,7	43,9	10,3	2,1
	0	400	9,9	3,4	26,0	4,4	1,1
NIR ($\alpha = 0,05$)			4,9	1,7	9,9	3,1	0,4
średnie dla czynników – averages for factors							
Dukat			21,5	6,4	40,7	16,0	1,9
Mister			24,7	7,1	48,2	16,1	2,6
NIR ($\alpha = 0,05$)			2,8	r.n.	6,0	r.n.	0,3
	100	0	32,4	8,1	49,4	24,2	2,9
	80	80	29,3	8,4	54,1	21,1	2,9
	60	160	26,0	7,6	50,2	19,2	2,5
	40	240	21,9	7,3	43,8	16,3	2,1
	20	320	19,1	5,7	42,9	11,2	1,9
	0	400	9,9	3,4	26,0	4,4	1,1
NIR ($\alpha = 0,05$)			3,1	1,0	6,1	2,0	0,3
Lata Years	2011		19,3	4,4	32,9	19,5	2,4
	2012		28,3	11,2	58,9	18,4	1,9
	2013		21,7	4,7	41,4	10,2	2,4
NIR ($\alpha = 0,05$)			3,5	1,2	7,3	2,1	0,3

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Tabela 63

Table 63

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w nasionach i resztkach pozbiorowych łubinu żółtego i pszenżyta [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] (średnie z lat 2011–2013)

Total accumulation of mineral compounds in seeds, grain and in harvest residues of yellow lupine and triticale [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] (averages for years 2011–2013)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		N	P	K	Ca	Mg
	nasion łubinu lupine seeds	ziaren pszenżyta triticale grains					
Łubin żółty	100	0	157	27,8	72,3	26,1	8,7
Dukat + pszenżyto Milkaro	80	80	143	26,4	72,5	20,1	8,2
Yellow lupine	60	160	138	26,3	75,3	22,0	8,0
Dukat + triticale	40	240	124	25,4	69,3	19,9	7,6
Milkaro	20	320	99	20,1	63,3	13,6	6,2
	0	400	58	13,7	40,4	5,1	4,6
Łubin żółty	100	0	172	29,4	86,5	27,2	10,6
Mister + pszenżyto	80	80	171	31,4	95,8	27,5	10,7
Milkaro	60	160	142	24,9	78,4	20,9	8,5
Yellow lupine	40	240	120	23,8	69,2	16,3	7,7
Mister + triticale Milkaro	20	320	98	20,0	64,6	11,7	6,5
	0	400	58	12,4	40,4	5,1	4,6
NIR ($\alpha = 0,05$)			15	2,9	11,7	3,2	0,9
średnie dla czynników – averages for factors							
Dukat			120	23,3	65,5	17,8	7,2
Mister			127	23,7	72,5	18,1	8,1
NIR ($\alpha = 0,05$)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,6
	100	0	164	28,6	79,4	26,6	9,6
	80	80	157	28,9	84,1	23,8	9,5
	60	160	140	25,6	76,9	21,5	8,2
	40	240	122	24,6	69,3	18,1	7,7
	20	320	98	20,0	63,9	12,6	6,3
	0	400	58	13,0	40,4	5,1	4,6
NIR ($\alpha = 0,05$)			8	1,7	7,0	2,0	0,5
Lata Years	2011		132	25,1	60,6	21,8	9,7
	2012		148	29,4	89,9	20,2	7,5
	2013		90	15,9	56,4	11,9	5,8
NIR ($\alpha = 0,05$)			12	2,3	9,2	2,2	0,7

r.n. – różnica nieistotna – statistically insignificant difference

Większe gromadzenie azotu przez nasiona strączkowych i w ziarnie zbóż dla mniejszych ilości wysiewu w mieszankach może być związane konkurencją o zasoby środowiska [Martin i in. 1998]. Księżak i Staniak [2009] w nadziemnej masie roślin pochodzących z mieszanek zbożowo-strączkowych nie stwierdzili zmian zawartości składników mineralnych w latach, ale wykazali większą zawartość fosforu i wapnia w mieszankach z 75% udziałem strączkowych oraz potasu w mieszankach z 50% udziałem. Borowiecki i Księżak [1998] także nie odnotowali zmiany zawartości makroskładników w całych roślinach w latach, a jedynie tendencję do gromadzenia większej zawartości wapnia w mieszankach grochu i jęczmienia oraz potasu w mieszankach grochu z owsem. Badania Próchnickiej [2013] dowiodły, że termin zbioru ma istotny wpływ na koncentrację składników mineralnych, co ma związek z fazą rozwojową roślin. Kotecki i in. [2003a] nie wykazali wpływu proporcji wysiewu na skład mineralny nasion łubinu żółtego i ziarna pszenżyta. Dostępność w makroskładniki kształtuje jakość nasion niskoalkaloidowych odmian łubinu. Stwierdzono, że dostępność potasu może ograniczać akumulację alkaloidów w nasionach [Gremigni i in. 2001, 2003].

Udział komponentów w mieszance kształtował plon względny łubinu żółtego i pszenżyta. Plon względny obydwu gatunków był wyższy od ich teoretycznego udziału w mieszance, co wskazuje na korzystną reakcję na uprawę współrzędną (tab. 64). Współczynnik LER był większy od jedności, co świadczy o lepszym wykorzystaniu zasobów środowiska przez mieszankę w porównaniu z siewami czystymi. Bez względu na odmianę łubinu żółtego przy wysiewie na 1 m² 40 nasion i 240 ziaren pszenżyta wskaźnik LER był najwyższy (tab. 64).

Pszenżyto było bardziej konkurencje względem odmiany Mister niż Dukat (tab. 65). Zdolność konkurencyjna łubinu malała wraz ze zwiększaniem udziału pszenżyta w mieszance. Stosunek plonu rzeczywistego do oczekiwanego A/E wykazał, że plon z mieszanek jest korzystniejszy od plonów komponentów uprawianych osobno. Genotyp łubinu nie miał wyraźnego wpływu na wskaźnik A/E, który był najwyższy przy wysiewie na 1 m² 40 nasion łubinu odmiany Dukat, a dla odmiany Mister przy najmniejszym udziale pszenżyta.

Badane czynniki nie miały wpływu na efektywność wykorzystania azotu NUE przez łubin i pszenżyto (tab. 66). W mieszankach w miarę zwiększania udziału zbóż zmniejszała się efektywność wykorzystania azotu. Mieszanki łubinu odmiany Mister miały lepsze wykorzystanie azotu niż Dukat. Indeks żniwny azotu NHI dla mieszanek i ich komponentów był bardzo stabilny i w małym stopniu zależał od badanych czynników.

Analiza kosztów i dochodów na 1 ha uprawy łubinu żółtego w czystym siewie wykazała, że koszt produkcji 1 t nasion i 1 kg białka różnicował czynnik odmianowy. W porównaniu z odmianą Dukat koszt produkcji 1 t nasion i 1 kg białka odmiany Mister był odpowiednio niższy o 9,5 i 9,6 %. Nadwyżka bezpośrednia z dopłatami stanowiła od 74 do 81% kosztów ogółem. Dodatni dochód to efekt jednolitej płatności obszarowej, płatności uzupełniającej do roślin strączkowych i dopłaty do materiału siewnego (tab. 67).

Koszt produkcji 1 t nasion ziarna pszenżyta uprawianego w siewie czystym stanowił średnio 68% kosztów 1 t nasion łubinu, a nadwyżka bezpośrednia z dopłatami stanowiła 63% kosztów ogółem (tab. 68). Koszt produkcji 1 kg białka z ziarna pszenżyta był średnio 2,65-krotnie większy niż u łubinu. Pomimo dopłaty bezpośredniej i do materiału siewnego dochód z działalności był mały.

Koszt produkcji 1 t mieszanki nasion łubinu żółtego i ziarna pszenżyta oraz 1 kg białka zależał od udziału komponentów i był pośredni pomiędzy kosztem produkcji łubinu i pszenżyta (tab. 69). W miarę zwiększania udziału zbóż w mieszance obniżał się koszt produkcji 1 t mieszanki, a wzrastał koszt 1 kg białka, ze względu na malejący udział tego składnika.

Tabela 64 – Table 64

Plony względne (RY) łubinu żółtego i pszenżyta oraz współczynnik ekwiwalentu terenowego LER
(średnie z lat 2011–2013 dla mieszanek i odmian łubinu żółtego)
Yellow lupine and triticale relative yields, and land equivalent ratio (averages for 2011–2013
for mixtures and yellow lupine cultivars)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Procentowy udział komponentów Percentage of components		Łubin żółty Yellow lupine RY	Pszenżyto Triticale RY	Współ- czynnik ekwiwalentu terenowego Land equivalent ratio LER
	nasion łubinu lupine seeds	ziaren pszenżyta triticale grains	łubinu lupine	pszenżyta triticale			
Łubin żółty Dukat + pszenżyto Milkaro	80	80	80	20	0,86	0,33	1,19
Yellow lupine Dukat + triticale Milkaro	60	160	60	40	0,70	0,54	1,24
	40	240	40	60	0,50	0,81	1,31
	20	320	20	80	0,29	0,88	1,17
Łubin żółty Mister + pszenżyto Milkaro	80	80	80	20	0,82	0,36	1,18
Yellow lupine Mister + triticale Milkaro	60	160	60	40	0,61	0,57	1,18
	40	240	40	60	0,39	0,82	1,21
	20	320	20	80	0,24	0,92	1,16
średnie dla odmian – average for cultivars							
Dukat			50	50	0,59	0,64	1,23
Mister			50	50	0,52	0,67	1,19

Tabela 65 – Table 65

Wskaźnik równowagi konkurencyjnej (Cb) i stosunek plonu rzeczywistego do oczekiwanego (A/E)
(średnie z lat 2011–2013 dla mieszanek i odmian łubinu żółtego)
Competitive balance index and actual to expected field ratio (averages for 2011–2013 for mixtures
and yellow lupine cultivars)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Procentowy udział kompo- nentów mieszanki w sto- sunku do siewu czystego Percentage share of mixed- stand components vs. pure stand		Wskaźnik równowagi konku- rencyjnej Competitive balance index Cb	Stosunek plonu rzeczywistego do oczeki- wanego Actual/ expected field rations A/E
	nasion łubinu lupine seeds	ziaren pszenżyta triticale grains	łubinu lupine	pszenżyta triticale		
Łubin żółty Dukat + pszenżyto Milkaro	80	80	80	20	2,34	1,22
Yellow lupine Dukat + triticale Milkaro	60	160	60	40	0,65	1,26
	40	240	40	60	-0,89	1,31
	20	320	20	80	-2,48	1,15
Łubin żółty Mister + pszenżyto Milkaro	80	80	80	20	1,80	1,45
Yellow lupine Mister + triticale Milkaro	60	160	60	40	0,48	1,21
	40	240	40	60	-1,15	1,24
	20	320	20	80	-2,72	1,16
średnie dla odmian – average for cultivars						
Dukat			50	50	-0,10	1,24
Mister			50	50	-0,40	1,27

Tabela 66
Table 66

Efektywność wykorzystania azotu (NUE) przez mieszanki i jej komponenty oraz indeks żniwny azotu (NHI) (średnie z lat 2011–2013 dla mieszanek i odmian łubinu żółtego)

Nitrogen use efficiency in mixture and its components, and nitrogen harvest index (averages for 2011–2013 for mixtures and yellow lupine cultivars)

Wyszczególnienie Mixture specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Procentowy udział komponentów mieszanki w stosunku do siewu czystego Percentage share of the mixed stand components in relation to the sowing of pure		Łubin żółty Yellow lupine		Pszonżyto Triticale		Mieszanka Mixed stand	
	nasion łubinu lupine seeds	ziaren pszonżyta triticale grains	łubinu lupine	pszonżyta triticale	NUE	NHI	NUE	NHI	NUE	NHI
Łubin Dukat + pszonżyto Milkaro	80	80	80	20	12,5	0,80	42,3	0,82	16,7	0,80
Lupine Dukat + triticale Milkaro	60	160	60	40	12,0	0,79	43,7	0,82	19,6	0,79
	40	240	40	60	11,9	0,77	43,8	0,82	24,3	0,78
	20	320	20	80	11,6	0,73	44,0	0,81	29,0	0,78
Łubin Mister + pszonżyto Milkaro	80	80	80	20	11,1	0,75	42,0	0,80	15,2	0,76
Lupine Mister + triticale Milkaro	60	160	60	40	11,5	0,75	41,8	0,82	19,1	0,77
	40	240	40	60	11,6	0,76	43,4	0,83	25,2	0,80
	20	320	20	80	11,3	0,74	44,6	0,81	30,0	0,78
średnie dla odmian – average for cultivars										
Dukat			50	50	12,0	0,74	43,4	0,82	22,4	0,79
Mister			50	50	11,3	0,75	42,9	0,82	21,5	0,79

Tabela 67
Table 67

Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy łubinu żółtego w czystym siewie
(średnia z lat 2011–2013)
Calculation of costs and incomes [PLN] per 1 ha of yellow lupine grown in a pure stand
(averages for 2011–2013)

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Dukat			Mister		
		ilość quantity	cena price	wartość value	ilość quantity	cena price	wartość value
1.	Wartość produkcji Production value			4199			4467
1.1.	Produkcja główna Main production	2,21	1167	2579	2,44	1167	2847
1.2.	Jednolita płatność obszarowa Single area payment			760			760
1.3.	Płatność uzupełniająca do roślin strączkowych Supplementary payment for pulses			700			700
1.4.	Dopłata do materiału siewnego Seed material payment			160			160
2.	Materiał siewny Seed material	140	3,2	448	140	3,2	448
3.	Nawożenie mineralne Mineral fertilization			890			890
4.	Środki ochrony roślin Weed and pest control			210			210
5.	Koszty bezpośrednie Direct costs		43%	1548		43%	1548
6.	Nadwyżka bezpośrednia Gross margin			2651			2919
7.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat Gross margin without subsidies			1031			1299
8.	Koszty pośrednie (narzut) Direct costs		57%	2052		57%	2052
9.	Ogółem koszty Total costs			3600			3600
10.	Koszt produkcji 1 t Production cost of 1 t			1629			1475
11.	Dochód z działalności bez dopłat Income without subsidies			-1021			-753
12.	Dochód z działalności z dopłatami Income with subsidies			599			867
13.	Wydajność białka Protein yield [kg·ha ⁻¹]	782			867		
14.	Koszt produkcji białka 1 kg Production cost of 1 kg of protein			4,60			4,15

Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy pszenżyta jarego odmiany Milkaro
w czystym siewie (średnia z lat 2011–2013)
Calculation of costs and incomes [PLN] per 1 ha of triticale grown Milkaro in a pure stand
(averages for 2011–2013)

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Ilość Quantity	Cena Price	Wartość Value
1.	Wartość produkcji Production value			3396
1.1.	Produkcja główna Main production	3,25	717	2330
1.3.	Dopłata bezpośrednia Direct payment			966
1.4.	Dopłata do materiału siewnego Seed material payment			100
2.	Materiał siewny Seed material	180	2	360
3.	Nawożenie mineralne Mineral fertilization			1014
4.	Środki ochrony roślin Weed and pest control			0
5.	Koszty bezpośrednie Direct costs		43%	1374
6.	Nadwyżka bezpośrednia Gross margin			2022
7.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat Gross margin without subsidies			956
8.	Koszty pośrednie (narzut) Indirect costs		57%	1823
9.	Ogółem koszty Total costs			3197
10.	Koszt produkcji 1 t Production cost of 1 t			984
11.	Dochód z działalności bez dopłat Income without subsidies			-867
12.	Dochód z działalności z dopłatami Income with subsidies			199
13.	Wydajność białka Protein yield [kg·ha ⁻¹]	276		
14.	Koszt produkcji 1 kg białka Production cost of 1 kg of protein			11,57

Tabela 69
Table 69

Koszt produkcji 1 t mieszanki i 1 kg białka z nasion łubinu żółtego i ziaren pszenżyta w przeliczeniu na 1 ha
Cost of production 1 t of mixture and 1 kg of protein from yellow lupine seeds and triticale grains per 1 ha

Wyszczególnienie Specification	Liczba na 1 m ² Number per 1 m ²		Plon mieszanki Mixture yield [t·ha ⁻¹]		Koszt produkcji 1 t mieszanki w przeliczeniu na 1 ha Production cost of 1 t of mixture per 1 ha	Wydajność białka Protein yield [kg·ha ⁻¹]		Koszt produkcji 1 kg białka w przeliczeniu na 1 ha Production cost of 1 kg protein per 1 ha	Zawartość białka [g] w 1 kg mieszanki Protein content [g] in 1 kg of the mixture
	nasion łubinu lupine seeds	ziaren pszenżyta triticale grains	nasiona seeds	ziarno grain		nasiona seeds	ziarno grain		
Łubin żółty Dukat + pszenżyto Milkaro Yellow lupine Dukat + triticale Milkaro	100	-	2,21	-	1629	782	-	4,60	354
	80	80	1,89	1,07	1396	641	101	5,55	251
	60	160	1,54	1,77	1284	536	162	6,21	211
	40	240	1,10	2,62	1175	375	240	7,31	165
	20	320	0,65	2,86	1103	218	257	8,36	135
	-	400	-	3,25	984	-	276	11,55	85
Łubin żółty Mister + pszenżyto Milkaro Yellow lupine Mister + triticale Milkaro	100	-	2,44	-	1475	864	-	4,15	354
	80	80	2,01	1,77	1245	723	109	5,12	220
	60	160	1,50	1,85	1204	521	175	6,01	208
	40	240	0,96	2,68	1113	338	250	7,30	162
	20	320	0,59	2,99	1065	204	263	8,32	130
	-	400	-	3,25	984	-	276	11,55	85

6

WNIOSKI

1. Długość okresu wegetacji i rytm rozwojowy pszenżyta jarego odmiany Milkaro jest dostosowany do uprawy współrzędnej odmian bobiku Albus i Mistral oraz łubinu żółtego odmian Dukat i Mister.
2. W porównaniu z czystym siewem roślin strączkowych i pszenżyta jarego uprawa współrzędna powodowała u:
 - bobiku zmniejszenie liczby strąków i nasion oraz masy nasion z rośliny,
 - łubinu żółtego wzrost liczby strąków i nasion oraz masy nasion z rośliny,
 - pszenżyta jarego, z powodu lepszego zaopatrzenia w N, zwiększenie liczby i masy ziaren z kłosa.
3. Badane czynniki miały niewielki wpływ na zawartość N, P, K, Ca i Mg w nasionach roślin strączkowych oraz resztkach pozbiorowych. Współrzędna uprawa pszenżyta z bobikiem nie miała wpływu na zawartość makroskładników w komponencie zbożowym, natomiast z łubinem żółtym kształtowała w ziarnie zawartość N, K, Ca i Mg, a w resztkach pozbiorowych N, K i Ca.
4. Plony nasion roślin strączkowych oraz ziarna i resztek pozbiorowych komponentów tworzących mieszanki były najwyższe w siewie czystym, a w uprawie współrzędnej proporcjonalne do obsady roślin.
5. Przy wysiewie na 1 m² 48 nasion bobiku Albus i 80 ziaren pszenżyta lub 24 nasion bobiku Mistral i 240 ziaren pszenżyta uzyskano najwyższe plony mieszanek i resztek pozbiorowych. W porównaniu z siewem czystym bobiku i pszenżyta plony nasion mieszanek były wyższe odpowiednio o 9,8 i 5,9% oraz 11,8 i 3,5%.
6. Przy wysiewie na 1 m² 40 nasion łubinu żółtego Dukat lub Mister i 240 ziaren pszenżyta uzyskano najwyższe sumaryczne plony nasion i ziarna. W porównaniu z siewem czystym łubinu żółtego i pszenżyta plony nasion mieszanek były wyższe u odmiany Dukat odpowiednio o 68 i 14%, a u odmiany Mister o 49 i 12%.
7. Pod względem wydajności białka z nasion z 1 ha najlepsze efekty przynosi uprawa strączkowych w siewie czystym. Wydajność białka z czystego siewu rośliny strączkowej w porównaniu z najwyższymi plonującymi mieszankami pszenżyta z:
 - bobikiem była wyższa u odmiany Albus o 11%, a Mistral 64%,
 - łubinem była wyższa u odmiany Dukat o 27 %, a u Mister o 48%.
8. W porównaniu z uprawą współrzędną bobiku z pszenżycem jarym i czystym siewem pszenżyta masa resztek pozbiorowych bobiku uprawianego w siewie czystym była niższa,

ale gromadziła istotnie więcej N, K, Ca i Mg. Masa resztek pozbiorowych łubinu odmiany Dukat w siewie czystym i mieszanki odmiany Mister z pszenżytem (wysiew na 1 m² 80 nasion łubinu + 80 ziaren pszenżyta) była najwyższa i gromadziła istotnie więcej N, P, K, Ca i Mg.

9. Koszt produkcji 1 kg białka w zł wynosił w siewie czystym:
 - roślin strączkowych, w zależności od odmiany, dla: bobiku od 4,39 do 4,46, a łubinu żółtego od 4,15 do 4,60,
 - pszenżyta 9,64 na glebie klasy IIIb i 11,57 na glebie klasy V, natomiast w mieszankach przyjmował wartości pośrednie pomiędzy siewem czystym roślin strączkowych a pszenżytem.
10. Bez względu na skład gatunkowy mieszanek współczynnik ekwiwalentu terenowego LER był większy od jedności, co świadczy o lepszym wykorzystaniu zasobów środowiska przez mieszankę w porównaniu z siewami czystymi.

7

LITERATURA

- Adhikary S., Bagchi D.K., Ghosal P., Banerjee N., Chatterjee B.N., 1991. Studies on maize-legume intercropping and their residual effects on soil fertility status and succeeding crop in upland situation. *J. Agron. Crop Sci.*, 167, 289–293.
- Agegnehu G., Ghizaw A., Sinebo W., 2006. Yield performance and land – use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *Eur. J. Agron.*, 25, 202–207.
- Ahmad Z., Mezori H., Duhoky M., 2008. Effect of intercropping systems and nitrogen fertilizer on yield, yield component of corn (*Zea Mays* L.) and peanut (*Arachis Hypogaea* L.). *Journal of Dohuk University*, 11(1), 206–216.
- Andersen M.K., Hauggard-Nielsen H., Høgh-Jensen H., Steen J.E., 2007. Competition for and utilisation of sulfur in sole and intercrops of pea and barley. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 77, 143–153.
- Andrzejewska J., Ignaczak S., 1997. Rozwój i produktywność bobiku oraz zbóż w siewach jednogatunkowych lub mieszanych, Cz. II. Nodulacja bobiku i zmiany zawartości azotu w roślinach. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 446, 363–367.
- Asgharipour M., Rafiei M., 2010. Intercropping of Isabgol (*Plantago ovate* L.) and Lentil as Influenced by Drought Stress. *Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 9(1), 62–69.
- Augustyniak-Grzymek I., Goraj L., Jarka S., Pokrzywa T., Skarżyńska A., 1999. Metodyka liczenia nadwyżki bezpośredniej dla działalności produkcji rolnej (zgodnie ze standardami Unii Europejskiej). IER i GŻ PIB, Warszawa.
- Babajewa K.M., 2010. Wpływ mieszanek motylkowato-trawiających i nawożenia mineralnego na dynamikę przemian przyswajalnych form azotu w glebie w warunkach jej pustynienia, *Water Environment. Rural Areas*, 10, 4(32), 7–14.
- Bartkowiak A., 1978. Analiza wariancji dla układów ortogonalnych. Program *awa* [w:] Opis merytoryczny programów statystycznych opracowanych w Instytucie Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, 43–60.
- Boguszewski W., 1954. Badania nad siewami mieszanymi lębiku z owsem. *Rocz. Nauk Rol.*, 68 – A – 3, 481–506.
- Borowiecki J., Książak J., 1998. Ocena wartości pokarmowej mieszanek strączkowo-zbożowych jako surowca do produkcji kiszonek. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 462, 41–48.

- Buczek J., Bobrecka-Jamro D., Szpunar-Krok E., Tobiasz-Salach R., 2009. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i stosowanych herbicydów. *Fragm. Agron.*, 26(3), 7–14.
- Bulson H.A.J., Snaydon R.W., Stopes C.E., 1997. Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *J. Agric. Sci.*, 128, 1, 59–71.
- Buraczyńska D., 2009. Zachwaszczenie mieszanek strączkowo-zbożowych przy zróżnicowanym składzie ilościowo-jakościowym. *Prog. Plant Prot./Postępy w Ochronie Roślin*, 49(2), 779–783.
- Buraczyńska D., 2010. Porównanie plonowania i zawartości białka mieszanek owsa oplewionego i łubinu wąskolistnego. *Żywn. Technol. Jakość*, 3(70), 160–173.
- Buraczyńska D., Ceglarek F., 2008. Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 7(1), 27–37.
- Buraczyńska D., Ceglarek F., 2009. Plon i skład chemiczny nasion mieszanek strączkowo-zbożowych. *Fragm. Agron.*, 26(3), 15–24.
- Buraczyńska D., Ceglarek F., Gąsiorowska B., Płaza A., 2008. Yield and chemical compositions of faba bean – spring wheat mixtures. Production of forage crops and climatic changes. *Nitra*, 13th ICFC, 76–77.
- Buraczyńska D., Ceglarek F., Płaza A., 2004. Wpływ składu gatunkowo-ilościowego mieszanek strączkowo-zbożowych na wydajność biomasy i jej jakość paszową. *Pamięt. Puł.*, 137, 15–32.
- Ceglarek F., Buraczyńska D., Brodowski H., 2002. Porównanie plonowania i składu chemicznego mieszanek strączkowo-zbożowych. *Pamięt. Puł.*, 130, 81–89.
- Ceglarek F., Pała J., Brodowski H., Buraczyńska D., 1997. Plonowanie i wartość paszowa mieszanek pszenżyta jarego z łubinem żółtym. *Zesz. Nauk. – Akad. Rol. Szczec.*, Rol. 175, 65, 61–65.
- Corre-Hellou G., Dibet A., Hauggaard-Nielsen H., Crozat Y., Gooding M., Ambus P., Dahlmann C., von Fragstein P., Pristeri A., Monti M., Jensen E.S., 2011. The competitive ability of pea – barley intercrops against weeds and interactions with productivity and soil N availability. *Field Crops Res.*, 122, 3, 264–272.
- Creamer N.G., Bennett M.A., Stinner B.R., Regnier E.E., 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop – based production systems. *Hort Science*, 31, 410–413.
- Ćupina B., Mikić A., Stoddard F. L., Krstić D., Justes E., Bedoussac L., Fustec J., Pejić B., 2011. Mutual legume intercropping for forage production in temperate regions. *Genetics, Biofuels and Local farming System. Sustainable Agriculture Reviews*, 7, 347–365.
- Dakora F., Phillips D., 2002. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low – nutrient environments. *Plant Soil*, 245, 35–47.
- Demidowicz G., 1991. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie bobiku odmiany Nadwiślański. *Pamięt. Puł.* 97, 157–168.
- Duer I., 1997. System gospodarowania a zmęczenie gleby powodowane allelopatią, *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 452, 51–57.
- Dworacka M., Kuczyński S., Wysocka W., Garcia Lopez P.M., Winiarska H., Bobkiewicz-Kozłowska T., 2006. Działanie hipoglikemizujące alkaloidów chinolizydynowych u szczurów. *Herba Pol.*, 52, 3, 60.
- Dzienia S., Szarek P., Piskier T., Wereszczaka J., 1998. Produktywność zmianowań zbożowych z uprawą pszenżyta ozimego. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agric.*, 66, 99–104.

- Farell J.A.K., 1966. Effects of groundnuts crop density on the population dynamics of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera, Aphididae) in Malawi. *Bull. entomol. res.*, 66, 317–329.
- Fordoński G., Rutkowski M., 1988. Plonowanie roślin strączkowych i owsa na glebie kompleksu żytniego słabego. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agric.*, 46, 103–111.
- Francis C.A., 1989. Biological efficiencies in multiple-cropping systems. *Advanced in Agronomy*, 42, 1–42.
- Frencel I., 1997. Nowa choroba łubinów – antraknoza. *Centrum Doradztwa i Edukacji w Rolnictwie*.
- Gałęzewski L., 2007. Ocena oddziaływań allelopatycznych owsa na rośliny łubinu żółtego. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 516, 37–44.
- Gałęzewski L., 2010a. Competition between oat and yellow lupine plants in mixtures of these species. Part I. Intensity of competition depending on soil moisture. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 9(3), 37–44.
- Gałęzewski L., 2010b. Competition between oat and yellow lupine plants in mixtures of these species. Part II. Intensity of competition depending on species ratio in mixture. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 9(3), 45–52.
- Gawęda D., Kwiatkowski C. A., 2012. Weed infestation of spring common wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in monoculture depending on the cover crop and weed control method. *Acta Agrobot.*, 65(3), 119–126.
- Giunta F., Pruneddu G., Motzo R., 2009. Radiation interception and biomass and nitro gen accumulation in different cereal and grain species. *Field Crops Res.*, 110, 76–84.
- Gliessman S.R., 1985. Multiple Cropping Systems, A Basis for developing an alternative agriculture, Innovative biological technologies for lesser developed countries – workshop proceedings. OTA, Washington, 69–83.
- Głowacka A., 2006. Wpływ monokultury, płodozmianu i uprawy współrzędnej na bioróżnorodność chwastów w pszenicy jarej. *Acta Agrophys.*, 8(3), 569–577.
- Goldberg D.E., Werner P.A., 1983. Equivalence of competitors in plant communities, a null hypothesis and a field experimental approach. *Am. J. Bot.*, 70(7), 1098–1104.
- Goraj L., Mańko S., Osuch D., Bocian M., Płonka R., 2012. Wyniki standardowe 2011 uzyskane przez gospodarstwa rolne uczestniczące w Polskim FADN – część I. Wyniki standardowe. IER i GŻ PIB, Warszawa 2012.
- Graham P.H., Vance C.P., 2003. Legumes, Importance and constraints to greater use. *Plant Physiology*, 131, 3, 872–877.
- Gremigni P., Hamblin J., Harris D., Cowling W.A., 2003. The interaction of phosphorus and potassium with seed alkaloid concentrations, yield and mineral content in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Plant Soil*, 253, 413–427.
- Gremigni P., Wong M.T.F., Edwards N.K., Harris D., Hamblin J., 2001. Potassium nutrition effects on seed alkaloid concentrations, yield and mineral content of lupins (*Lupinus angustifolius*). *Plant Soil*, 234, 131–142.
- Grzegorzczak S., Olszewska M., 1997. Rośliny motylkowate w mieszkankach z trawami jako czynnik ograniczający nawożenie azotowe. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 453, 209–215.
- Gurrola-Diaz C.M., Borelli M.I., Przybył A.K., Garcia-Lopez J.S., de la Mora P.G., Garcia-Lopez P.M., 2008. Insulin secretion effect of 2,17-dioxosparteine, 17-thionosparteine, multiflorine and 17-hydroxy-lupanine on rat langerhan's islets. *Proceedings of the 12th International Lupin Conference*, J.A. Palta and J.B. Berger, Australia, 484–487.

- GUS. Roczniki statystyczne rolnictwa (lata: 2000–2012). GUS, Warszawa.
- Hackett R., Burke J.I., 2004. Potential for triticale in low cost production systems. Teagasc Crop Research Centre, Proceedings National Tillage Conference, Oak Park, Carlow, Ireland, 88–102.
- Harasim E., Gawęda D., 2010. Wpływ międzyplonów ścierniskowych na plonowanie i efektywność energetyczną produkcji zbóż jarych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, E Agric. Sectio E*, LXV (1), 64–72.
- Harasimowicz-Hermann G., 1997. Wartość przedplonowa bobiku, zbóży ich mieszanek dla pszenicy ozimej w warunkach regionu Pomorsko-Kujawskiego. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.*, 446, 369–375.
- Harasimowicz-Hermann G., 1998. Wpływ roślin motylkowych na zasobność gleby w potas przyswajalny. *Rocz. Akad. Rol. Pozn., Rol.*, 52, 55–64.
- Hardarson G., Atkins C., 2003. Optimising biological N₂ fixation by legumes in farming systems. *Plant Soil*, 252, 41–54.
- Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.S., 2001a. Temporal and spatial distribution of roots and compecompetition for nitrogen in pea – barley intercrops – a field study employing 32P technique. *Plant Soil*, 236, 63–74.
- Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.S., 2001b. Interspecific competition, N use and interference with in pea – barley intercropping. *Field Crops Res.*, 70, 101–109.
- Hauggaard-Nielsen H., Jensen E.S., 2004. Weed management in grain legumes using an intercropping approach. *Book of proceedings of VIII ESA Congress European Agriculture in a global context. Copenhagen, 11–15 July*, 605–606.
- Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.S., 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 65, 3, 289–300.
- Hayden Z.D., Brainard D.C., Henshaw B., Ngouajio M., 2012. Winter annual weed suppression in rye-vetch cover crop mixtures. *Weed Technol.*, 26(4), 818–825.
- Haynes R., Beare M., 1997. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. *Soil Biol. Biochem.*, 29, 1647–1653.
- Hooper A.M., Hassanali A., Chamberlain K., Khan Z., Pickett J.A., 2009. New genetic opportunities from legume intercrops for controlling *Striga* spp. parasitic weeds. *Pest Manag. Sci.*, 65, 546–552.
- Hruszka M., 1991. Wpływ warunków atmosferycznych na wzrost i rozwój bobiku w mikroregionie reszelsko-mrągowskim w latach 1997–1985. *Acta Acad. Agric. Tech. Olszt., Agric.*, 52, 137–146.
- Hurej M., Twardowski J., 2003. Wpływ uprawy mieszanej łąbinu żółtego z pszenżytem jarym na występowanie owadów szkodliwych i pożytecznych. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.*, 495, 243–250.
- Ignaczak S., Andrzejewska J., 1997. Rozwój i produktywność bobiku oraz zbóż w zasiewach jednogatunkowych lub mieszanych. *Cz. I. Rozwój roślin. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.*, 446, 335–363.
- Jaranowski J., 1956. Wpływ terminu siewu i rozstawy roślin na cechy morfologiczne i fizjologiczne różnych gatunków i odmian łąbinu. *Rocz. Nauk Rol.*, tom 73, ser. A, zesz. 4, 499–583.
- Jensen E.S., Hauggaard-Nielsen H., Kinane J., Andersen M.K., Jørnsgaard B., 2005. Intercropping – the practical application of diversity, competition and facilitation

- in arable and organic cropping systems. Researching Sustainable Systems, ISOFAR, Bonn, Germany, 22–25.
- Jensen E.S., Peoples M.B., Boddey R.M., Gresshoff P.M., Hauggaard-Nielsen H., Alves B.J.R., Morrison M.J., 2012. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review, *Agron. Sustain. Dev.*, 32, 329–364.
- Jensen E.S., 1996. Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea – barley intercrops. *Plant Soil*, 182, 25–38.
- Jóźwiak W., Gomułka J., 2005. Substytucja środków produkcji a zmiany materiałochłonności polskiego rolnictwa w latach 1998–2003. *Zag. Ekon. Rol.*, 3, 3–13.
- Kostuch R., Janowski B., 1999. Ekologiczna rola roślin motylkowatych. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. im. H. Kołłątaja Krak., Rol.*, 347, 203–212.
- Kotecki A., 1987. Uprawa wyki siewnej (*Vicia sativa* L.) na nasiona w siewie czystym i współrzędnym. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol.*, XLVII, 67–86.
- Kotecki A., 1990a. Wpływ układu warunków wilgotnościowo-termicznych na rozwój i plonowanie bobiku odmiany Nadwiślański. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol.*, LII, 199, 85–96.
- Kotecki A., 1990b. Wpływ temperatury na rozwój i plonowanie łubinu żółtego odmiany Topaz. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol.*, LII, 199, 97–107.
- Kotecki A., 1990c. Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszankach na plon nasion peluszk uprawianej w różnych warunkach glebowych. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol.*, Rozpr. Habilit. 87.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 2003a. Ocena przydatności odmian łubinu żółtego do współrzędnej uprawy z pszenżytem jarym. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 495, 129–143.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 2003b. Wpływ współrzędnej uprawy łubinu żółtego z pszenżytem jarym na skład chemiczny i gromadzenie składników mineralnych w nasionach i resztkach pozbiorowych. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 495, 145–161.
- Kotecki A., Kozak M., Wincewicz E., Zawadzki W., 2001. Uprawa łubinu żółtego na nasiona w siewie czystym i współrzędnym z pszenżytem jarym. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol.*, LXXXI, 73–92.
- Kotwica K., Rudnicki F., 2003. Komponowanie mieszanek zbóż jarych z łubinem na glebie lekkiej. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 495, 163–170.
- Kotwica K., Rudnicki F., 2004. Efekty uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 3(1), 149–156.
- Kozak M., Kotecki A., 2006. Następczy wpływ odmian grochu siewnego na rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. Cz. III. Rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. Uniw. Przyr. Wroc.*, 89(546), 159–175.
- Księżak J., 2000. Rola roślin strączkowych w systemie rolnictwa zrównoważonego. *Pamięt. Puł.*, 120, 239–245.
- Księżak J., 2007a. Rozwój roślin grochu i jęczmienia jarego w mieszankach na różnych typach gleb. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 516, 83–90.
- Księżak J., 2007b. Plonowanie mieszanek łubinu wąskolistnego ze zbożami jarymi na różnych typach gleb. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 522, 255–261.
- Księżak J., 2012. Sposób na odbudowę arealu roślin strączkowych w Polsce. Materiały konferencyjne, Przysiek, 2 marca 2012, 15–18.

- Księżak J., Staniak M., 2009. Ocena mieszanek strączkowo-zbożowych uprawianych ekologicznie jako surowca do produkcji kiszonek. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 54(3), 157–163.
- Kulig B., Pisulewska E., Sajdak A., 2007. Wpływ ilości wysiewu na plonowanie oraz wielkość powierzchni asymilacyjnej wybranych odmian bobiku. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 522, 263–270.
- Kulig B., Ziółek W. 1997. Plonowanie zróżnicowanych morfologicznie odmian grochu siewnego i bobiku w zależności od nawożenia azotem. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 446, 207–212.
- Lampart-Szczapa E., 1997. Nasiona roślin strączkowych w żywieniu człowieka. Wartość biologiczna i technologiczna. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 446, 61–81.
- Li L., Tang C.X., Rengel Z., Zhang F.S., 2003. Chickpea facilitates phosphorus uptake by intercropped wheat from an organic phosphorus source. *Plant Soil*, 248, 297–303.
- Liszka-Podkowa A., 2010. Uprawa współrzędna kukurydzy z łubinem żółtym i fasolą wielokwiatową z przeznaczeniem na kiszonkę. Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 158–159.
- Lithourgidis A.S., Vlachostergios D.N., Dordas C.A., Damalas C.A., 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *Eur. J. Agron.*, 34, 287–294.
- Liu Y., Wu L., Baddeley J.A., Watson C.A., 2011. Models of biological nitrogen fixation of legumes. *Sustainable Agriculture*, 2, 883–905.
- Łącznińska-Hulewicz T., 1954. Badania nad wpływem czynników zewnętrznych na łubin. Cz. I. Wpływ jarowizacji na rozwój i strukturę plonu różnych gatunków i odmian łubinu. *Rocz. Nauk Rol.*, 69-A-2, 189–242.
- Łącznińska-Hulewicz T., 1955. Badania nad wpływem czynników zewnętrznych na łubin. Cz. II. Wpływ jarowizacji w różnych terminach siewu na rozwój i strukturę plonu różnych gatunków i odmian łubinu. *Rocz. Nauk Rol.*, 71-A-3, 571–631.
- Macarulla M.T., Medina C., De Diego M.A., Chávarri M., Zulet M.A., Martínez J.A., Noël-Suberville C., Higuieret P., Portillo M., 2001. Effects of the whole seed and a protein isolate of faba bean (*Vicia faba*) on the cholesterol metabolism of hypercholesterolaemic rats. *Br. J. Nutr.*, 85, 607–614.
- Mahapatra S.C., 2011. Study of grass-legume intercropping system in terms of competition indices and monetary advantage index under acid lateritic soil of India. *Am. J. Exp. Agric.*, 1(1), 1–6.
- Malewiczka M., Makowiecki J., 1987. Pastewny łubin żółty – szansa poprawy bazy paszowej na glebach piaskowych. *Nowe Rol.*, 9 (725), 9–10.
- Mariotti M., Masoni A., Ercoli L., Arduini I., 2011. Optimizing forage field of durum wheat/field Bean intercropping through N fertilization and row ratio. *Grass Forage Sci.*, 67, 243–254.
- Martin M.P.L.D., Snaydon R.W., 1982. Intercropping barley and beans, I. Effects of planting pattern. *Exp. Agric.*, 18, 139–148.
- Martin R.C., Astatkie T., Cooper J.M., 1998. The effect of Bradyrhizobium strains on monocropped and intercropped soybean (*Glycine max* L. Merr.) biomass and protein. *J. Agron. Crop Sci.*, 181, 1–6.
- Martins J.M., Riottot M., de Abreu M.C., Viegas-Crespo A.M., Lanca M.J., Almeida J.A., Freire J.B., Bento O.P., 2005. Cholesterol-lowering effects of dietary blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) in intact and ileorectal anastomosed pigs. *J. Lipid Res.*, 46, 1539–1547.

- Martyniuk S., 2008. Znaczenie procesu biologicznego wiązania azotu atmosferycznego w rolnictwie ekologicznym. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 53(4), 9–14.
- Martyniuk S., 2012. Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi. *Pol. J. Agron.*, 9, 17–22.
- Mergoum M., Pfeiffer W.H., Peña R.J., Ammar K., Rajaram S., 2004. Triticale crop improvement: the CIMMYT programme. Triticale improvement and production. Rome, FAO Plant Prod. Prot. Pap., 179.
- Michalska M., Wanic M., Kostrzevska M.K., 2008a. Konkurencja pomiędzy jęczmieniem jarym a grochem siewnym w zróżnicowanych warunkach glebowych, Cz. I. Akumulacja biomasy i tempo wzrostu roślin. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 7(2), 69–86.
- Michalska M., Wanic M., Kostrzevska M.K., 2008b. Konkurencja pomiędzy jęczmieniem jarym a grochem siewnym w zróżnicowanych warunkach glebowych, Cz. II. Intensywność oddziaływań konkurencyjnych. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 7(2), 87–99.
- Monotti M., Stagnari F., 2008. Residual effects of legumes in wheat-based cropping systems in a temperate environment. *Ital. J. Agron.*, 10th ESA Congress, 3, 3, 225–226.
- Mousa M.A.A., Mohamed F.M., Dokashi M.H., Elnobi E.E.F.E., 2007. Intra-row intercropping of cowpea and cucumber with okra as influenced by planting date of secondary crops. *Assiut Univ. Bull. Environ. Res.*, 10(1), 13–34.
- Myer R., Lozano del Rio A. J., 2004. Triticale as animal feed. Triticale improvement and production. Rome, FFAO plant prod. prot. pap., 179.
- Ndakiemi P. A., 2006. Manipulating legume/cereal mixtures to optimize the above and below ground interactions in the traditional African cropping systems. *Afr. J. Biotechnol.*, 5(25), 2526–2533.
- Noworolnik K., 2000. Mieszanki zbożowo-strączkowe w systemie rolnictwa zrównoważonego. *Pamięt. Puł.*, 120, 325–329.
- Noworolnik K., 2007. Przydatność nagoziarnistych form jęczmienia i owsa do mieszanek z grochem. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 516, 137–143.
- Noworolnik K., Dworakowski T., 2010. Yield of barley-pea and oat-pea mixtures depending on nitrogen rate and soil condition. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 9(3), 53–60.
- Oczapowski M., 1825. O roli, jej uprawie i pielęgnowaniu roślin gospodarskich. Wilno.
- Olszewski J., Fordoński G., Żuk-Golaszewska K., 2001. Plonowanie samokończących form wyki siewnej i bobiku w zależności od sposobu siewu. *Biul. Nauk. – Uniw. Warm.-Mazur. Olszt.*, 11, 95–104.
- Ostrowska A., Porębska G., 2002. Skład chemiczny roślin, jego interpretacja i wykorzystanie w ochronie środowiska. Wyd. Instytutu Ochrony Środowiska. Warszawa.
- Ostrowski R., Daszewska M., 1993. Plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych w warunkach Wielkopolski oraz wartość pokarmowa kiszzonek i suszu dla przeżuwaczy. *Rocz. Nauk. Zootech.*, 20(2), 157–169.
- Palmason F., Danso S.K.A., Hardarson G., 1992. Nitrogen accumulation in sole and mixed stands of sweet-blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.), ryegrass and oats. *Plant Soil*, 142, 135–142.
- Pappa V.A., Rees R.M., Walker R.L., Baddeley J.A., Watson C.A., 2012. Legumes intercropped with spring barley contribute to increased biomass production and carry-over effects. *J. Agric. Sci.*, 150, 584–594.
- Paprocki S., 1961. Wpływ domieszki zbóż na rozwój, plonowanie oraz skład chemiczny pastewnego lubinu żółtego. Cz. I. *Rocz. Nauk Rol.*, 84-A-3, 431–461.

- Pawłowski F., Bujak K., Wesołowski M., 1989. Plonowanie i zachwaszczenie kilku gatunków roślin strączkowych uprawianych na glebie lessowej i środkowowschodniej części Polski. *Pamięt. Puł.*, 94, 215–227.
- Phillips D.A., 1980. Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes. *Annual Review Plant Physiology*, 31, 29–49.
- Piekarczyk M., 2007. Wartość przedplonowa łubinu wąskolistnego i jęczmienia jarego dla pszenicy ozimej w zależności od sposobu odchwaszczania łąnu. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 6(3), 59–67.
- Płaza A., Ceglarek F., Buraczyńska D., Gąsiorowska B., 2008. The yielding of field pea and spring triticale mixture in climatic conditions of Poland. *Production of forage crops and climatic changes*, Nitra, 13th ICFC, 74–75.
- Podgórska-Lesiak M., 2009. Produktywność i konkurencja w mieszankach jęczmienia jarego z grochem przy trzech poziomach nawożenia azotowego. *Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*, 32–38.
- Podgórska-Lesiak M., Sobkowicz P., Lejman A., 2011. Dynamika pobierania i wykorzystanie azotu w mieszankach jęczmienia jarego z grochem siewnym. *Fragm. Agron.*, 28(3), 100–111.
- Podleśny J., 1994. Możliwości zmniejszenia strat nasion grochu poprzez zastosowanie rośliny podporowej i różnych sposobów zbioru. *IUNG, Seria R*, 318, 71.
- Podleśny J., Podleśna A., 2010. Dynamika gromadzenia suchej masy przez termoneutralne i nietermoneutralne odmiany łubinu wąskolistnego w zależności od terminu siewu. *Acta Agrophys.*, 16(1), 137–147.
- Podleśny J., Strobel W., 2006. Wpływ terminu siewu na kształtowanie wielkości plonu nasion i białka zróżnicowanych genotypów łubinu wąskolistnego. *Acta Agrophys.*, 8(4), 923–933.
- Poggio S.L., 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Agric. Ecosyst. Environ.*, 109, 45–58.
- Pozdisek J., Henriksen B., Ponížil A., Løes A.-K., 2011. Utilizing legume-cereal intercropping for increasing self-sufficiency on organic farms in feed for monogastric animals. *Agronomy Research*, 9(1–2), 343–356.
- Pridham J. C., Entz M. H., 2008. Intercropping spring wheat with cereal grains, legumes and oilseeds fails to improve productivity under organic management. *Agron. J.*, 100, 5, 1436–1442.
- Próchnicka M., 2013. Plonowanie i skład chemiczny mieszanek łubinu wąskolistnego z wybranymi gatunkami zbóż. *Praca doktorska, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*, 88–91.
- Rojek S., 1986. Potrzeby wodne roślin motylkowych. *Fragm. Agron.*, 2, 1–20.
- Rudnicki F., 1994. Biologiczne aspekty uprawy zbóż w mieszankach. *Mat. Konf. Stan i perspektywy uprawy mieszanek strączkowo-zbożowych*. Poznań, 2 grudnia 1994, 7–15.
- Rudnicki F., 1997a. Potencjalna przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami. *Fragm. Agron.*, 1(53), 8–18.
- Rudnicki F., 1997b. Potencjalna przydatność odmian łubinu żółtego i wąskolistnego do mieszanek ze zbożami jarymi. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 446, 407–413.
- Rudnicki F., 2005. Przedplony zbóż a ich plonowanie w warunkach produkcyjnych. *Fragm. Agron.*, 22, 2(86), 172–181.

- Rudnicki F., Gałęzewski L., 2007. Reakcje owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszankach o różnym składzie ilościowym oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek. Część I Reakcja owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszankach. Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol., 516, 161–170.
- Rudnicki F., Kotwica K., 2002. Porównanie efektów uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych z udziałem jęczmieni, owsa lub pszenżyta. Folia Univ. Agric. Stetin., Agric., 228(91), 125–130.
- Rudnicki F., Wenda-Piesik A., 2007. Produkcyjność mieszanek zbóż jarych z grochem na glebie kompleksu żyniego bardzo dobrego. Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol., 516, 181–193.
- Salmerón M., Isla R., Caveró J., 2008. Ability of different cover crops to reduce N leaching in irrigated maize under Mediterranean conditions. Ital. J. Agron., 10th ESA Congress, 3, 3, 65–66
- Salmon D.F., Mergoum M., Gomez Macpherson H., 2004. Triticale production and management. Triticale improvement and production. Rome, FAO plant prod. prot. pap., 179.
- Sanaa A.M., Shahenda M.E., Hassan Z.H., 2012. Effects of some legumes on hyper-cholesterolemia in rats, J. Am. Sci., 8(12), 1453–1460.
- Siuta A., 1994. Plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych i ich wartość przedplonowa dla zbóż. Materiały konferencyjne „Stan perspektyw uprawy mieszanek zbożowych”, Poznań, 40–44.
- Skjelvåg A.O., 1981. Effects of Climatic Factors on the Growth and Development of the Field Bean (*Vicia faba* L. var. minor). Acta Agric. Scand., XXXI/4, 372–381.
- Sobkowicz P., 2005. Shoot and root competition between spring triticale and field beans during early growth. Acta Sci. Pol., Agric., 4(1), 117–126.
- Sobkowicz P., 2006. Competition between triticale (*Triticosecale* Witt.) and field beans (*Vicia faba* var. minor L.) in additive intercrops. Plant Soil Environ., 52(2), 47–54.
- Sobkowicz P., Podgórska-Lesiak M., 2009. Ocena oddziaływania jęczmienia uprawianego w mieszance z pszenżytem lub grochem w zależności od dawki nawożenia azotem. Fragm. Agron., 26(1), 115–126.
- Sobkowicz P., Podgórska-Lesiak M., 2007. Experiments with crop mixtures: interactions, design and interpretation. Elektron. J. Pol. Agric. Univ., 10, 2.
- Sobkowicz P., Śniady R., 1999. Wydajność mieszanek pszenżyta jarego z wyką siewną na nasiona w zależności od sposobu siewu i nawożenia azotem, Cz. I. Plonowanie wyki siewnej. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol., 74(367), 167–180.
- Sobkowicz P., Śniady R., 2004. Nitrogen uptake and its efficiency in triticale (*Triticosecale* Witt.) – field beans (*Vicia faba* var. minor L.) intercrop. Plant Soil Environ., 50, 500–506.
- Sosulski T., Stępień W., Mercik S., Szara E., 2011. Crop yields and nitrogen balance in long-term fertilization experiments. Nawozy Nawoż., 42, 41–50.
- Styk B., Przybysz T., 1968. Wpływ następczy niektórych roślin strączkowych (wyka jara, peluska, lędźwian afrykański, lędźwian siewny) na plony pszenicy ozimej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, E Agric., 23, 87–95.
- Suvara I., Gawrońska-Kulesza A., 1997. Rola przedplonu w ograniczeniu nawożenia azotem pod pszenicę ozimą. Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol., 439, 211–214.
- Szczygielski T., 1993. Plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych. Fragm. Agron., 4, 187–188.

- Szempliński W., 1997. Plonowanie zbóż jako kryterium rolniczej oceny wartości przedplonowej różnych form bobiku. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 446, 231–238.
- Szpunar-Krok E., 2011. Produkcyjne i ekonomiczne efekty wybranych technologii produkcji nasion roślin strączkowych w siewie czystym i ich mieszanek ze zbożami. Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, rozprawa habilitacyjna.
- Szumigalski A.R., Van Acker R.C., 2006. Nitrogen yield and land use efficiency in annual sole crops and intercrops. *Agron. J.*, 98, 1030–1040.
- Tołłoczko W., 1954. Terminy siewu łubinu żółtego pastewnego na zielonkę i nasiona. *Rocz. Nauk Rol.*, 69-A-2, 299–301.
- Tosti G., Benincasa P., Guiducci M., 2010. Competition and facilitation in hairy vetch – barley intercrops. *Ital. J. Agron.*, 3, 239–247.
- Tozzi D., Gagliardi A., Pastore D., Flagella Z., 2008. Evaluation of antioxidant activity of grains from Gramineae, Pseudocereals and Leguminosae. *Ital. J. Agron.*, 10th ESA Congress, 3(3), 465–466.
- Tsubo M., Walker S., 2004. Shade effects on *Phaseolus vulgaris* L. intercropped with *Zea mays* L. under well-watered conditions. *J. Agron. Crop Sci.*, 190, 168–176.
- Tukahirwa E.M., Coaker T.H., 1982. Effect of mixed cropping on some insect pests of brassicas: reduced *Brevicoryne brassicae* infestations and influences on epigeal predators and the disturbance of oviposition behaviour in *Delia brassicae*. *Entomol. Exp. Appl.*, 32, 129–140.
- Tuna C., Orak A., 2007. The role of intercropping on field potential of common vetch (*Vicia sativa* L.)/Oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. *J. Agric. Biol. Sci.*, 2(2), 14–19.
- Vandermmmer J., 1989. The ecology of intercropping. *Camb. Univ. Press bull.*, Cambridge, UK.
- Wenda-Piesik A., Rudnicki F., 2007. Znaczenie doboru zbóż jarych i odmian grochu do mieszanek na glebie kompleksu żytniego dobrego. *Zesz. Prob. Postęp. Nauk Rol.*, 516, 277–290.
- Wiech K., Kałmuk J., 2005. Uprawy współrzędne sposobem na urozmaicenie agrocenoz i zmniejszenie zużycia pestycydów, monografia Ochrona Środowiska Naturalnego w XXI wieku – nowe wyzwania i zagrożenia, Kraków, 126–137.
- Xiao Y., Li L., Zhang F., 2004. Effect of root contact on interspecific competition and N transfer between wheat and faba bean using direct and indirect ¹⁵N techniques. *Plant Soil*, 262, 45–54.
- Yilmaz S., Atak M., Erayman M., 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solarity cropping through competition indices in the east mediterranean region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32, 111–119.
- Zawieja J., Wojciechowski W., 2004. Reakcja owsa nagiego i pszenżyta jarego na uprawę współrzędną z soczewicą. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, E Agric.* LIX, 3, Sectio E, 1335–1343.
- Zielińska A., Rutkowski M., 1980. Porównanie wydajności owsa, jęczmienia oraz czterech odmian peluski w siewie czystym i współrzędnym. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agric.*, 46, 113–124.

WSPÓLRZĘDNA UPRAWA BOBIKU I ŁUBINU ŻÓŁTEGO Z PSZENŻYTEM JARYM

Streszczenie

W latach 2011–2013 we Wrocławiu-Pawłowicach przeprowadzono dwie serie doświadczeń polowych nad współrzędną uprawą roślin strączkowych z pszenżytem jarym odmiany Milkaro.

W serii I w dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w układzie „split-plot”, w czterech powtórzeniach, badano w kolejności: I. niskotaninowe, tradycyjne odmiany bobiku: Albus i Mistral; II. ilości wysiewu komponentów tworzących mieszankę. W siewie czystym na 1 m² wysiewano 60 nasion bobiku i 400 ziaren pszenżyta, a w mieszankach odpowiednio 48 + 80, 36 + 160, 24 + 240 i 12 + 320.

W serii II w dwuczynnikowym doświadczeniu założonym w takim samym układzie jak w I serii badano w kolejności: I. odmiany łubinu żółtego: Dukat i Mister; II. ilości wysiewu komponentów tworzących mieszankę. W siewie czystym na 1 m² wysiewano 100 nasion łubinu żółtego i 400 ziaren pszenżyta, a w mieszankach odpowiednio 80 + 80, 60 + 160, 40 + 240 i 20 + 320.

W badaniach polowych określono między innymi zagęszczenie roślin na 1 m² liczbę źdźbeł produkcyjnych, ważniejsze cechy morfologiczne komponentów tworzących mieszankę, plon nasion roślin strączkowych, ziarna pszenżyta oraz łącznie i masę resztek pozbiorowych.

Ocenę jakościową nasion bobiku i łubinu żółtego oraz ziarna pszenżyta i resztek pozbiorowych przeprowadzono następującymi metodami:

- sucha masa – metodą suszarkową w temperaturze 105±2°C w czasie 5 h;
- azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, w nasionach oznaczono azot ogólny, a następnie przeliczono na białko ogółem, stosując współczynnik 6,25 dla bobiku i łubinu żółtego oraz 5,70 dla pszenżyta;
- K, Ca, Mg – metodą ASA (absorpcyjna spektrometria atomowa);
- P – metodą kolorymetryczną;
- wydajność z nasion i ziarna białka z 1 ha i nagromadzenie P, K, Ca i Mg w nasionach i ziarnie oraz resztkach pozbiorowych.

Długość okresu wegetacji i rytm rozwojowy pszenżyta jarego odmiany Milkaro są dostosowane do uprawy współrzędnej odmian bobiku Albus i Mistral oraz łubinu żółtego odmiany Dukat i Mister.

W porównaniu z czystym siewem roślin strączkowych i pszenżyta jarego uprawa współrzędna powodowała u:

- bobiku zmniejszenie liczby strąków i nasion oraz masy nasion z rośliny,
- łubinu żółtego wzrost liczby strąków i nasion oraz masy nasion z rośliny,
- pszenżyta jarego, z powodu lepszego zaopatrzenia w N, zwiększenie liczby i masy ziaren z kłosa.

Badane czynniki miały niewielki wpływ na zawartość N, P, K, Ca i Mg w nasionach roślin strączkowych oraz resztkach pozbiorowych. Współrzędna uprawa pszenżyta z bobikiem nie miała wpływu na zawartość makroskładników w komponencie zbożowym, natomiast z łubinem żółtym kształtowała w ziarnie zawartość N, K, Ca i Mg, a w resztkach pozbiorowych N, K i Ca. Plony nasion roślin strączkowych oraz ziarna i resztek pozbiorowych komponentów tworzących mieszanki były najwyższe w siewie czystym, a w uprawie współrzędnej proporcjonalne do obsady roślin. Przy wysiewie na 1 m² 48 nasion bobiku Albus i 80 ziaren pszenżyta lub 24 nasion bobiku Mistral i 240 ziaren pszenżyta uzyskano najwyższe plony mieszanek i resztek pozbiorowych. W porównaniu z siewem czystym bobiku i pszenżyta plony nasion mieszanek były wyższe odpowiednio o 10 i 6% oraz 12 i 4%. Przy wysiewie na 1 m² 40 nasion łubinu żółtego Dukat lub Mister i 240 ziaren pszenżyta uzyskano najwyższe sumaryczne plony nasion i ziarna. W porównaniu z siewem czystym łubinu żółtego i pszenżyta plony nasion mieszanek były wyższe u odmiany Dukat odpowiednio o 68 i 14%, a u odmiany Mister o 49 i 12%.

Pod względem wydajności białka z nasion z 1 ha najlepsze efekty przynosi uprawa strączkowych w siewie czystym. Wydajność białka z czystego siewu rośliny strączkowej, w porównaniu z najwyższą plonującymi mieszankami pszenżyta z:

- bobikiem była wyższa u odmiany Albus o 11%, a Mistral 64%,
- łubinem była wyższa u odmiany Dukat o 27%, a u Mister o 48% .

W porównaniu z uprawą współrzędną bobiku z pszenżytem jarym i czystym siewem pszenżyta masa resztek pozbiorowych bobiku uprawianego w siewie czystym była niższa, ale gromadziła istotnie więcej N, K, Ca i Mg. Masa resztek pozbiorowych łubinu odmiany Dukat w siewie czystym i mieszanki odmiany Mister z pszenżytem (wysiew na 1 m² 80 nasion łubinu + 80 ziaren pszenżyta) była najwyższa i gromadziła istotnie więcej N, P, K, Ca i Mg.

Koszt produkcji 1 kg białka w zł wynosił w siewie czystym:

- roślin strączkowych, w zależności od odmiany, dla: bobiku od 4,39 do 4,46, a łubinu żółtego od 4,15 do 4,60,
- pszenżyta 9,64 na glebie klasy IIIb i 11,57 na glebie klasy V.

Natomiast w mieszankach przyjmował wartości pośrednie pomiędzy siewem czystym roślin strączkowych a pszenżytem.

Bez względu na skład gatunkowy mieszanek współczynnik ekwiwalentu terenowego LER był większy od jedności, co świadczy o lepszym wykorzystaniu zasobów środowiska przez mieszankę w porównaniu z siewami czystymi.

Słowa kluczowe: uprawa współrzędna, bobik, łubin żółty, pszenżyto jare

MIXED INTERCROPPING OF FIELD BEAN OR YELLOW LUPINE WITH SPRING TRITICALE

Summary

In the years 2011–2013 two series of field experiments on pulses and spring triticale (Milkaro cultivar) mixed intercropping were conducted in Pawłowice near Wrocław, Poland.

In the first series a two-factorial split-plot experiment was set up and followed in four replications. The investigated factors were: 1. traditional field bean cultivars Albus and Mistral, both with a low tannin content; 2. components share in a mixed stand. In a pure stand 60 seeds of field bean and 400 grains of triticale were sown per 1 m², in the mixed stands the seed to grain proportions were: 48 + 80, 36 +160, 24 + 240 and 12 +320.

In the second series of the two-factorial experiment set up in the same manner as the first series, the following factors were investigated: 1. yellow lupine cultivars: Dukat and Mister; 2. components share in the mixed stands. In the pure stand 100 seeds of yellow lupine and 400 grains of spring triticale were sown. The mixed stands were composed of 80 + 80, 60 +160, 40 + 240 and 20 +320, lupine seeds and cereal grains, respectively.

In the fields experiments following data were recorded: plant density on 1 m² and number of productive stalks, important morphological traits of the intercrop mixture components, pulses yield, triticale grain yield, and their yields together, as well as harvest residue weight.

Quality of field bean seeds and yellow lupine seeds, and the quality of their harvest residues was evaluated with the following methods:

- dry matter – oven-drying method in the temperature of 105±2°C during 5 h;
- nitrogen in general (total protein content) – a modified Kjeldahl's method; total nitrogen was analyzed in seeds and then calculated for total protein yield by a 6.25 ratio for field bean and yellow lupine, and 5.70 ratio for triticale;
- K, Ca, Mg – with ASA method (Atomic Absorption Spectrometry);
- P – colorimetric method;
- protein yield from seeds and grain per 1 ha and P, K Ca and Mg accumulation in seeds and grain, and in harvest residues.

Length of the vegetation period and growth stages of spring triticale cultivar Milkaro is adapted to intercropping with field bean cultivars Albus and Mistral and yellow lupine cultivars Dukat and Mister.

Compared to a pure stand, intercropping resulted in:

- decreased number of pods and seeds, and seed weight in field bean,
- increased number of pods and seeds, and seed weight in yellow lupine,
- increased number and weight of triticale grain thanks to a better N supply.

The investigated factors had little effect on the content of N, P, K, Ca and Mg in seeds of pulses and in the harvest residues. Intercropping of triticale and field bean did not influence macronutrients concentration in cereals, but affected concentration of N, K, Ca and Mg in yellow lupine and accumulation of N, K and Ca in harvest residues.

Seed yields of pulses, grain yields and harvest residue yields were highest in pure stands, and in the mixed stands they were proportional to percentages of the mixture components.

The highest total yield of the mixture was recorded at the sowing rate of 40 seeds of yellow lupine cultivars Dukat or Mister and 240 grains of triticale. Compared to crops grown in pure stands, the mixed stands offered higher yields. In the mixture with Dukat, the lupine seed yield increased by 68% , and triticale grain yield was higher by 14%. Intercropping with Mister cultivar resulted in the increased yields by 49% and 12% for yellow lupine and triticale, respectively.

The highest seed/grain yields and harvest residue yields in the mixed stands were obtained at the sowing rate of 48 field bean seeds (Albus) and 80 triticale grains or 24 seeds of field bean (Mistral) and 240 triticale grains. Compared to pure stands of these field bean cultivars and triticale, the yields in the mixed stands were higher by 10% and 6 % respectively, in case of Albus and by 12 and 4%, respectively with Mistral cultivar.

In terms of protein yield from seeds per 1 ha the best results were obtained with pulses grown in pure stands.

Compared to triticale and field bean mixed intercropping and to triticale grown in a pure stand, the weight of harvest residues of field bean was lower when field bean was grown in a pure stand, but it accumulated significantly more of N, K, Ca and Mg. However, in the second series of the experiments, the harvest residue of yellow lupine cultivar Dukat in a pure stand and Mister cultivar grown with triticale in a mixed stand (sowing rate: 80 seeds of lupine + 80 grains of triticale) was highest and accumulated considerably more of N, P, K, Ca and Mg.

When crops were grown in pure stands, the production cost of 1 kg of protein in was:

- from 4.72 PLN to 4.79 PLN for field bean, and from 4.46 to 4.95 PLN for yellow lupine depending on the cultivar;
- 10.26 PLN for triticale grown on the IIIb type soil according to the Polish soil quality classification, and 12.45 PLN the crop grown on the V soil type of the Polish soil quality classification V.

The production cost of protein in mixed-stands oscillated between the values from pulses and triticale pure stands.

Land equivalent ratio (LER) was higher than 1 in the mixed stands, independent on species composition of the mixtures. This indicates that the crops grown in the mixed stands made a better use of natural resources than in the pure stands.

Key words: mixed intercropping, field bean, yellow lupin, spring triticale