

**„ULEPSZANIE KRAJOWYCH ŹRÓDEŁ BIAŁKA ROŚLINNEGO,
ICH PRODUKCJI, SYSTEMU OBROTU
I WYKORZYSTANIA W PASZACH”**

**RAPORT KOŃCOWY Z REALIZACJI
PROGRAMU WIELOLETNIEGO**

2011–2015

PUŁAWY 2015

WYKONAWCY

Koordynator Programu, kierownik Obszaru 1 – *prof. dr hab. Jerzy Księżak*, IUNG-PIB Puławy
e-mail: jerzy.ksiezak@iung.pulawy.pl

Kierownik Obszaru 2 – *prof. dr hab. Wojciech Świącicki*, IGR Poznań,
e-mail: wswi@igr.poznan.pl

Kierownik Obszaru 3 – *prof. dr hab. Jerzy Szukała*, UP Poznań,
e-mail: jszukala@au.poznan.pl

Kierownik Obszaru 4 – *prof. dr hab. Andrzej Rutkowski*, UP Poznań,
e-mail: rutkowski@jay.au.poznan.pl

Kierownik Obszaru 5 – *dr hab. Michał Jerzak*, UP Poznań,
e-mail: jerzak@up.poznan.pl

Kierownik Obszaru 6 – *dr hab. Jerzy Barszczewski*, ITP Falenty,
e-mail: barszczewski@imuz.edu.pl

WSPÓŁPRACA

Instytut Fizjologii Roślin PAN w Krakowie
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR Oddział w Przebędowie
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Zakład Doświadczalny Żywienia Zwierząt w Gorzynie
Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt w Jabłonie
Poznańska Hodowla Roślin w Tulcach
Instytut Rozrodu i Badań Żywności PAN w Olsztynie
Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego, Warszawa
Wytwórnia Pasz „Morawski” w Kcyni

OPRACOWANIE

Raport opracowano w ramach Programu Wieloletniego na lata 2011-2015.

Skład, opracowanie redakcyjne i graficzne: *mgr Marzena Wydra-Ryś*
mgr Ewa Decka-Cywińska

© Copyright by Wydawnictwo IUNG-PIB, Puławy 2015
IUNG-PIB Puławy, nakł. 300 egz., A-4

Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB w Puławach
tel. (81) 47 86 700, 47 86 800; fax: (81) 47 86 900
e-mail: iung@pulawy.pl; <http://www.iung.pulawy.pl>

SPIS TREŚCI

ZAŁOŻENIA OGÓLNE I CEL PROGRAMU WIELOLETNIEGO..... 5

OBSZARY BADAWCZE PROGRAMU WIELOLETNIEGO I JEGO WYKONAWCY..... 11

OBSZAR 2 – Zwiększenie stabilności i jakości plonu wysokobiałkowych roślin strączkowych	12
OBSZAR 3 – Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych i sposoby zwiększenia opłacalności uprawy	14
OBSZAR 4 – Rodzime źródła białka roślinnego w żywieniu zwierząt monogastrycznych	16
OBSZAR 5 – Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju produkcji, infrastruktury rynku i systemu obrotu, a także opłacalności wykorzystania roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce.....	18
OBSZAR 6 – Produkcja wysokiej jakości pasz z trwałych użytków zielonych.....	19

EFEKTY REALIZACJI PROGRAMÓW WSPARCIA..... 20

REALIZACJA SYSTEMU WSPARCIA BEZPOŚREDNIEGO UPRAWY ROŚLIN BOBOWATYCH (STRĄCZKOWYCH I MOTYLKOWATYCH DROBNONASIENNYCH)	23
--	----

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 2 36

Zadanie 2.1. Określenie fizjologicznych wskaźników odporności na suszę roślin strączkowych odmian i materiałów hodowlanych	37
Zadanie 2.2. Znaczenie efektywności wykorzystania wody i składników pokarmowych dla poziomu i stabilności plonowania odmian i rodów grochu siewnego	40
Zadanie 2.3. Fizjologiczna i genetyczna kontrola rozwoju kwiatów i owoców u roślin strączkowych	44
Zadanie 2.4. Poszukiwanie i ocena różnych form łubinów i grochów tolerancyjnych na przymrozki i przystosowanych do wczesnych wysiewów	48
Zadanie 2.5. Badanie stabilności plonowania roślin strączkowych w celu wyodrębnienia form zmniejszających ryzyko uprawy	62
Zadanie 2.6. Wpływ zmienności składu i zawartości α -D-galaktozydów na jakość fizjologiczną nasion roślin strączkowych.....	54
Zadanie 2.7. Identyfikacja grzybów chorobotwórczych występujących na nasionach roślin strączkowych oraz oznaczanie ich metabolitów o właściwościach toksycznych i antyżywniowych	58
Zadanie 2.8. Identyfikacja wybranych genów warunkujących ważne cechy użytkowe i ich charakterystyka funkcjonalna u łubinu wąskolistnego (<i>Lupinus angustifolius</i> L.)	61
Zadanie 2.9. Analiza położenia loci warunkujących sztywność łodygi i odporność na askochytozę grochu (<i>Pisum sativum</i> L.)	64
Zadanie 2.10. Opracowanie metody skracania cyklu hodowlanego wybranych gatunków roślin strączkowych z zastosowaniem techniki pojedynczych nasion i kultury <i>in vitro</i>	67
Zadanie 2.11. Bobik niskotaninowy, samokończący – zbadanie sposobu dziedziczenia i opracowanie skutecznej metody selekcji dla pęknięcia okrywy nasiennej.....	71

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 3 74

- Zadanie 3.1.** Ocena trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy grochu i łubinu w zmianowaniu z różnym udziałem zbóż 75
- Zadanie 3.2.** Przyrodnicze, produkcyjne i ekonomiczne skutki różnej intensywności uprawy trzech gatunków łubinu na plonowanie, jakość nasion oraz efekty ekonomiczne przy zastosowaniu nisko-, średnio- i wysokonakładowej technologii uprawy 85
- Zadanie 3.3.** Rolnicza i ekonomiczna waloryzacja przedplonów strączkowych w uprawie zbóż i rzepaku 87
- Zadanie 3.4.** Jesienny siew grochu i łubinu białego jako kierunek do większego wykorzystania potencjału biologicznego tych roślin..... 89
- Zadanie 3.5.** Wpływ nawożenia słomą i uprawy w mieszankach na plonowanie i jakość nasion roślin strączkowych 91
- Zadanie 3.6.** Monitorowanie ważniejszych patogenów grzybowych oraz potencjału toksynotwórczego wybranych gatunków roślin strączkowych w różnych warunkach siedliskowych Polski..... 97
- Zadanie 3.7.** Zastosowanie siewu punktowego jako nowego trendu w agrotechnice roślin strączkowych.....101

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 4 104

- Zadanie 4.1.** Ocena wartości pokarmowej krajowych źródeł białka roślinnego.....105
- Zadanie 4.2.** Ocena możliwości stosowania krajowych źródeł białka w gospodarstwach tradycyjnych i ekologicznych108
- Zadanie 4.3.** Ocena przydatności oraz określenie granicznych udziałów krajowych źródeł białka roślinnego dla zwierząt gospodarskich z ferm przemysłowych.....112
- Zadanie 4.4.** Wpływ zabiegów technologicznych na podwyższenie wartości pokarmowej krajowych źródeł białka roślinnego115
- Zadanie 4.5.** Wpływ krajowych źródeł białka roślinnego na stan funkcjonowania przewodu pokarmowego zwierząt oraz jakość produktów zwierzęcych118

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 5 122

- Zadanie 5** Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju produkcji, infrastruktury rynku i systemu obrotu, a także opłacalności wykorzystania roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce.....122

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 6 128

- Zadanie 6** Produkcja wysokiej jakości pasz z trwałych użytków zielonych128

LITERATURA 140

ZAŁOŻENIA OGÓLNE I CEL PROGRAMU WIELOLETNIEGO

Podstawą polityki ekologicznej Unii Europejskiej jest program „Ku rolnictwu zrównoważonemu”, który zmierza do powiązania rozwoju gospodarczego z ochroną zasobów naturalnych i globalną równowagą ekosystemów. Wszystkie państwa członkowskie Unii Europejskiej mają obowiązek opracowania Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej, którego istotą jest przede wszystkim pomoc w stosowaniu i wykorzystywaniu środków produkcji w sposób efektywny, gwarantujący otrzymanie optymalnego i dobrego pod względem jakości produktu, przy minimalnym skażeniu środowiska. Podstawowym zadaniem, które stoi przed naukami rolniczymi jest więc opracowanie technologii zgodnych z zasadami Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej, ograniczających zanieczyszczenie środowiska i chroniących jego potencjał produkcyjny.

Od wielu lat toczyła się dyskusja i badano możliwości zwiększonego wykorzystania rodzimych surowców białkowych w celu zastąpienia, a przynajmniej uzupełnienia, importowanej śruty sojowej. Polska rocznie, dla zaspokojenia potrzeb paszowych, importuje około 2 mln t śrut sojowej. Realizacja przepisu zawartego w art. 15 ustawy z dnia 22 lipca 2006 r. o paszach (Dz. U. z 2006 r., Nr 144, poz. 1045, z późn. zm.), w którym ustanowiony został zakaz wprowadzania do obrotu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej pasz genetycznie zmodyfikowanych oraz organizmów genetycznie zmodyfikowanych przeznaczonych do użytku paszowego, wymaga znalezienia zastępczych, wysokobiałkowych składników, porównywalnych pod względem jakościowym i ekonomicznym do soi. Mogą nimi być nasiona uprawianych na różnych typach gleb roślin strączkowych (groch – 22% białka, bobik – 34%, łubin – 36-44%) oraz poek-

strakcyjna śruta rzepakowa (35% białka). Wprowadzenie tych komponentów do pasz wymaga uwzględnienia zawartości białka, jego wartości biologicznej oraz związanych z tym efektów uzyskiwanych w żywieniu zwierząt gospodarskich. Wymagana jest także dostępność na rynku dużych partii jednolitego surowca. Śruta rzepakowa pochodzić będzie ze zwiększonej produkcji rzepaku dla biopaliw. Natomiast dla zapewnienia odpowiednio dużych partii nasion roślin strączkowych należałoby zwiększyć powierzchnię ich uprawy z obecnych około 180 tys. ha do 500 tys. ha. W przypadku popytu na nasiona roślin strączkowych oraz innych gatunków łatwiejszych w uprawie, założono, że rolnicy zajmą się uprawą tych roślin na większą skalę niż dotychczas. Wskutek uproszczonego gospodarowania w rolnictwie zapomniano o modelowym zmianowaniu (cztero- lub pięciopolówka z udziałem roślin motylkowatych). Doprowadziło to do zwiększenia udziału zbóż do ponad 75% i w konsekwencji zmniejszenia dopływu materii organicznej do gleby o około 60%. W tym kontekście należy zauważyć, że rośliny strączkowe posiadają zalety zarówno ekonomiczne, jak i proekologiczne, wynikające z wiązania azotu atmosferycznego przez bakterie korzeniowe. Rośliny te nie wymagają nawożenia azotem, ponadto zapewniają wyższy plon roślin następczych. Zwiększenie powierzchni uprawy do 500 tys. ha spowodowałoby wytworzenie przez rośliny strączkowe 17-32 tys. ton czystego azotu, co odpowiada produkcji 60-94 tys. ton saletry amonowej o wartości 40-70 mln zł. Wyprodukowanie i rozrzućenie na miejscu uprawy tony nawozu azotowego wymaga zużycia 1 tony oleju napędowego. Przyjmuje się, że 20-procentowy udział roślin strączkowych

w zmianowaniu zapewnia o 13% mniejsze zużycie energii w przeliczeniu na 1 ha. Dwutlenek węgla związany z wykorzystaniem paliw kopalnych stanowi 10% emisji gazów cieplarnianych przypisanych rolnictwu. Należy mieć na uwadze, że prawie połowa emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa jest produkowana w formie tlenu azotu w czasie stosowania nawozów mineralnych i organicznych, którego zdolność grzewcza jest 300 razy większa niż dwutlenku węgla. Udział 20% roślin strączkowych w płodozmianie powoduje 13-procentowy spadek potencjału globalnego ocieplenia w przeliczeniu na 1 ha.

Łubiny, groch i bobik są gatunkami przystosowanymi do uprawy w zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych Polski. W ostatnich latach krajowa hodowla roślin wytworzyła wysokopienne odmiany, przystosowane do nowoczesnych systemów uprawy i zróżnicowanych kierunków użytkowania. Nadal jednak gatunki i odmiany mają pewne wady, ujemnie wpływające na stabilność i jakość plonów, a w konsekwencji na konkurencyjność w stosunku do innych upraw. Jednocześnie właściwości biologiczne utrudniają opracowanie skutecznych metod i technik selekcji, przyspieszających doskonalenie odmian. Poszczególne zadania obszaru genetyczno-hodowlanego dotyczą takich właśnie wad, jak np. aborcja kwiatów, brak odporności na niedobór wody w glebie, zawartość związków antyżywnościowych, czy ograniczona stabilność wartości siewnej nasion. Poznanie przyczyn kształtowania się tych wad oraz ich usunięcie jest niezmiernie ważne dla doskonalenia wartości użytkowej roślin wysokobiałkowych.

Osobnym, bardzo istotnym zagadnieniem jest tzw. „białkowe bezpieczeństwo kraju”

w Polsce – w przeciwieństwie do wielu innych państw (m.in. Francja, Norwegia, Szwajcaria) – zupełnie niedoceniane. W kraju, który w około 70% uzależniony jest od importu pasz wysokobiałkowych, istnieje niebezpieczeństwo, obecnie tylko teoretyczne, wystąpienia braku białkowych pasz dla zwierząt, a w konsekwencji braku żywności dla ludności. Istnieją realne możliwości ograniczenia stosowania śruty sojowej poprzez częściowe jej zastępowanie krajowymi źródłami białka roślinnego. Do najważniejszych należą produkty rzepakowe (śruta poekstrakcyjna i makuchy), nasiona roślin strączkowych (łubiny, bobik i groch) oraz suszone wywary zbożowe (kukurydziany i żytni). Niestety ostatnie wnikiwe prace badawcze i badawczo-wdrożeniowe nad ich optymalnym stosowaniem w żywieniu zwierząt wykonywane były przed ponad trzydziestu laty (program PR4). Od tego czasu zmieniły się znacznie potrzeby pokarmowe i tolerancje na substancje antyżywnościowe zwierząt gospodarskich, jak i odmiany roślin uprawnych, w wyniku postępu genetyczno-hodowlanego.

Mając na uwadze politykę ekologiczną Unii Europejskiej, odchodzącą od intensywnych form produkcji zwierzęcej na rzecz integrowanych i proekologicznych systemów rolniczych, użytki zielone będą odgrywać wiodącą rolę w żywieniu bydła mięsnego. Ruń łąkowa i pastwiskowa powinna, poza dobrym plonowaniem, charakteryzować się wysoką strawnością, koncentracją energii, smakowitością i optymalną zawartością białka, ale przede wszystkim powinna odpowiadać specyfice procesów trawienia, zachodzących w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy. Wprowadzenie przy pomocy podsiewu bezpośredniego w ruń roślin motylkowatych poprawia strawność i skład mineralny

paszy oraz umożliwiała obniżenie o połowę dawki nawożenia azotem bez strat plonowania, w stosunku do runi czysto trawiastej. Takie wzbogacenie runi pastwiskowej koniczyną białą może w pełni zaspokoić zapotrzebowanie młodego bydła opasowego na białko w sezonie pastwiskowym. Zaobserwowano, że w przeciętnych warunkach żywienia pastwiskowego często występuje nadmiar białka w stosunku do zawartej w runi energii. Aby uzyskać w paszy pastwiskowej właściwe proporcje pomiędzy białkiem a energią, należy wprowadzić do runi odpowiednie odmiany traw o wysokiej zawartości cukrów prostych i dokonać ustalenia optymalnej ilości takich podsiewów.

W kontekście zmieniającego się klimatu, a co się z tym wiąże, ocieplenia i ewentualnego przyszłego wydłużania się sezonu wegetacyjnego, możliwe jest, że w niedługim czasie w naszym kraju uprawa soi stanie się bardziej opłacalna. Jednak obecnie Polska nie dysponuje na tyle zaawansowanymi, wysokobiałkowymi odmianami, dostosowanymi do warunków glebowo-klimatycznych kraju, aby realnie w ciągu kilku lat uzyskać znaczący postęp. Dla wyraźnego zwiększonego wykorzystania krajowych źródeł białka w paszach, alternatywnego do śruty sojowej, należy zapewnić dostępność odpowiednio dużych partii surowca. Dla jego obrotu i wykorzystania niezbędna będzie rynkowa struktura organizacyjna i logistyczna obejmująca trzy strefy działania:

- 1) organizowanie produkcji roślin strączkowych i obrotu wytworzonego towaru;
- 2) współpracę z producentami estru rzepakowego w zakresie odbioru śruty;
- 3) współpracę z zakładami paszowymi i fermami trzody i drobiu w zakresie dostaw komponentów wysokobiałkowych.

Powyższe wprowadzenie wskazuje na zasadność podjęcia kompleksowych prac zmierzających do zwiększonego wykorzystania rodzimych surowców białkowych. Ma to znaczenie zarówno ekonomiczne, antyimportowe, jak i proekologiczne dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa. Należy mieć na uwadze, że samo różnicowanie roślin uprawnych w płodozmianie ma znaczenie dla produktywności i zróżnicowanej gospodarki rolnej. Utrzymuje ono jakość gleby i ogranicza występowanie chorób i chwastów. Zwiększenie plonów i zmniejszenie chemizacji rolnictwa – czynników krytycznych dla zdrowia ludzi i jakości wody – jest możliwe jedynie w zróżnicowanym płodozmianie.

Podjęcie badań nad krajowymi źródłami białka roślinnego w żywieniu zwierząt gospodarskich jest działaniem słusznym ze względu na niechęć konsumentów do wybierania produktów GMO, ograniczenia importu pasz wysokobiałkowych, proekologicznych zmian w strukturze zasiewów roślin uprawnych oraz zwiększenia „bezpieczeństwa białkowego kraju”. Obecne trendy polityki rolnej Unii Europejskiej zmierzają do odchodzenia od intensywnych form produkcji zwierzęcej, dążąc do integrowanych i proekologicznych systemów rolniczych. W priorytetach programów ochrony środowiska poszczególnych regionów, jako jedno z najważniejszych zadań podawane jest przeciwdziałanie zmianom klimatu, poprzez sukcesywną redukcję emisji gazów cieplarnianych. Rośliny strączkowe i motylkowate drobnonasienne stanowią znaczący element redukujący uwalnianie się gazów cieplarnianych, a działania zmierzające do zwiększenia ich uprawy były zgodne z:

- Politykę Ekologiczną Państwa w latach 2009–2012, z perspektywą do roku 2016,

- Protokołem z Kioto do Ramowej Konwencji ONZ o ochronie klimatu Ziemi,
- Polityką Klimatyczną Polski – strategiami redukcji gazów cieplarnianych w Polsce do 2020 r.

Ponadto wspieranie rozwoju infrastruktury naukowo-badawczej i edukacyjnej oraz działalności badawczo-rozwojowej jednostek naukowych i przedsiębiorstw, a także rozwój instytucji otoczenia przedsiębiorstw zajmujących się transferem technologii do gospodarki, również prowadzi do podniesienia konkurencyjności.

Uwzględniając wielorakie korzyści wynikające z uprawy roślin strączkowych dla poprawy bilansu białka paszowego, jak również korzystnego wpływu na glebę (odziaływanie w zmianowaniu), MRiRW podjęło próbę poprawy tego stanu. W 2011 roku uchwałą Rady Ministrów Nr 149/2011, z dnia 9 sierpnia, ustanowiono naukowy Program Wieloletni pod nazwą **„Ulepszenie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach”**, na podstawie art. 136 ust. 2 ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (Dz.U. Nr 157, poz. 1240, z późn. zm.¹⁾). Ponadto w 2010 roku wprowadzono dopłaty do powierzchni uprawy tych roślin.

Głównym celem programu wieloletniego było stworzenie warunków do zmniejszenia importu białka paszowego głównie poekstrakcyjnej śruty sojowej o około 50% w wyniku zwiększenia wartości biologicznej i użytkowej białka roślinnego pochodzącego z rodzimych surowców. Jednocześnie w przypadku wystąpienia światowego kryzysu białkowego, stworzenie warunków zapewniających bezpieczeństwo białkowe Polski (materiał siewny, nowe odmiany,

technologie uprawy, receptury paszowe żywienia zwierząt, system produkcji i obrotu nasion).

Szczegółowe cele programu były następujące:

- przystosowanie odmian roślin strączkowych do uprawy i lepszego wykorzystania ich pólów jako źródła białka w paszach,
- wprowadzenie do aktualnego zmianowania zbożowego roślin strączkowych,
- ograniczenie stosowania poekstrakcyjnej śruty sojowej – głównie GMO – przez częściowe jej zastąpienie rodzimymi źródłami białka roślinnego,
- opracowanie modelowego systemu rynkowego produkcji i obrotu nasionami roślin strączkowych w Polsce,
- opracowanie mieszanek traw (z odmianami wysokocukrowymi) z roślinami motylkowatymi przeznaczonych do renowacji trwałych użytków zielonych.

Planowany wzrost rodzimej produkcji białka roślinnego miał zostać osiągnięty dzięki wzrostowi areału uprawy roślin strączkowych do około 400-500 tys. ha, przy zachowaniu dotychczasowych dopłat, co umożliwiłoby wyprodukowanie około 300 tys. ton białka paszowego z roślin strączkowych. W połączeniu z białkiem rzepakowym (200 tys. ton rocznie), i białkiem z suszonych wywarów (150 tys. ton) uzyskamy 650 tys. ton rodzimego białka paszowego.

Aktualny import białka paszowego wynosi około 1 mln ton rocznie. Uzyskanie w wyniku realizacji programu 650 tys. ton białka spowodowałoby zmniejszenie importu do około 50%. Ponadto przewidywano również wzrost poziomu plonowania roślin strączkowych o 0,2 t/ha, a wprowadzenie tych roślin do zmianowania

spowodowałoby wzrost plonu zbóż o 0,5-1 t/ha. Ważnym źródłem paszy dla przeżuwaczy są trwałe użytki zielone które stanowią ponad 22% użytków rolnych w kraju. Znaczna ich część (około 50%) jest w dużym stopniu zdegradowana i wymaga renowacji. Wykonanie renowacji na około 25% areалу (tj. około 800 tys. ha)

z wykorzystaniem roślin motylkowatych, przy korzystnych efektach tego zabiegu, może spowodować wzrost produkcji białka o około 240 tys. ton. Ponadto udział roślin motylkowatych w runi TUZ, wynoszący około 20%, pozwala na ograniczenie nawożenia azotem o około 60 kg·ha⁻¹.

Obszary badawcze Programu Wieloletniego i jego wykonawcy

1.	Koordinacja realizacji obszarów badawczych programu	IUNG-PIB Puławy, prof. Jerzy Księżak
2.	Zwiększenie stabilności i jakości plonu wysokobiałkowych roślin strączkowych	IGR Poznań, prof. Wojciech Świącicki
3.	Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych i sposoby zwiększenia opłacalności uprawy	UP Poznań, prof. Jerzy Szukała
4.	Rodzime źródła białka roślinnego w żywieniu zwierząt monogastrycznych	UP Poznań, prof. Andrzej Rutkowski
5.	Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju produkcji, infrastruktury rynku i systemu obrotu, a także opłacalności wykorzystania roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce	UP Poznań, dr hab. Michał Jerzak
6.	Produkcja wysokiej jakości pasz z TUZ	ITP Falenty, dr hab. Jerzy Barszczewski

Obszar 2

Zwiększenie stabilności i jakości plonu wysokobiałkowych roślin strączkowych

Założenia

Odmiana uprawna jest jednym z najważniejszych środków produkcji roślinnej. Uzyskiwanie coraz bardziej ulepszonych odmian umożliwiło zwielokrotnienie produkcji roślinnej bez powiększenia powierzchni uprawy. W efekcie zapobiegło to rozprzestrzenieniu się głodu w niektórych rejonach świata, czego modelowym przykładem jest Zielona Rewolucja dr. N. Borlauga. Zasadniczy wpływ na wzrost wydajności roślin miał postęp naukowy. Zwiększenie plenności pszenicy od kilku do kilkunastu dt z ha zajęło człowiekowi 600 lat, między XIII a XIX stuleciem. Natomiast dzięki osiągnięciom naukowym, a zwłaszcza dynamicznemu rozwojowi genetyki, potrojenie pło-
nów od dwudziestu kilku do ponad siedemdziesięciu dt z ha osiągnięto zaledwie w czasie 50 lat drugiej połowy XX wieku. W hodowli roślin strączkowych osiągnięto także duży postęp odmianowy. Konkurencyjność tych gatunków jednak pozostawia wiele do życzenia, szczególnie wobec zbóż ozimych, korzystających z zasobów wody zimowej i silnie reagujących na nawożenie azotowe.

Cele

Badania naukowe, niezbędne dla uzyskania postępu odmianowego, muszą uwzględnić opracowany przez hodowców model odmiany danego gatunku, wskazujący cechy roślin, które należy ulepszyć, aby zwiększyć przydatność w uprawie i wykorzystaniu. W Programie Wieloletnim tę grupę badań obejmuje obszar zatytułowany „Zwiększenie stabilności i jakości plonu wysokobiałkowych roślin strączkowych”. Ich celem było rozwiązanie problemów i zagadnień najważniejszych dla hodowli grochu, łubinu i bobiku. Zaliczono tutaj:

- poznanie możliwości ulepszenia planów (wysokości i stabilności) poprzez wzrost efektywności wykorzystania wody i składników pokarmowych, odporności na suszę i wiosenne przymrozki oraz wyodrębnienie genotypów dostosowanych do warunków glebowo-klimatycznych właściwych dla rejonów uprawy danego gatunku,
- zbadanie przyczyn opadania kwiatów,
- badania nad jakością nasion – zawartością wielocukrów oraz występowaniem grzybów chorobotwórczych i ich toksycznych metabolitów,
- identyfikację genów odpowiedzialnych za ważne cechy użytkowe u grochu i łubinu,
- zbadanie sposobu dziedziczenia i opracowanie metody selekcji dla pęknięcia okrywy nasiennej bobiku niskotaninowego, samokończącego,
- opracowanie metody skracania procesu hodowli odmian grochu i łubinu.

Realizowane zadania

Zadanie 2.1.	Określenie fizjologicznych wskaźników odporności na suszę odmian i materiałów hodowlanych roślin strączkowych
Zadanie 2.2.	Znaczenie efektywności wykorzystania wody i składników pokarmowych dla poziomu i stabilności plonowania odmian i rodów grochu siewnego
Zadanie 2.3.	Fizjologiczna i genetyczna kontrola rozwoju kwiatów i owoców u roślin strączkowych
Zadanie 2.4.	Poszukiwanie i ocena różnych form łubinów i grochów tolerancyjnych na przymrozki i przystosowanych do wczesnych wysiewów
Zadanie 2.5.	Badanie stabilności plonowania roślin strączkowych w celu wyodrębnienia form zmniejszających ryzyko uprawy
Zadanie 2.6.	Wpływ zmienności składu i zawartości α -D-galaktozydów na jakość fizjologiczną nasion roślin strączkowych
Zadanie 2.7.	Identyfikacja grzybów chorobotwórczych występujących na nasionach roślin strączkowych oraz oznaczanie ich metabolitów o właściwościach toksycznych i antyżywniowych
Zadanie 2.8.	Identyfikacja wybranych genów warunkujących ważne cechy użytkowe i ich charakterystyka funkcjonalna u łubinu wąskolistnego (<i>Lupinus angustifolius</i> L.)
Zadanie 2.9.	Analiza położenia loci warunkujących sztywność łodygi i odporność na askochytozę grochu (<i>Pisum sativum</i> L.)
Zadanie 2.10.	Opracowanie metody skracania cyklu hodowlanego wybranych gatunków roślin strączkowych z zastosowaniem techniki pojedynczych nasion i kultury <i>in vitro</i>
Zadanie 2.11.	Bobik niskotaninowy, samokończący – zbadanie sposobu dziedziczenia i opracowanie skutecznej metody selekcji dla pęknięcia okrywy nasiennej

Obszar 3

Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych i sposoby zwiększania opłacalności uprawy

Cele i założenia

- 1) wprowadzenie do aktualnego zmianowania zbożowego roślin strączkowych, ograniczających procesy degradacji gleb, wnoszących do gleby dużą ilość masy organicznej, wiążących wolny azot z powietrza i dających producentom korzyści rolniczo-ekonomiczne, w tym zmniejszenie zużycia nawozów azotowych i beznakładowe zwiększenie plonowania roślin;
- 2) lepsze wykorzystanie zasobów siedliska i ograniczenie rozprzestrzeniania się patogenów grzybowych, szkodników oraz chwastów, w tym poszukiwanie możliwości ograniczenia patogenów grzybowych wpływających na poziom plonowania i jakość nasion, a zwłaszcza mogących świadczyć między innymi o potencjalnych zdolnościach syntetyzowania eniatyn, deoksynivalenolu, nivalenolu i zearalenonu oraz o gromadzeniu się w nasionach toksyn grzybowych niebezpiecznych dla zwierząt i człowieka;
- 3) większe wykorzystanie postępu biologicznego tkwiącego w nowych odmianach roślin uprawnych metodami agrotechnicznymi; poszukiwanie, a następnie wprowadzenie do praktyki rolniczej nowych, ekonomicznie uzasadnionych technologii, zmniejszających nakłady energetyczne na uprawę roli, takich jak uproszczone systemy uprawy roli czy siew punktowy;
- 4) określenie przyrodniczych, rolniczych i ekonomicznych skutków różnej intensywności uprawy roślin strączkowych przy zastosowaniu technologii nisko-, średnio- i wysokonakładowej, wychodzących naprzeciw realizowanej polityce rolnej w kierunku ograniczenia ujemnego oddziaływania na środowisko;
- 5) ocena możliwości stosowania zimowych zasiewów grochu, bobiku i łubinu, plonujących wyżej niż siewy wiosenne, ponieważ ich wyższy potencjał i lepsza wierność plonowania wynika głównie z pełnej wernalizacji roślin w okresie zimowym i lepszego wykorzystania wody pozimowej;
- 6) wprowadzenie do produkcji nowych, doskonalszych metod agrotechnicznych w produkcji materiału siewnego roślin strączkowych, uwzględniających nowe technologie uprawy, ograniczających infekcję nasion patogenami, których występowanie często powoduje zmiany morfologiczno-anatomiczne oraz fizjologiczno-biochemiczne, objawiające się redukcją wigoru, nienormalnym kiełkowaniem, infekcją siewek i roślin, a w konsekwencji obniżeniem plonu i jego jakości.

Realizowane zadania

Zadanie 3.1.	Ocena trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy grochu i łubinu w zmianowaniu z różnym udziałem zbóż
Zadanie 3.2.	Przyrodnicze, produkcyjne i ekonomiczne skutki różnej intensywności uprawy trzech gatunków łubinu na plonowanie, jakość nasion oraz efekty ekonomiczne przy zastosowaniu nisko-, średnio- i wysokonakładowej technologii uprawy
Zadanie 3.3.	Rolnicza i ekonomiczna waloryzacja przedplonów strączkowych w uprawie zbóż i rzepaku
Zadanie 3.4.	Jesienny siew grochu i łubinu białego jako kierunek do większego wykorzystania potencjału biologicznego tych roślin
Zadanie 3.5.	Wpływ nawożenia słomą i uprawy w mieszankach na plonowanie i jakość nasion roślin strączkowych
Zadanie 3.6.	Monitorowanie ważniejszych patogenów grzybowych oraz potencjału toksynotwórczego wybranych gatunków roślin strączkowych w różnych warunkach siedliskowych Polski
Zadanie 3.7.	Zastosowanie siewu punktowego jako nowego trendu w agrotechnice roślin strączkowych

Obszar 4

Rodzime źródła białka roślinnego w żywieniu zwierząt monogastrycznych

Cele

- Poznanie i uaktualnienie stanu wiedzy dotyczącego wartości pokarmowej i odżywczej obecnie uprawianych i będących na etapie prac hodowlanych nasion roślin strączkowych oraz produktów rzepakowych i wywarów.
- W Polsce wciąż dominują drobne gospodarstwa rolne nastawione na gospodarkę tradycyjną, w tym gospodarstwa agroturystyczne utrzymujące niewielkie stada zwierząt (kury nioski, gęsi, kaczki, indyki, świny) żywione w sposób ekstensywny, z wykorzystaniem pasz gospodarskich. Potrzeby pokarmowe tych zwierząt wymagają uzupełnienia ich diet przede wszystkim w pasze wysokobiałkowe (koncentraty). Opracowanie wysokobiałkowych koncentratów w oparciu o krajowe źródła białka roślinnego oraz technologii ich stosowania znacznie ułatwi i poprawi efektywność produkcji zwierzęcej w tych gospodarstwach.
- Coraz większą rolę odgrywa w naszym kraju wielkotowarowa produkcja zwierzęca, która stwarza konieczność prowadzenia badań nad poznaniem granicznych udziałów krajowych źródeł białka dla współczesnych nowoczesnych genotypów zwierząt gospodarskich. Badania takie muszą obejmować wszystkie grupy technologiczne zwierząt (warchlaki, tuczniki, indyki, brojlery, kury nioski), bowiem istnieje pomiędzy nimi duża zmienność w zapotrzebowaniu na składniki pokarmowe i różni je tolerancja na substancje antyżywniowe.
- Niektóre zabiegi technologiczne (np. ekstruzja, ekspandowanie, enzymy egzogenne, obłuszczenie czy granulowanie) mogą mieć wpływ na podwyższenie wartości pokarmowej nasion roślin strączkowych przez eliminację bądź redukcję substancji antyżywniowych. Pozwoli to na optymalizację receptur pełnoporcjowych mieszanek paszowych.
- Nasiona roślin strączkowych charakteryzują się często specyficznym wpływem na organizmy żywionych nimi zwierząt. Większość mechanizmów tych działań nie została do końca zidentyfikowana. Niezbędnym dla praktyki rolniczej i weterynaryjnej jest poznanie działania niektórych frakcji nasion roślin strączkowych na funkcjonowanie przewodu pokarmowego organizmów zwierzęcych, zachodzące procesy fermentacji i wchłaniania a przede wszystkim zbadanie zmian w morfologii i funkcjonowaniu przewodu pokarmowego.

Realizowane zadania

Zadanie 4.1.	Ocena wartości pokarmowej krajowych źródeł białka roślinnego
Zadanie 4.2.	Ocena możliwości stosowania krajowych źródeł białka w gospodarstwach tradycyjnych i ekologicznych
Zadanie 4.3.	Ocena przydatności oraz określenie granicznych udziałów krajowych źródeł białka roślinnego dla zwierząt gospodarskich z ferm przemysłowych
Zadanie 4.4.	Wpływ zabiegów technologicznych na podwyższenie wartości pokarmowej krajowych źródeł białka roślinnego
Zadanie 4.5.	Wpływ krajowych źródeł białka roślinnego na stan funkcjonowania przewodu pokarmowego zwierząt oraz jakość produktów zwierzęcych

Obszar 5

Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju produkcji, infrastruktury rynku i systemu obrotu, a także opłacalności wykorzystania roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce

Cel

Celem prowadzonych prac było opracowanie modelowego systemu rynkowego produkcji i obrotu nasionami roślin strączkowych w Polsce. Systemu zapewniającego z jednej strony sprawny obrót i zagospodarowanie rosnących ilości śruty rzepakowej na rynku, a z drugiej strony promującego rozwój produkcji nasion roślin strączkowych jako komponentów uszlachetniających ten surowiec, czyniąc go atrakcyjnym pod względem paszowym. Systemu umożliwiającego zarządzanie ryzykiem i stabilizowanie dochodów w podmiotach produkcji, obrotu i wykorzystania roślin strączkowych w kraju. Założono, że cel ten osiągnięty będzie w wyniku przeprowadzenia badań empirycznych dotyczących mikro- i makroekonomicznych uwarunkowań produkcji i obrotu roślinami strączkowymi w Polsce. Ponadto założono identyfikację czynników ekonomicznych wpływających na produkcję i obrót nasionami tych gatunków oraz wykorzystanie białka paszowego. Na podstawie wyników tak przeprowadzonych badań skonstruowany zostanie modelowy system rynku roślin strączkowych w Polsce.

Realizowane zadanie

Ekonomiczne uwarunkowania rozwoju produkcji, infrastruktury rynku i systemu obrotu, a także opłacalności wykorzystania roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce.

Obszar 6

Produkcja wysokiej jakości pasz z trwałych użytków zielonych

Cel

Celem prac prowadzonych w tym obszarze jest ocena skutków renowacji trwałych użytków zielonych metodą podsiewu roślinami motylkowatymi (bobowatymi) i trawami wysokocukrowymi na jakość i wartość pokarmową pasz dla bydła mięsnego.

Założono, że poprawa składu botanicznego runi przez wzbogacenie ich w rośliny motylkowe oraz wybrane gatunki i odmiany traw, wpłynie korzystnie na wielkość uzyskiwanych plonów, wysoką zawartość w nich białka i energii oraz dobrą strawność substancji organicznej, co przełoży się na wysokie przyrosty masy ciała zwierząt oraz jakość pozyskiwanego mięsa.

Realizowane zadanie

Produkcja wysokiej jakości pasz z trwałych użytków zielonych.

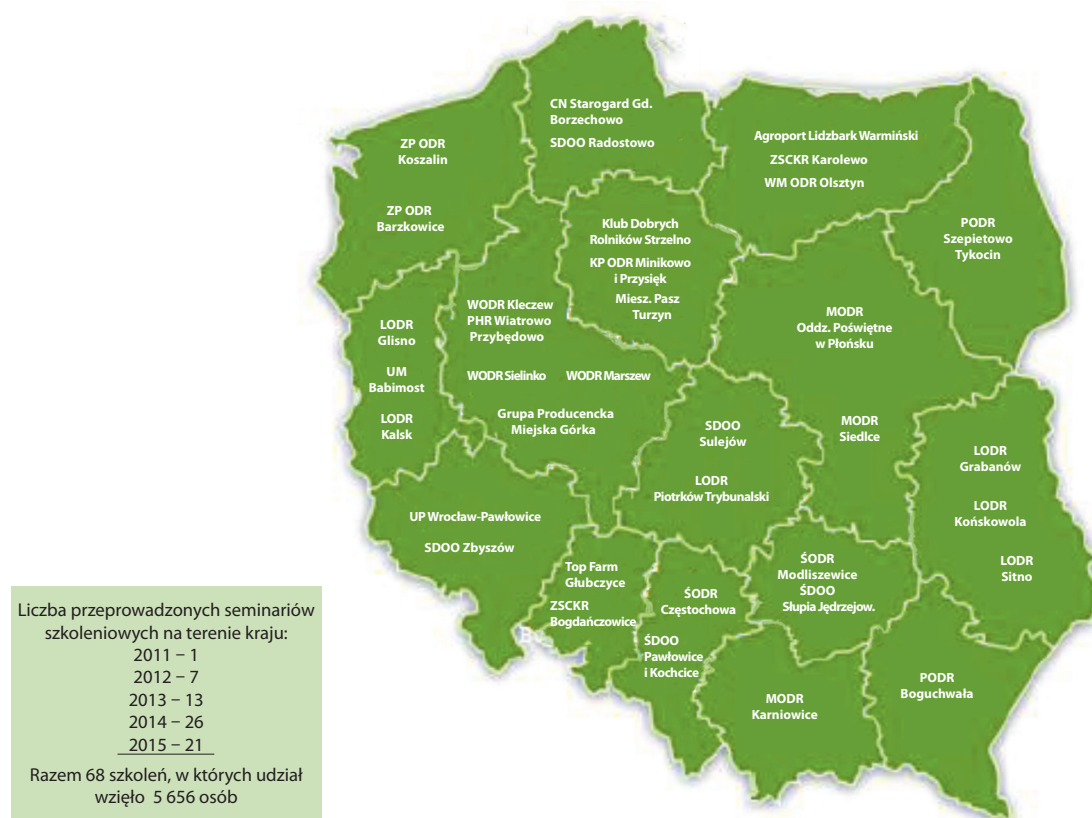
EFEKTY REALIZACJI PROGRAMÓW WSPARCIA

W realizacji Programu Wieloletniego brało udział 12 jednostek naukowych, 3 stacje hodowli roślin, Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego oraz Wytwórnia Pasz „Morawski” w Kcyni. Zorganizowano 12 konferencji i seminariów naukowych. W tym okresie przeprowadzono 213 ścisłych doświadczeń polowych i szklarniowych, 95 doświadczeń żywieniowych z udziałem trzody chlewnej (warchlaki i tuczniki), drobiu (indyki, brojlery, kaczki, gęsi) oraz 15 sztuk młodego bydła rzeźnego. Wykonano także 17 polowych doświadczeń wdrożeniowych (łanowych) oraz 31 wdrożeń żywieniowych (trzoda, drób). W doświadczeniach agrotechnicznych oceniono 19 odmian roślin strączkowych i 7 odmian traw i roślin motylkowatych. W różnych rejonach kraju przeprowadzono 68 szkoleń (2011 – 1, 2012 – 7, 2013 – 13, 2014 – 26, 2015 – 21), w których uczestniczyło 5656 osoby (2011 – 86, 2012 – 971, 2013 – 1093, 2014 – 2287, 2015 – 1219).

Zorganizowano 8 spotkań, na których omawiano zagadnienia merytoryczne, organizacyjne oraz bieżące problemy wynikające z realizacji Programu. Przygotowano także 5 spotkań poświęconych odbiorowi wyników badań w poszczególnych obszarach oraz 3 seminaria poświęcone odbiorowi wyników prac prowadzonych we wszystkich obszarach badawczych. Przeprowadzono 7 lustracji doświadczeń polowych (woj. warmińsko-mazurskie, bydgoskie, dolnośląskie, poznańskie i podlaskie) realizowanych w Programie. Zorganizowano 2 konferencje szkoleniowe w ramach Programu. Koordynator i kierownicy obszarów badawczych wzięli udział w 3 posiedzeniach Komisji Rolnictwa i Rozwoju Wsi Sejmu RP oraz 2 posiedzeniach Podkomisji Nadzwyczajnej Komisji Rolnictwa

i Rozwoju Wsi Sejmu RP. Utworzono i prowadzono stronę internetową Programu oraz udzielano wywiadów dla telewizji i prasy rolniczej.

Wykonano 2200 (440 w każdym roku) analiz fizjologicznych wskaźników plonowania i 7300 (2011 – 650, 2012 – 1850, 2013 – 1900, 2014 – 1450, 2015 – 1450) analiz molekularnych i biochemicznych. Scharakteryzowano pod względem cech jakościowych i agronomicznych 1816 (2011 – 108, 2012 – 420, 2013 – 420, 2014 – 420, 2015 – 340) linii hodowlanych i odmian roślin strączkowych oraz uzyskano 160 (2011 – 20, 2012 – 20, 2013 – 50, 2014 – 50, 2015 – 20) mieszańców i linii hodowlanych. Opracowano 19 technologii uprawy dla poszczególnych odmian i gatunków roślin strączkowych uwzględniających ilość wiązanego azotu, wymagania agrotechniczne i ocenę ekonomiczną. Określono wartość pokarmową 55 komponentów białkowych stosowanych w żywieniu trzody chlewnej i drobiu. Opracowano 510 receptur koncentratów wysokobiałkowych oraz 33 receptury mieszanek pełnoporcjowych dla trzody i drobiu. Przygotowano 7 założeń metodycznych dotyczących analizy czynników makroekonomicznych i mikroekonomicznych rozwoju roślin strączkowych w Polsce, a także stanu i uwarunkowań wykorzystania białka z nasion roślin strączkowych. Przeprowadzono 5 badań analitycznych oraz zweryfikowano 2 systemy produkcji. Ponadto opracowano skład 6 mieszanek traw i roślin motylkowatych oraz wykonano 45 oznaczeń technologicznych i odżywczych mięsa wołowego. Oznaczono właściwości technologiczne i odżywcze 45 próbek mięsa. Uzyskano patent nr 389812 – „Sposób pobierania próbek materiału włóknistego kiszzonek oraz urządzenie do jego stosowania”.



Rys. 1. Upowszechnienie wyników badań

Źródło: opracowanie własne

Realizacja systemu wsparcia bezpośredniego uprawy roślin bobowatych (strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych)

Wsparcie finansowe do roku 2014

Bezpośrednie wsparcie finansowe dla rolników uprawiających rośliny strączkowe i motylkowe drobnonasienne do roku 2014 oparte było na trzech podstawowych mechanizmach:

- 1) Specjalna płatność obszarowa do powierzchni uprawy roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych,
- 2) Płatności uzupełniające (UPO) do tzw. grupy upraw podstawowych,
- 3) Dopłaty z tytułu zużytego do siewu lub sadzenia materiału siewnego.

Ad. 1. Specjalna płatność obszarowa do powierzchni uprawy roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych

Wsparcie specjalne, czyli specjalną płatność obszarową do powierzchni upraw roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych w ramach wsparcia bezpośredniego, mógł uzyskać rolnik, który w danym roku złożył wniosek o przyznanie jednolitej płatności obszarowej oraz uprawiał w plonie głównym rośliny motylkowe drobnonasienne lub strączkowe na powierzchni, do której została przyznana płatność JPO. Wsparcie przyznawane było do uprawy następujących gatunków roślin: bób, bobik, ciecierzycę, fasolę zwykłą, fasolę wielokwiatową, groch siewny, groch siewny cukrowy, soczewicę jadalną, soję zwyczajną, łubin biały, łubin

wąskolistny, łubin żółty, groch pastewny (dawniej peluszkę), seradellę uprawną, wykę siewną, koniczynę czerwoną, koniczynę białą, koniczynę białoróżową, koniczynę perską, koniczynę krwistoczerwoną, komonicę zwyczajną, esparceta siewną, lucernę siewną, lucernę mieszańcową, lucernę chmielową. Dopuszcza się przy tym mieszanki roślin strączkowych lub motylkowatych drobnonasiennych. Wyłączone ze wsparcia były natomiast mieszanki roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych ze zbożami. Wyjątkiem od tej zasady jest uprawa wyki siewnej, w przypadku której możliwe jest zastosowanie rośliny podporowej.

W związku z wynikającym z art. 38 ust. 2 rozporządzenia Komisji (WE) nr 1120/2009 obowiązkiem przestrzegania tzw. zakazu „podwójnego finansowania”, specjalna płatność obszarowa do powierzchni upraw roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych nie przysługiwała do powierzchni upraw zadeklarowanych w danym roku we wniosku o przyznanie płatności rolnośrodowiskowych w ramach pakietów:

- rolnictwo zrównoważone,
- rolnictwo ekologiczne,
- zachowanie zagrożonych zasobów genetycznych roślin w rolnictwie (tylko PROW 2007-2013).

W wyniku przyjętego rozwiązania wykluczone zostały wyłącznie te powierzchnie upraw, z tytułu których możliwe jest, podobnie jak w ramach wsparcia specjalnego, otrzymanie pomocy do upraw roślin strączkowych lub motylkowatych drobnonasiennych w plonie głównym. Nie odnosi się to natomiast do innych

działań wspieranych w ramach programu rolnośrodowiskowego, jak np. wariant 2. pakietu 8. – międzyplon ozimy. W latach 2010-2011 pula środków finansowych przeznaczona na realizację tej płatności wynosiła 10,8 mln euro rocznie. Od 2012 roku kwota ta wzrosła do 30 mln euro rocznie, co związane było między innymi z dużym zainteresowaniem mechanizmem. Maksymalna stawka płatności w przeliczeniu na hektar w latach 2010-2011 określona została na poziomie 60 euro. Od roku 2012 stawkę oblicza się, dzieląc dostępną kopertę finansową przez liczbę kwalifikujących się hektarów (zniesiono stawkę maksymalną).

Przedmiotowe wsparcie mogło być realizowane do 2013 r. Jednak przedstawione przez Komisję Europejską instrumenty przejściowe dotyczące systemu płatności bezpośrednich w roku 2014 przewidywały między innymi możliwość kontynuacji wsparcia specjalnego stosowanego na podstawie art. 68 rozporządzenia Rady (WE) nr 73/2009.

Tabela 1

Wsparcie specjalne do powierzchni upraw roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych w latach 2010-2014

Liczba beneficjentów (tys.)				Powierzchnia (tys. ha)				Stawki płatności (PLN/ha)			
2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
119,5	122,0	118,0	137,1	209,04	202,98	202,87	281,5	219,53	672,56	719,43	556,37

Źródło: dane ARiMR

W ramach systemów wsparcia bezpośredniego na rok 2014 dla specjalnej płatności obszarowej do powierzchni uprawy roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych przeznaczono 30 mln euro.

W tabeli 2. przedstawione są wartości wybranych płatności bezpośrednich zrealizowanych w kampanii w 2014 r., wg danych ARiMR na dzień 31.05.2015 r.

Tabela 2

Realizacja wybranych płatności z kampanii w 2014 r. (stan na dzień 31.05.2015 r.)

Rodzaj płatności	Kwota zrealizowanych płatności (zł)
Jednolita płatność obszarowa (JPO)	12 580 299 116,37
Specjalna płatność obszarowa do powierzchni uprawy roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych	150 710 078,62

Źródło: dane ARiMR

Ad. 2. Płatności uzupełniające (UPO) do tzw. grupy upraw podstawowych do roku 2013

W ramach systemu płatności bezpośrednich rolnicy uprawiający rośliny strączkowe lub motylkowate drobnonasiennne mogą otrzymać wsparcie w formie jednolitej płatności obszarowej, wsparcia specjalnego, a ze środków krajowych – płatności uzupełniające (rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 671/2012 z dnia 11 lipca 2012 r. zmieniającym rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009 w zakresie stosowania płatności bezpośrednich dla rolników w odniesieniu do roku 2013 (Dz. Urz. UE L 204 z 31.07.2012) oraz projekt ustawy o zmianie ustawy o płatnościach w ramach systemów wsparcia bezpośredniego w oparciu o rozporządzenie (UE) nr 1310/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady).

Jednolita płatność obszarowa przysługuje rolnikowi do będącej w jego posiadaniu w dniu 31 maja roku, w którym został złożony wniosek o przyznanie tej płatności, powierzchni gruntów rolnych wchodzących w skład gospodarstwa rolnego, kwalifikujących się do objęcia tą płatnością i utrzymanych w dobrej kulturze rolnej na dzień 30 czerwca 2013 r.

Za rok 2014 wypłacane były wszystkie rodzaje płatności, które są realizowane w odniesieniu do kampanii z 2013 r., z wyjątkiem uzupełniającej płatności podstawowej (tzw. sektor I) oraz płatności do powierzchni roślin przeznaczonych na paszę, uprawianych na trwałych użytkach zielonych (tzw. płatność zwierzęca).

Tabela 3

Stawki jednolitej płatności obszarowej w latach 2010-2014 (PLN/ha)

Lata	2010	2011	2012	2013	2014
Stawka/ha	562,09	710,57	732,06	830,30	910,87

Źródło: ARiMR

Tabela 4

Stawki krajowej płatności uzupełniającej w latach 2010-2013 (PLN/ha)

Lata	2010	2011	2012	2013
Stawka/ha	327,28	274,23	211,80	139,39

Źródło: ARiMR

Ad. 3. Dopłaty z tytułu zużytego do siewu lub sadzenia materiału siewnego

Tabela 5

Powierzchnia uprawy roślin strączkowych objętych dopłatami do materiału siewnego

Rok	Powierzchnia (ha)	Kwota dopłaty (PLN zł)
2007 r.	3 744	224 611
2008 r.	5 816	930 587
2009 r.	7 804	1 248 614
2010 r.	19 375	3 100 058
2011 r.	16 113	2 578 152
2012 r.	15 154	2 424 675
2013 r.	17 536	2 805 794
2014 r.	33 962	5 433 920

Źródło: dane wg zestawienia przygotowanego przez ARR

Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 13 marca 2007 r. w sprawie wykazu gatunków roślin uprawnych, do których materiału siewnego kategorii elitarny lub kwalifikowany przysługuje dopłata z tytułu zużytego do siewu lub sadzenia materiału siewnego kategorii elitarny lub kwalifikowany (Dz.U. z 2007 r., Nr 46, poz. 300) dopłatę w wysokości 160 zł/ha można uzyskać do następujących gatunków roślin strączkowych:

- łubin żółty, wąskolistny i biały,
- groch siewny,
- bobik,
- wyka siewna.

Od roku 2013 dopłatą objęty jest również materiał siewny soi.

Planowane wsparcie finansowe od 2015 roku

Od 2015 r. obowiązuje nowy system płatności bezpośrednich, na który składa się jednolita płatność obszarowa i płatność do powierzchni upraw roślin wysokobiałkowych.

Jednolita płatność obszarowa (JPO)

Od 2015 roku jednolita płatność obszarowa (JPO) przysługuje do każdego „kwalifikującego się hektara”, za który uznawane będą:

- wszelkie użytki rolne gospodarstwa rolnego, w tym obszary, które w dniu 30 czerwca 2003 r. nie były utrzymywane w dobrej kulturze rolnej,
- każdy obszar, który zapewnił rolnikowi prawo do jednolitej płatności obszarowej w 2008 r. i który nie spełnia warunków kwalifikowalności ze względu na:
 - objęcie tego obszaru ochroną na mocy dyrektyw: w sprawie ochrony siedlisk

przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory, ramowej dyrektywy wodnej, dyrektywy w sprawie ochrony dzikiego ptactwa,

- zalesienie tego obszaru w ramach PROW 2007-2013 (zalesienie od jesieni 2008), PROW 2014-2020 (z wyjątkiem zalesień na gruntach innych niż rolne).

Ponadto, jednolita płatność obszarowa przysługuje do:

- obszarów kwalifikowanych pozostających w posiadaniu rolnika (aktywnego zawodowo) w dniu 31 maja roku, w którym rolnik składa wnioski,
- kwalifikowanych obszarów, na których prowadzona jest działalność rolnicza przez cały rok kalendarzowy, z wyjątkiem przypadków działania siły wyższej lub okoliczności nadzwyczajnych,
- użytków rolnych (łącznie z gruntami, które nie są już wykorzystywane do celów produkcyjnych), utrzymywanych w dobrej kulturze rolnej, zgodnej z ochroną środowiska,
- obszarów, które zostały zatwierdzone, tj. stanowić będą obszar, w odniesieniu do którego spełniono wszystkie kryteria kwalifikowalności lub inne obowiązki związane z warunkami przyznania pomocy,
- obszarów wykorzystywanych do produkcji konopi, jeżeli stosowane odmiany zawierać będą maksymalny poziom 0,2% tetrahydrokanabinolu (THC) w suchej masie rośliny, przy czym kwalifikowalność obszarów wykorzystywanych do produkcji konopi zależeć będzie od wykorzystywania nasion odmian wymienionych we wspólnym katalogu odmian

gatunków roślin rolniczych w dniu 15 marca roku, na który płatność została przyznana, i opublikowanych w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich.

Do jednolitej płatności obszarowej kwalifikują się także powierzchnie zajmowane przez elementy krajobrazu, położone w obrębie gruntów deklarowanych do płatności. Do elementów tych zalicza się elementy podlegające zachowaniu w ramach norm, tj. rowy do 2 m szerokości, drzewa będące pomnikami przyrody, oczka wodne o łącznej powierzchni mniejszej niż

100 m² oraz elementy krajobrazu, tj.: powierzchnie zajęte przez nieutwardzone drogi dojazdowe, pasy zadrzewień, żywopłoty, ściany tarasów, których szerokość nie przekracza 2 m, grunty orne oraz trwałe użytki zielone, na których znajdują się pojedyncze drzewa, o ile ich zagęszczenie na hektar nie przekracza 100 drzew i działalność rolnicza na tych gruntach prowadzona jest w podobny sposób, jak na działkach rolnych bez drzew. Do płatności kwalifikuje się także powierzchnia stref buforowych, określona w przepisach o płatnościach w ramach systemów wsparcia bezpośredniego.

Tabela 6

Stawki płatności bezpośrednich (euro/ha)

Lata	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Stawka/ha	107,0	107,5	108,0	108,6	109,3	96,9

Źródło: ARiMR – płatności bezpośrednie w roku 2015 (informacja z czerwca 2015 r.)

Płatność do powierzchni upraw roślin wysokobiałkowych (euro/ha)

Płatność przysługuje rolnikowi, który prowadzi w plonie głównym uprawę roślin wysokobiałkowych, takich jak: bób, bobik, ciecierzycza, fasola zwykła, fasola wielokwiatowa, groch siewny, groch siewny cukrowy, soczewica jadalna, soja zwyczajna, łubin biały, łubin wąskolistny, łubin żółty, peluszką, seradela uprawna, koniczyna czerwona, koniczyna biała, koniczyna białoróżowa, koniczyna perska, koniczyna krwistoczerwona, komonica zwyczajna, esparceta siewna, lucerna siewna, lucerna mieszańcowa, lucerna chmielowa, lędźwian,

nostrzyk biały, wyka kosmata i wyka siewna. Płatność ta przysługuje maksymalnie do powierzchni 75 ha, jak również do uprawy wymienionych gatunków w formie mieszanek, a także w przypadku uprawy wyki kosmatej i wyki siewnej dopuszcza się uprawę z inną rośliną podporową. Powierzchnia zgłoszona do tej płatności może być uznana za obszar proekologiczny, z wyłączeniem uprawy wyki kosmatej lub wyki siewnej. Nie jest wymagane zawarcie umowy. Minimalna powierzchnia działki rolnej wynosi 0,1 ha.

Tabela 7

Szacunkowe stawki płatności bezpośrednich do roślin wysokobiałkowych (euro/ha)

Lata	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Stawka/ha	239,6	240,8	242,0	243,3	244,7	217,1

Źródło: ARiMR – płatności bezpośrednie w roku 2015 (informacja z czerwca 2015 r.)

Obszary proekologiczne, uprawy wiążące azot*

Lista gatunków roślin wiążących azot, które uznawane są za obszar EFA jest następująca: bób, bobik, ciecierzycza, fasola zwykła, fasola wielokwiatowa, groch siewny, groch siewny cukrowy, soczewica jadalna, soja zwyczajna, łubin biały, łubin wąskolistny, łubin żółty, peluszką, seradela uprawna, koniczyna czerwona, koniczyna biała, koniczyna białoróżowa, koniczyna perska, koniczyna krwistoczerwona, komonica zwy-

czajna, esparceta siewna, lucerna siewna, lucerna mieszańcowa, lucerna chmielowa, lędzian, nostryk biały.

Do roślin z powyższej listy przysługuje płatność związana z produkcją do powierzchni upraw roślin wysokobiałkowych. Uprawy roślin wiążących azot mogą być jednocześnie zaliczone jako uprawy w ramach praktyki dywersyfikacji upraw.

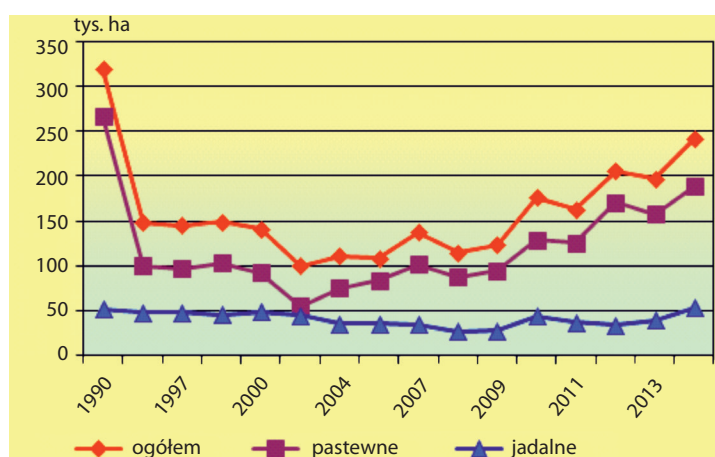
Powierzchnia uprawy roślin strączkowych w Polsce w latach 1989-2014

1. Powierzchnia uprawy

Powierzchnia zasiewów roślin strączkowych w Polsce w okresie ostatnich 25 lat ulegała dużym zmianom. Największą powierzchnię, (ponad 300 tys. ha) zajmowały w 1989 roku (rys. 2). Związane to było z planem gospodarczym realizowanym przez ówczesne władze naszego kraju, opartym na samowystarczalności kraju w surowce wysokobiałkowe do produkcji pasz treściwych, w którym nasiona roślin strączkowych były głównym źródłem białka.

W latach 90. powierzchnia zasiewów roślin strączkowych była dość stabilna i kształtowała się w granicach 140-150 tys. ha, w tym około 100 tys. ha zajmowały pastewne i około 50 tys. jadalne na nasiona. Od tego okresu obserwuje się powolny przyrost powierzchni zasiewów roślin strączkowych, a w latach 2010-2014 obserwowany jest znaczący wzrost zainteresowania tymi gatunkami spowodowany głównie wprowadzeniem dopłat do ich uprawy. Powierzchnia uprawy roślin strączkowych na nasiona

i zielonkę w Polsce w roku 2010 wynosiła ponad 190 tys. ha (rys. 2) i była mniejsza o około 30% niż areal ich uprawy w roku 2014, kiedy wynosiła 249 tys. ha (GUS).



Rys. 2. Powierzchnia zasiewów pastewnych i jadalnych strączkowych w Polsce uprawianych na nasiona w latach 1989-2014

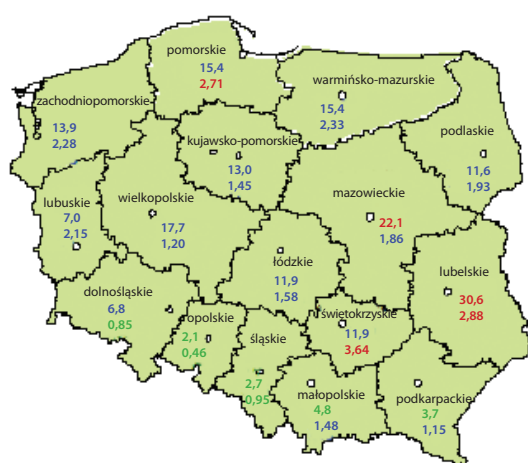
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

*Źródło: ARiMR – płatności bezpośrednie (informacja z czerwca 2015 r.)

2. Regionalne zróżnicowanie uprawy roślin strączkowych

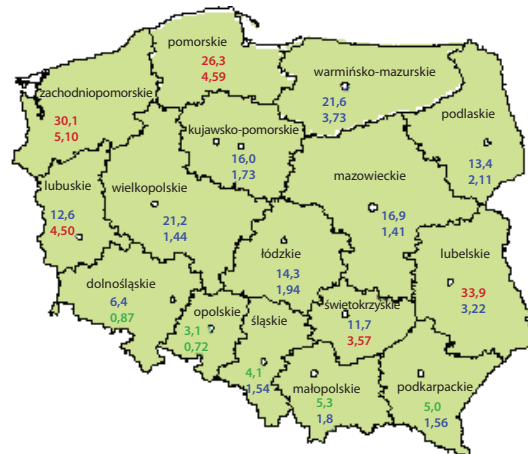
Rośliny strączkowe zajmują zróżnicowaną powierzchnię w poszczególnych rejonach Polski. W roku 2010 najwięcej strączkowych uprawianych było w woj. mazowieckim i lubelskim, natomiast w roku 2014 w woj. lubelskim, pomorskim i zachodniopomorskim. Najmniejszą powierzchnię zarówno w roku 2010, jaki w 2014 strączkowe zajmowały w woj. opolskim, podkarpackim i śląskim. Udział roślin strączkowych w strukturze zasiewów w omawianym okresie zwiększył się o około 29% – z 1,80% do 2,32% (rys. 3).

Jednocześnie zanotowano zdecydowane różnice udziału tych gatunków w strukturze zasiewów między poszczególnymi województwami. Największy udział w roku 2010 stanowiły one w woj. lubelskim (2,87%), świętokrzyskim (3,46%) i pomorskim (2,71%), natomiast najmniej w woj. dolnośląskim (0,95%), opolskim (0,46%) i śląskim (0,95%). W roku 2014 znaczący ich udział zanotowano w woj. lubuskim (4,50%), pomorskim (4,59%) i zachodniopomorskim (5,10%), a istotnie mniejszy w woj. opolskim i dolnośląskim – odpowiednio 0,72% i 0,87%.



2010 rok

Powierzchnia uprawy – 190,7 tys. ha
Udział w strukturze zasiewów – 1,80%



2014 rok

Powierzchnia uprawy – 249,1 tys. ha
Udział w strukturze zasiewów – 2,32%

Rys. 3. Powierzchnia uprawy roślin strączkowych (tys. ha) i udział w strukturze zasiewów (%)
(na górze powierzchnia, na dole udział)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Znaczną powierzchnię uprawy zajmują w Polsce mieszanki strączkowo-zbożowe, mało znane w innych krajach i w statystyce zaliczane niekiedy do zasiewów zbożowych. Powierzchnia zasiewów w roku 2014 była

dwukrotnie większa niż w roku 2010. Poziom ich plonowania jest większy niż roślin strączkowych w czystym siewie, a największy notowany jest w woj. opolskim (tab. 8).

Tabela 8

Powierzchnia uprawy i plon jarych mieszanek roślin strączkowych ze zbożami uprawianych na ziarno

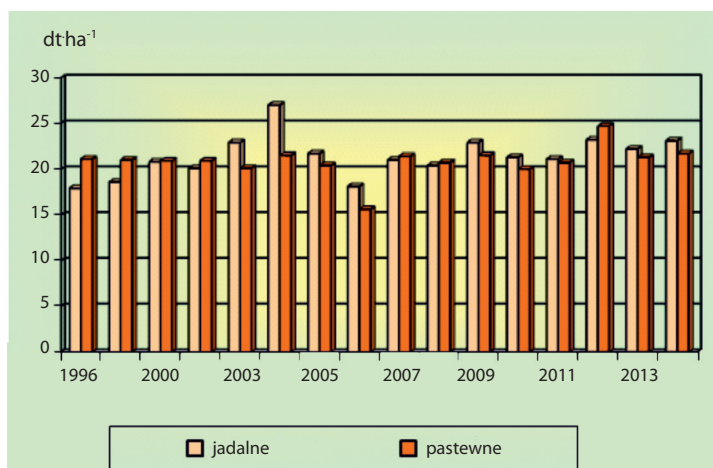
Wyszczególnienie	2010		2014	
	powierzchnia (tys. ha)	plon (dt/ha)	powierzchnia (tys. ha)	plon (dt/ha)
Polska	15,9	31,6	37,8	32,8
dolnośląskie	0,2	41,0	0,4	27,8
kujawsko-pomorskie	2,6	35,0	5,1	36,0
lubelskie	1,6	35,5	2,8	33,8
lubuskie	0,2	22,5	0,8	33,7
łódzkie	0,4	30,2	1,8	29,4
małopolskie	0,6	24,1	0,5	33,6
mazowieckie	1,5	25,9	2,7	29,4
opolskie	0,3	49,8	1,0	39,0
podkarpackie	0,3	29,3	0,7	29,9
podlaskie	2,2	31,8	5,9	33,5
pomorskie	1,4	30,2	5,0	30,7
śląskie	0,2	24,2	0,5	32,9
świętokrzyskie	0,7	26,1	1,2	28,8
warmińsko-mazurskie	1,9	29,1	3,7	32,1
wielkopolskie	1,0	41,2	3,9	36,5
zachodniopomorskie	0,7	26,8	1,6	28,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

3. Dominujące w uprawie gatunki i ich plonowanie

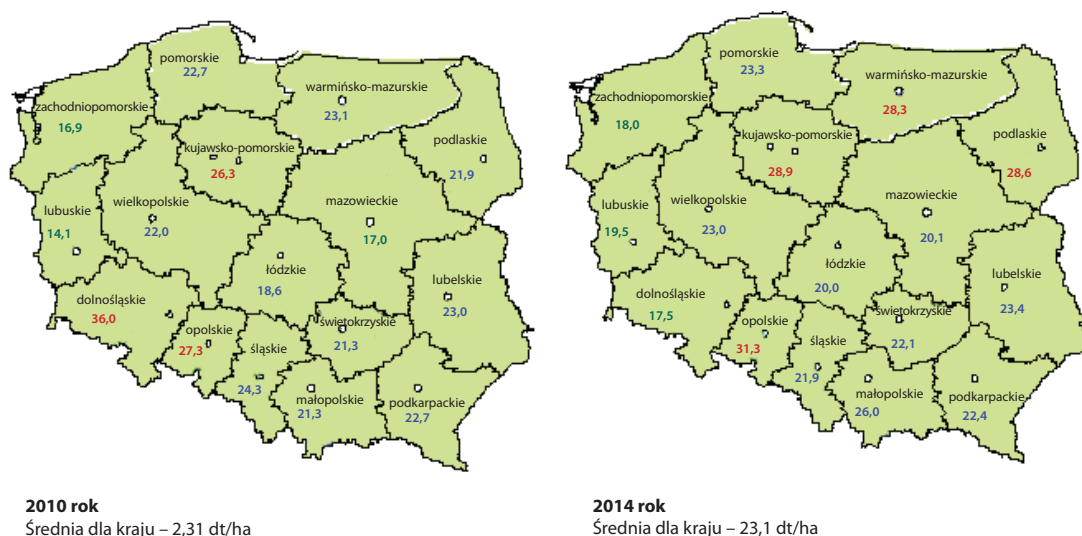
Plony nasion pastewnych roślin strączkowych w Polsce w ostatnim okresie systematycznie zwiększały się, w roku 2014 wynosiły 23,1 dt/ha i były większe o około 8,5% niż w roku

2010 (rys. 4). Największy poziom plonowania notowany jest w woj. dolnośląskim, opolskim i kujawsko-pomorskim, natomiast najmniejszy w woj. zachodniopomorskim i lubuskim (rys. 5).



Rys. 4. Plony pastewnych i jadalnych roślin strączkowych uprawianych w Polsce na nasiona w latach 1990-2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

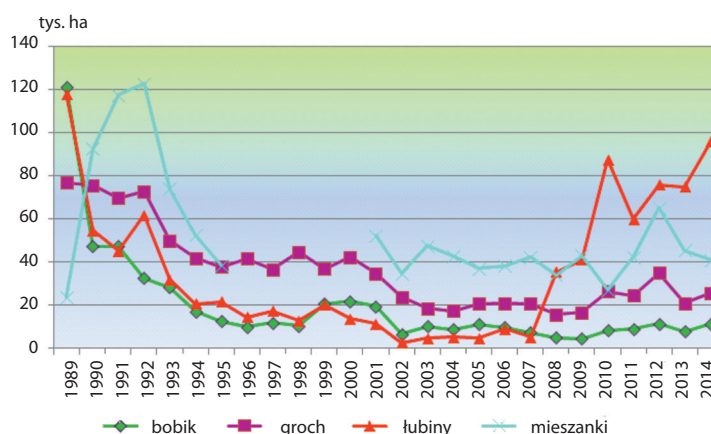


Rys. 5. Plony nasion roślin strączkowych w latach 2010-2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

W latach 90. ubiegłego stulecia dominującym w uprawie gatunkiem był groch siewny ogólnoużytkowy i pastewny, uprawiany na obszarze około 50 tys. ha. Obecnie wzrasta znaczenie uprawy łubinów, głównie wąskolistnego (rys. 6). Wzrost zainteresowania rolników

tym gatunkiem wynika ze znacznego postępu hodowlanego dotyczącego zwiększonej wytrzymałości strąków na pękanie i odporności na groźną chorobę łubinów – antraknozę. W roku 2014 zasiewy łubinowe stanowiły około 38% powierzchni obsianej roślinami strączkowymi.

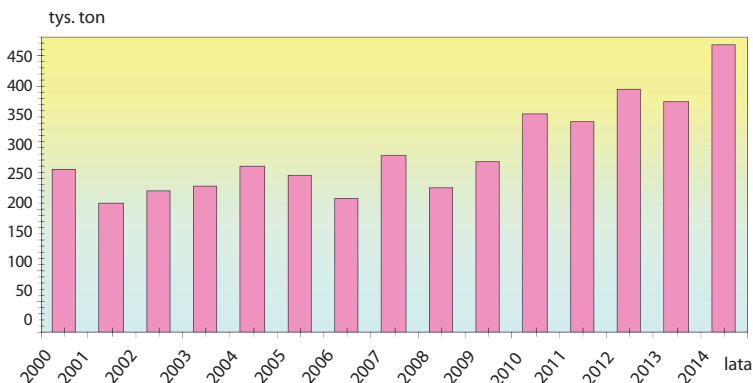


Rys. 6. Powierzchnia uprawy gatunków roślin strączkowych w latach 1989-2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

4. Produkcja nasion

Produkcja nasion roślin strączkowych w okresie od 2010 roku do 2014 wynosiła od około 211 tys. ton w roku 2001 do 467 tys. ton w roku 2014 (rys. 7). Nasiona strączkowych jadalnych stanowiły około 30% wszystkich wyprodukowanych nasion. Jest to wynikiem znacznie mniejszej powierzchni uprawy gatunków wykorzystywanych na cele spożywcze. Zwiększenie produkcji nasion pastewnych i jadalnych w roku 2014 w stosunku do roku 2001 wynosiło około 120%. Najwięcej nasion produkowanych jest w woj. lubelskim, i są to przede wszystkim nasiona gatunków strączkowych jadalnych. Stosunkowo dużo produkowane jest też w woj. mazowieckim, zachodniopomorskim, przy czym



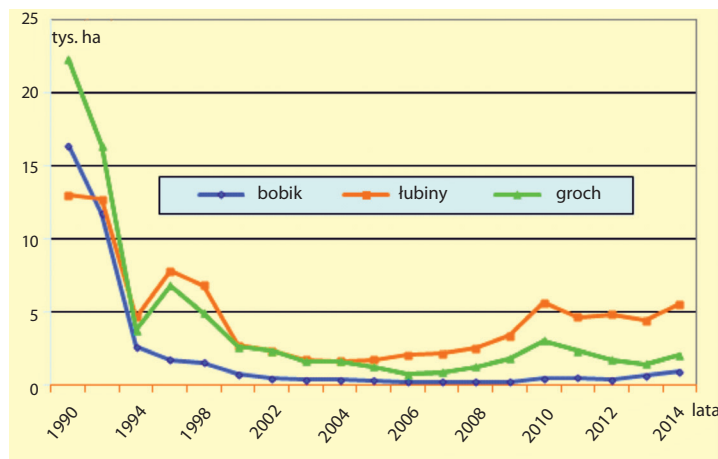
Rys. 7. Krajowa produkcja nasion roślin strączkowych w latach 2000-2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

w tych województwach produkowane są nasiona gatunków pastewnych. Niewiele nasion produkowanych jest w woj. śląskim i opolskim.

5. Powierzchnia uprawy materiału kwalifikowanego

Powierzchnia plantacji nasiennych tej grupy roślin w 2003 roku zmalała w stosunku do roku 1989 około 20-krotnie (z 98 tys. do 4 tys.) (rys. 8). Ten niekorzystny kierunek został zahamowany na plantacjach nasiennych, a zwłaszcza łubinów w latach 1997 i 1998. W ostatnich latach notowane jest zwiększenie produkcji materiału kwalifikowanego, przekłada się to na wzrost jakości biologicznej nasion, zależną od stopnia kwalifikacji, a efektem jest dalsze zwiększanie plonu z jednostki powierzchni.



Rys. 8. Powierzchnia plantacji nasiennych roślin strączkowych w latach 1990-2014 (tys. ha)

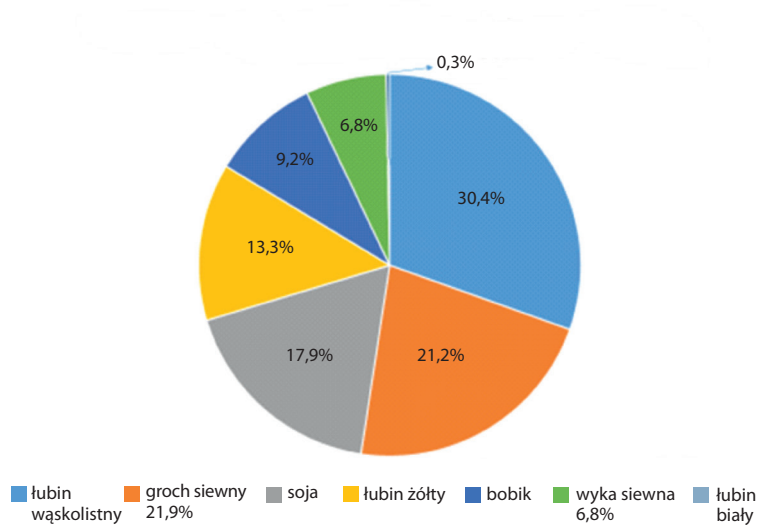
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Tabela 9

Powierzchnia zakwalifikowanych plantacji nasiennych roślin strączkowych w Polsce (ha)

Gatunek	Lata				
	2011	2012	2013	2014	2015
Łubin wąskolistny	2754	2768	2584	3501	6924
Groch siewny	2305	1650	1333	1980	4984
Łubin żółty	1872	1768	1606	1852	3035
Bobik	442	333	558	901	2095
Wyka siewna	268	269	342	708	1554
Łubin biały	13	11	31	17	70
Soja	48	454	597	1976	4073
Razem	7702	7253	7051	10935	19239
%	100	94	92	142	295

Źródło: COBORU



Rys. 9. Udział poszczególnych gatunków w powierzchni zakwalifikowanych plantacji nasiennych w 2015 r.

Źródło: opracowanie własne



ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 2

ZWIĘKSZENIE STABILNOŚCI I JAKOŚCI PLONU WYSOKOBIAŁKOWYCH ROŚLIN STRĄCZKOWYCH

Zadanie 2.1.

Określenie fizjologicznych wskaźników odporności na suszę roślin strączkowych odmian i materiałów hodowlanych

Cele

- określenie, które z głównych fizjologicznych wskaźników plonowania nadają się najlepiej do porównania wrażliwości różnych genotypów roślin strączkowych na suszę glebową i chłód, a także określenie faz rozwojowych roślin i okresów największej wrażliwości na suszę badanych gatunków i odmian roślin strączkowych;
- badanie zawartości poliamid kwasu abscysynowego oraz białek LEA jako wskaźnika odporności na suszę;
- zbadanie efektywności roślinnych stymulatorów, w tym fitohormonów, a także czynników łagodzących reakcje stresowe u roślin, w tym poliamin, oraz szczepionek mykoryzowych grzybów;
- zbadanie wpływu czynników klimatycznych i technologicznych na zawartość tzw. egzogennych aminokwasów oraz substancji antyzwieniovych w nasionach strączkowych.

Należy preferować odmiany słabiej rozgałęziające się, ponieważ na pędzie głównym procent kwiatów osiagających fazę dojrzałego strąka jest kilkakrotnie większy w porównaniu z pędami bocznymi. Mniejszy procent aborcji kwiatów sprzyja większemu plonowi nasion. Stąd należy poszukiwać hormonów lub stymulatorów, które obniżałyby procent odpadania kwiatów. Należy preferować nowe odmiany o skróconej strefie owocowania lub samokończące. Stężenie kwasu abscysynowego (ABA) wzrasta w trakcie suszy, natomiast stężenie IAA zwykle maleje. Stąd też stosunek stężeń ABA/IAA byłby dobrym wskaźnikiem natężenia tego stresu. Stężenia niektórych poliamin (kadeneryna, 1,6-diaminoheksan, spermidyna i spermina) wzrastają, kiedy zwiększa się natężenie stresu suszy, pozostałe frakcje wykazują przeciwną zależność, stąd mogą stanowić wskaźniki natężenia stresu suszy.

Tabela 10

Lokalizacja kwiatów na różnych częściach strefy owocowania u badanych odmian łubinu białego (odmiana Butan) i wąskolistnego (odmiany Regent i Graf)

Odmiana	Procent kwiatów na			Procent strąków na			Liczba strąków na roślinie
	rozgał. I rzędu	rozgał. II rzędu	pędzie głównym	rozgał. I rzędu	rozgał. II rzędu	pędzie głównym	
Butan	47%	17%	36%	26%	1%	73%	6,9
Regent	38%	–	62%	24%	–	76%	6,8
Graf	33%	–	67%	45%	–	55%	9,0

Źródło: opracowanie własne

Wskaźnik dyskryminacji uzyskany podczas pomiaru suchych liści sumuje skutki wszystkich okresów suszy w trakcie wegetacji rośliny, zastępując w ten sposób wiele punktowych pomiarów parametrów fotosyntezy. Dyskryminacja węgla ^{13}C jest obiecującym wskaźnikiem stresu suszy, ponieważ wzrasta u wszystkich badanych odmian w warunkach suszy. Badania wykonano na suchych nasionach, co oznacza, że wskaźnik ten przechowuje przez długi czas informację o natężeniu suszy w czasie wykształcania się nasion. Uzyskano istotną korelację $r = 0,7395$ pomiędzy dyskryminacją ^{13}C , a plonem w warunkach suszy. Nasiona powstałe na roślinach poddanych suszy są większe, siewki rosną szybciej, a rośliny uzyskują większy plon.

Stąd nasiona te powinny stanowić materiał siewny. Wniosek ten, połączony z pomiarem dyskryminacji ^{13}C , pozwoliłby na wyszukiwanie najlepszego materiału siewnego w kolekcjach, bankach nasion czy w magazynach produkcyjnych. Spośród zbadanych, przedśiewnych traktowań nasion, korzystnie na wzrost plonu działało tylko przedśiewne nawilżenie nasion w wyższej temperaturze. Opryskiwanie młodych roślin roztworami ASAHI lub ZEN u badanych odmian łubinów skutkowało wzrostem plonu nasion od 15 do 30%, jednak nie obniżyło strefy owocowania. Opryskiwanie stymulatorami kwitnących roślin powoduje większy wzrost plonu nasion w porównaniu z traktowaniem młodszych roślin.

Tabela 11

Wartość współczynników dyskryminacji izotopu ^{13}C w dojrzałych nasionach różnych gatunków/odmian roślin strączkowych poddanych działaniu 3-tygodniowej suszy oraz roślin kontrolnych

Gatunek	Odmiana	Susza	Kontrola
Soja	Aldana	-27,60	-29,16
	Augusta	-26,50	-28,91
Groch siewny	Cysterski	-26,79	-27,65
	Bohun	-26,82	-27,71
Łubin biały	Boros	-26,07	-28,33
	Butan	-26,79	-27,73
Łubin wąskolistny	Regent	-28,87	-28,99
	Graf	-29,04	-29,40
Łubin żółty	Dukat	-25,70	-27,94
	Taper	-25,17	-28,47
Średnia		-26,94	-28,43

Źródło: opracowanie własne

Tabela 12

Masa nasion u roślin traktowanych stymulatorami. Wartości względne w procentach kontroli
(wartość istotnie większa od kontroli)

Gatunek	Odmiana	Kontrola	Zen	BAP	Epi	Asahi SL	GA ₃	Metanol
Soja	Augusta	100	592*	87	273*	283*	117*	217*
	Aldana	100	458*	179*	330*	89	84	138*
Groch	Cysterski	100	93	66	48	80	87	98
	Brylant	100	92	100	81	89	103	114*
Łubin żółty	Lord	100	160*	84	99	188*	77	50
	Parys	100	96	85	104	103	77	84
Łubin wąskolistny	Regent	100	78	92	122*	102	70	151*
	Graf	100	133*	67	134*	106	124*	160*
Łubin biały	Butan	100	172*	75	84	105	83	79
	Boros	100	103	99	153*	155*	106	109

Źródło: opracowanie własne

Celowe wydaje się stosowanie najlepszych z pokazanych w tabeli stymulatorów na większej powierzchni upraw różnych gatunków roślin strączkowych. Stosowanie stymulatorów

dla poprawy plonowania roślin jest działaniem zastępującym, przynajmniej na pewien czas, metody inżynierii genetycznej.

Zadanie 2.2.**Znaczenie efektywności wykorzystania wody i składników pokarmowych dla poziomu i stabilności plonowania odmian i rodów grochu siewnego**

Celem zadania była kompleksowa analiza fizjologiczno-morfologiczna plonowania w zmiennych i stresowych warunkach środowiska, ocena zakresu wariacji genetycznej cech fizjologicznych pędu i systemu korzeniowego oraz identyfikacja kompleksu tych, które mogą decydować o poziomie i stabilności plonu grochu w warunkach glebowo-klimatycznych w Polsce. Założono, że badania powinny także pozwolić ocenić przydatność tych cech dla praktyki hodowlanej. Było to zadanie w dużej mierze innowacyjne, dotychczas nie poszukiwano rozwiązań w krajowych ośrodkach genetyczno-hodowlanych w tak szerokim zakresie.

Materiałem było 20 pastewnych i ogólnoużytkowych odmian grochu siewnego badanych w dziewięciu czynnikowych doświadczeniach wazonowych oraz w 4-letnich, wielomiejscowych doświadczeniach polowych przy zmiennym poziomie nawożenia i zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych gleb.

Wykazano zwiększoną zdolność odmian roślin pastewnych do akumulowania N i P w nasionach, a także efektywniejsze wykorzystanie pobranego N i P w formowaniu masy plonu przez odmiany ogólnoużytkowe. Reakcje poszczególnych odmian na obniżone nawożenie N były często różne od ich reakcji na deficyt P. Tylko niektóre odmiany dobrze znosiły zarówno niedobór N, jak i deficyt P; zwykle były to odmiany wyróżniające się także stabilnością plonu

w doświadczeniach polowych (np. odm. Hubal, Batuta, Boruta, Eureka). Obserwowane różnice w poziomie tolerancji obniżonego nawożenia N i P były tylko w niewielkim stopniu zależne od zmienności w komponentach efektywności pobierania i wykorzystania wody, azotu i fosforu. Komponenty tej efektywności miały większe znaczenie dla wigoru roślin i poziomu ich produktywności, a mniejsze dla ich zdolności przystosowawczych do sub-optimalnych warunków uprawy.

Spektrum szerokiej zmienności genetycznej w efektywności transpiracji, ocenianej na poziomie liści i całych roślin w ciągu sezonu wegetacyjnego, było w dużej mierze zależne od architektury roślin i typu formowanych liści. Niezależnie od typu użytkowego, odmiany tradycyjnie ulistnione wytranspirowywały znacznie więcej wody niż wąsolistne odmiany jadalne, ale nie zawsze ją efektywnie wykorzystywały.

Efektywniejsze odmiany cechowały się większą odpornością na zastosowaną suszę. Jednak zróżnicowanie to nie korelowało ze zmiennością w aktywności i sprawności fotosyntetycznej liści. Parzysto-pierzaste liście odmian tradycyjnie ulistnionych (np. pastewne Gwarek, Roch oraz jadalny Set) fotosyntetyzowały 2-krotnie intensywniej, a efektywność ich wymiany gazowej i efektywność karboksylacji RuBP była również istotnie większa niż u odmian wąsolistnych.

Tabela 13

Transpiracja wody (WT), efektywność transpiracji na poziomie roślin (TE; in. WUE), kolejno, dla masy vegetatywnej (weg) i nasion (gen), intensywność fotosyntezy netto (A) oraz efektywność transpiracji na poziomie liści (A/E) u różnych form grochu siewnego

Grupa odmian	Doświadczenia wazonowe					Doświadczenia polowe	
	na poziomie roślin			na poziomie liści*		na poziomie liści**	
	WT (dm ³)	TEweg (mg/mol)	TEgen (mg/mol)	A (μmol/m ² s)	A/E (mmol/mol)	A (μmol/m ² s)	A/E (mmol/mol)
Pastewne, tradycyjne	22.0	22.7	37.2	9.9-10.6	7.5-6.3	8.4-12.0	6.7-5.3
Pastewne, wąsate	20.5	21.4	33.4	4.9-6.1	5.4-4.7	4.1-6.8	4.7-3.8
Jadalne, tradycyjne	21.4	20.7	35.2	11.1-13.7	7.4-5.8	8.0-12.2	5.2-5.1
Jadalne, wąsate	16.9	26.8	35.1	5.0-6.4	5.4-5.4	5.3-5.7	4.7-4.3

* podane średnie opisują różnice od końca fazy vegetatywnej do końca f. generatywnej (koniec formowania strąków);

** mierzone od początku do końca kwitnienia.

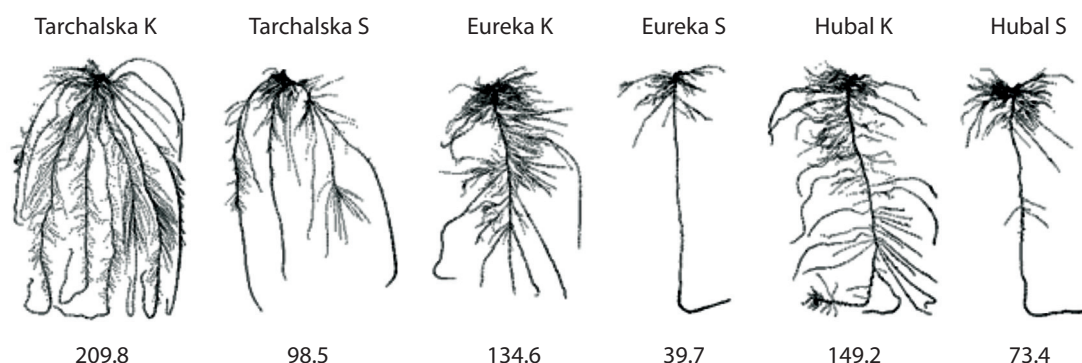
Źródło: opracowanie własne

Słaba, negatywna zależność stwierdzona między intensywnością fotosyntezy, a międzysparkowym stężeniem CO₂ wskazuje, że w badanym zestawie odmian grochu obserwowane różnice genotypowe w fotosyntezie mogą wynikać ze zmienności zarówno w ruchu dyfuzyjnym komórek szparkowych, jak i w sprawności komórek mezofilu *per se*.

Wykazano, że system korzeniowy jest ważnym ogniwem adaptacji grochu do sub-optimalnych warunków środowiska. Różnice genotypowe w rozmiarach, stopniu rozgałęzienia i budowie systemu korzeniowego miały istotne znaczenie dla reakcji grochu na suszę i obniżone nawożenie (zwłaszcza fosforowe).

Odmiany pastewne zwykle plonowały nieco gorzej niż odmiany ogólnoużytkowe (jadalne),

choć najlepsza pod tym względem pastewna odm. Hubal plonowała podobnie wysoko (ok. 4,5 t s.m. nasion) jak jadalna odm. Batuta. Pastewne odmiany grochu pobrały (akumulowały w pędzie) więcej N niż odmiany grochu jadalnego. Koncentracja N i P w nasionach i słomie odmian pastewnych była większa niż u odmian jadalnych, jednak nie był to efekt sprawniejszej (re-) dystrybucji N i P do nasion. Cechy te negatywnie korelowały z komponentami efektywności wykorzystania pobranego N i P w formowaniu masy plonu nasion – większość odmian pastewnych była pod tym względem gorsza od odmian jadalnych.



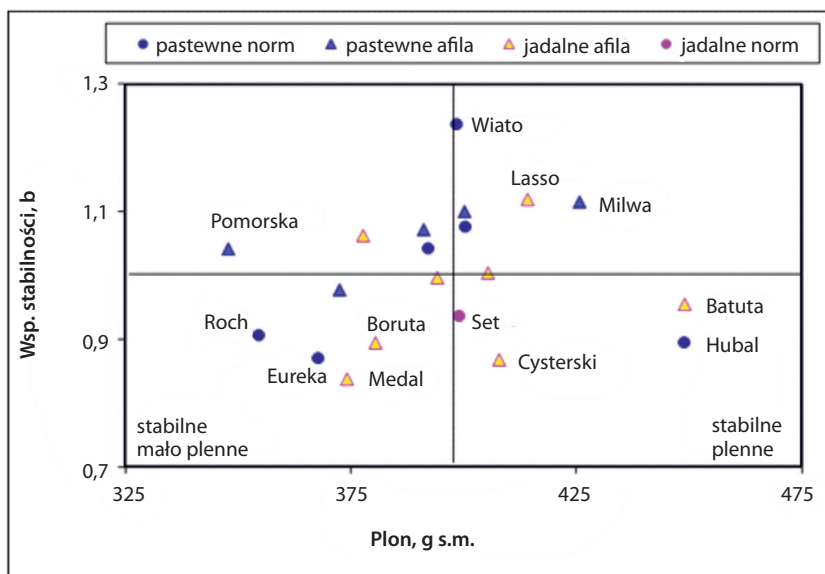
Rys. 10. Rozmiary, powierzchnia (cm²) i architektura systemu korzeniowego u przykładowo wybranych odmian grochu rosnących w warunkach kontrolnych (K) i suszy glebowej (S)

Źródło: opracowanie własne

Odmiany pastewne zwykle silniej reagowały na pogarszające się warunki siedliska i uboższe zaopatrzenie w składniki pokarmowe (rys. 11). W tej grupie odmian, przeciętnie plonująca odmiana Wiato i plenna Milwa najsilniej reagowały wyższą plonem na lepsze warunki uprawy. Współczynnik regresji (*b*) plonu odmian pastewnych na średnią środowiskową był zwykle wyższy i tylko odmiany Eureka, Hubal i Roch wyróżniały się większą stabilnością (tj. niskim wsp. *b*). Wśród jadalnych odmian grochu, do najstabilniej plonujących należały odmiana Medal, Cysterski, Boruta, Set i Batuta, a do najmniej stabilnych – odmiana Lasso. Na podkreślenie zasługują odmiana Batuta (jadalna) i Hubal (pastewny) – odmiany, które mogą być źródłem genów warunkujących wysoki i stabilny plon nasion.

Wyniki analizy kowariancji cech wykazały, że najistotniejszym komponentem poziomu plonowania była efektywność wykorzystania N i P w formowaniu masy nasion. Stabilność plonu była tylko słabo, choć pozytywnie, skorelowana z aktywnością fotosyntetyczną liści i efektywnością wykorzystania PAR (RUE).

Pastewne i ogólnoużytkowe odmiany grochu charakteryzowały się dużą zmiennością w efektywności wykorzystania zasobów glebowych i reakcji na mniej sprzyjające warunki siedliska. Reakcje odmian na zmienne warunki zaopatrzenia roślin w wodę, N i P są genotypowo specyficzne (powszechność interakcji genotyp – środowisko) i w dużym stopniu zależne od różnic w mechanizmach (re-) dystrybucji asymilatów (oraz N i P) do poszczególnych organów roślinnych, typu użytkowego odmian i architektury ich łanu (morfologii liści), a prawdopodobnie także od procesu hodowli odmian i wywieranej, świadomej presji selekcyjnej na geny efektywności i adaptacji. Wyniki doświadczeń wazonowych sugerują, że poszczególne odmiany różnią się interakcją z bakteriami *Rhizobium*, efektywnością wiązania atm. N₂ i sposobem zagospodarowania tego azotu. Ponadto wskazują na pewną odrębność systemów genetycznych, kontrolujących fizjologiczną efektywność od tych, które decydują o poziomie tolerancji stresu.



Rys. 11. Zależność poziomu i stabilności plonowania u tradycyjnie ulistnionych i wąsolistnych, pastewnych i jadalnych odmian grochu

Źródło: opracowanie własne

Wyniki badań wskazują na szeroki zakres zmienności badanych cech morfologiczno-fizjologicznych i obserwowanych reakcji na stres. Zmienność ta ma znaczenie adaptacyjne. Badane cechy-komponenty fizjologicznej efek-

tywności mogą decydować zarówno o poziomie, jak i jakości plonu. Ich uwzględnienie w procesie selekcji dla wysokiego i stabilnego plonu grochu jest uzasadnione.

Zadanie 2.3.

Fizjologiczna i genetyczna kontrola rozwoju kwiatów i owoców u roślin strączkowych

Zawiązywanie i rozwój kwiatów, a także owoców roślin strączkowych mają kluczowe znaczenie dla ich produktywności. Ten etap rozwoju wiąże się jednak z niepożądanym zjawiskiem, jakim jest przedwczesne i nadmierne odpadanie organów generatywnych. Istotny z punktu widzenia plonowania roślin strączkowych jest również dalszy rozwój zawiązanych strąków, a głównie ilość nasion i ich masa. Przemiany te determinowane są wieloma czynnikami, z których najważniejsze to prawidłowy przebieg indukcji kwitnienia, gospodarka hormonalna i warunki środowiskowe.

Materiałem do badań były *Lupinus luteus*, *L. angustifolius* oraz *L. albus*. W doświadczeniach wykorzystano techniki badawcze m.in.: izolację kwasów nukleinowych, PCR, klonowanie, elektroforezę, RT-qPCR, RACE-PCR, GC-MS, NGS RNA-seq. Analizy prowadzono na roślinach uprawianych w warunkach kontrolowanych (w fitotronach) oraz polowych.

Termin siewu wpływa w niewielkim stopniu na zmiany poziomu endogennych jasmonianów (JAs). U wszystkich badanych odmian, zarówno kwiaty, jak i strąki pochodzące z okółków niższych (nieodpadające) posiadają wyższy poziom auksyny (IAA), gibereliny (GA_3) i kwasu abscysynowego (ABA). Za to w szypułkach kwiatów nieodpadających poziom ABA był niższy niż w szypułkach kwiatów odpadających. Podobne wyniki obserwowano w przypadku JAs.

Badano także wpływ aplikacji, w różnych etapach wzrostu, egzogennych fitohormonów oraz substancji mineralnych na zawiązywanie owoców. Egzogenne GA_3 i brasinosteroidy (BR), podawane na etapie rozwiniętych kwiatów, w warunkach polowych, nieznacznie zwiększają masę nasion, natomiast IAA powoduje zwiększenie udziału w plonie strąków pachwinowych kosztem gronowych. Najmniej podatne na działanie GA_3 , ABA, cytokinin (CK) są rośliny najstarsze będące już na etapie rozwijania się kwiatów. Widoczny, choć nie największy z obserwowanych, wpływ na masę nasion miał w ich przypadku jedynie IAA. GA_3 , ABA i CK, znacząco podnosząc masę wytwarzanych nasion, gdy podawane są na rośliny będące na wcześniejszych etapach rozwoju. Na szczególną uwagę zasługuje tu wpływ GA oraz ABA, a także dolistne nawożenie makro- i mikroelementami. Wszystkie one, chociaż przy wielkiej zmienności osobniczej, powodowały niemal podwojenie masy badanych nasion.

W wyniku analiz bioinformatycznych danych zdeponowanych w bankach genów oraz pochodzących z badań autorskich (NGS RNA-seq, klasyczny PCR) zidentyfikowano sekwencje wielu genów związanych z procesami indukcji kwitnienia, metabolizmu i szlaków transdukcji sygnału hormonów oraz odcinania organów generatywnych.

Aktywność transkrypcyjną genów integratorów indukcji kwitnienia (*LIFT*, *LISOC1* i *LILFY*),

genów szlaku autonomicznego (*LIFCA*, *LIFY*, *LIFLD*, *LIFLK*, *LILD*, *LIFPA*, *LIFVE*) oraz inhibitora kwitnienia (*LISVP*) ustalono zarówno w warunkach sztucznych w fitotronie, jak również w warunkach polowych. Do badań wybrano organy wegetatywne oraz generatywne roślin będących w różnym wieku. Obserwowane wyniki wykazały wyraźny wzrost aktywności transkrypcyjnej genów *LIFT* oraz *LISOC1* w następujących po sobie przemianach prowadzących do zakwitania. Na podstawie obserwacji w warunkach fitotronowych stwierdzono, że do wczesnych przemian, manifestowanych wzrostem ekspresji genu *LIFT*, dochodzi pomiędzy 21. a 33. dniem uprawy. Ilość mRNA genu *LISOC1* wzrasta nieco później, a poziom jego mRNA zwiększa się znacząco pomiędzy 33. a 45. dniem uprawy. Ekspresja genu *LILFY* rośnie dopiero na etapie zawiązywania kwiatów. W warunkach polowych uzyskiwane wyniki nie są tak jednoznaczne, co może wynikać z wpływu innych czynników środowiskowych na aktywność badanych genów. Wzorzec ekspresji inhibitora kwitnienia *LISVP* jest przeciwny do opisywanych genów integratorowych. Identyczne analizy przeprowadzono dla genów szlaku autonomicznego. Znaczące zmiany zaobserwowano tylko dla genu *LIFCA*, którego ekspresja zmieniła się w liściach górnych w 4. godz., a w ogonkach liści górnych w 24. godz. od rozpoczęcia zbiorów materiału roślinnego we wszystkich z analizowanych stadiów wzrostowych. Odnotowany wzrost ilości transkryptu tego genu może być wynikiem zmian termicznych lub fotoperiodycznych w rytmie okołodobowym.

W podobnych układach doświadczalnych zbadano wpływ GA i ABA na aktywność transkrypcyjną omawianych genów. Wykazano, że odpowiedź zależy od wieku rośliny, jak również od

organu. W przypadku integratorów kwitnienia, aplikacja 0,1 mM GA przyspiesza wzrost ilości mRNA badanych genów w liściach w odniesieniu do kontroli. W warunkach polowych podobny efekt GA wywołuje zwłaszcza w roślinach młodszych. Przeciwnie do niej działa ABA, który w większości przypadków wywołuje spadek ekspresji badanych genów z wyjątkiem *LIFT* (w wierzchołkach wzrostu z piątego siewu) i *LISOC1* w blaszkach liściowych we wszystkich terminach siewu. Badania przeprowadzone na genach szlaku autonomicznego wykazały, że niektóre z nich (*LIFCA*, *LIFPA*, *LIFY*) wrażliwe są na działanie hormonów. Podając egzogenne ABA, wyraźnie podwyższono poziom transkrypcji genu *LIFCA* w blaszkach liści dolnych i górnych. W ogonkach liści górnych, a zwłaszcza w wierzchołkach wzrostu podobne skutki przyniosła aplikacja GA.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że geny integratorowe oraz inhibitor kwitnienia mogą być molekularnymi wyznacznikami stadium wzrostowego łubinów. Stwierdzono, że aplikacja fitohormonów zmienia ich aktywność transkrypcyjną, co może przekładać się na regulowanie czasu kwitnienia. Ponadto wykazano, że niektóre elementy szlaku autonomicznego są wrażliwe na czynniki środowiskowe oraz hormony.

Wykazano, że wysoki poziom mRNA genów biosyntezy GA (*LIGA3ox*, *LIGA20ox1*, *LIGA20ox2*, *GIBBERELLIN OXIDASE*) występuje w organach generatywnych, nieodpadających. W kwiatach odpadających stwierdzono natomiast obecność tylko transkryptów genów zaangażowanych w dezaktywację tych fitohormonów (*LIGA2ox1*, *LIGA2ox2*), zaś w odpadających strąkach nie obserwowano mRNA żadnych z ww. genów. Koreluje to z endogennym poziomem GA.

Badane geny, kodujące elementy szlaku transdukcji sygnału auksyny, a mianowicie receptor AFB2-like (*Auxin Signaling F-BOX 2*), represor odpowiedzi na auksynę IAA14 oraz czynniki transkrypcyjne odpowiedzi na ten fitohormon ARF2 (*Auxin Response Factor*), ARF3, ARF4, ARF6, ARF8, zaangażowane są w regulację rozwoju kwiatów oraz zawiązywania i wczesnych etapów wzrostu strąków. Ekspresja badanych genów w początkowych etapach rozwoju kwiatów w górnych i dolnych okółkach kwiatostanu wykazuje podobną tendencję wzrostową. Różnice ekspresji genów szlaku transdukcji sygnału auksyn występują w dojrzałych kwiatach, w których dochodzi do zapylenia i zapłodnienia (ST 3) oraz w kolejnym etapie, w stadium rozwoju owocu lub zamierania kwiatu przed odpadnięciem (ST 4 odpowiednio z dolnej i górnej części kwiatostanu). Istotne różnice w ekspresji zaobserwowano w przypadku genów *ARF2*, *ARF4*, *ARF6*, *ARF8* oraz *IAA14*. Różnice w ekspresji w kwiatach z górnych i dolnych części kwiatostanu są jeszcze bardziej widoczne w analizie ilości mRNA badanych genów w poszczególnych elementach kwiatu. Wyniki te wskazują, że pomimo podobieństw morfologicznych kwiatów z górnych i dolnych okółków kwiatostanu łubinu żółtego, profil aktywności genetycznej elementów szlaku transdukcji sygnału auksyn jest odmienny, co w konsekwencji może prowadzić do rozpoczęcia procesu odcinania. W związku z tym, aby zwiększyć prawdopodobieństwo zawiązania strąków w wyższych partiach kwiatostanu, należy podjąć działania na etapie otwierania kwiatów górnych.

Obserwacje fizjologiczne wykazały, że strąki odpadają na początkowym etapie rozwoju. Otrzymane wyniki analiz ekspresji genów szlaku auksynowego wskazują, że rozwój strąków, które kontynuują wzrost i najprawdopodobniej

utrzymają się na roślinie do końca dojrzewania zarówno na dolnych, jak i górnych okółkach jest podobny. Wyższa ekspresja *ARF2*, *ARF8*, *ARF3* i *AFB2-like* występuje w nasionach, a w przypadku *ARF6*, *IAA14* w ścianach strąka. Ekspresja *ARF4* jest równie wysoka w początkowych etapach wzrostu zarówno nasion, jak i łupin strąków. Uzyskane wyniki wskazują, że zidentyfikowane geny biorą udział w regulacji, przede wszystkim na początkowych etapach wzrostu, zarówno nasion, jak i ścian strąków łubinu.

Ekspresja *ARF2* – represora transkrypcji genów odpowiedzi auksynowej – związanego z hamowaniem podziałów komórkowych i starzeniem, wpływającego negatywnie na masę nasion, wzrasta po aplikacji inhibitora biosyntezy brasinosteroidów BRZ (brassinazole), a maleje pod wpływem BR, który wpływa pozytywnie na masę nasion łubinu.

Utrzymywanie wykształconych organów generatywnych łubinu zależy także od fitohormonów zaangażowanych w powstawanie i funkcjonowanie warstwy odcinającej (AZ), znajdującej się u podstawy kwiatów i strąków. Poziom fitohormonów determinowany jest aktywnością transkrypcyjną genów kodujących enzymy zaangażowane w ich metabolizm. Przeprowadzone doświadczenia z zastosowaniem inhibitora biosyntezy (AVG) lub działania (NBD) etylenu, wskazują, że jest on najsilniejszym hormonalnym stimulatorem odcinania. Aktywność transkrypcyjna *LIACS* i *LIACO*, jak również poziom prekursora ET – ACC są wyższe w szypułkach kwiatów naturalnie odpadających niż w szypułkach z nieaktywną strefą odcinania. Co więcej, ACC jest specyficznie zlokalizowany w AZ oraz w obrębie wiązek przewodzących szypułki. Wykonane badania wskazują, że IAA, będący inhibitorem odcinania, hamuje ekspresję syntaz i oksydaz ACC.

ABA stymuluje ekspresję tych genów i podnosi poziom prekursora etylenu. Etylen stymuluje ekspresję genów kodujących enzymy odpowiedzialne za rozkład błon i ścian komórkowych, m.in. pektynmetylesterazy, lipoksygenazy i peroksydazy.

Nie jest wykluczone, że poza ET istnieje jeszcze inny, hormonalny czynnik indukujący separację organów generatywnych. W komórkach AZ zaobserwowano podwyższoną ekspresję genu *LIZEP*, kodującego epoksydazę zeaksantyny i wysoki poziom ABA, który został specyficznie zlokalizowany w komórkach AZ. Ponadto podwyższony poziom tego hormonu występuje w wiązkach przewodzących szypułki, co może wskazywać, że jest on sygnałem transportowanym do komórek AZ, aktywującym procesy separacji. Dodatkowo IAA hamuje aktywność transkrypcyjną *LIZEP* oraz obniża poziom endogennego ABA.

W odcinanie organów generatywnych poza hormonalnymi ważną rolę pełnią również czynniki genetyczne. Powstawanie i funkcjonowanie AZ skorelowane jest ze zmianami wzorców ekspresji zidentyfikowanych genów, odpowiednio *LIBOP* i *LIIDA*. Poziom ekspresji *LIBOP* wzrasta w szypułkach rozwijających się kwiatów, czemu na poziomie komórkowym towarzyszy różnicowanie strefy odcinania. Aktywacja AZ przez odcięcie kwiatu prowadzi w początkowych godzinach do akumulacji transkryptu *LIIDA*, co może wskazywać, że gen ten koduje białko bezpośrednio odpowiedzialne za włączanie procesów odcinania. Na ekspresję *LIBOP*, jak i *LIIDA* wpływają hormony (zwłaszcza ET i ABA). Powyższe wyniki wskazują na istnienie sieci interakcji pomiędzy czynnikami endogennymi, zarówno hormonalnymi, jak i genetycznymi. Wykazano, że odcinanie organów generatywnych poprzedza aktywacja warstwy odcinającej. Powstawanie strefy odcinania w szypułkach organów generatywnych *L. luteus* jest

regulowane przez gen *LIBOP*. Z kolei funkcjonowanie AZ kontrolują *LIIDA* i fitohormony. Zahamowanie akumulacji transkryptu *LIIDA* po aplikacji ET wskazuje na występowanie dwóch szlaków odpowiedzialnych za aktywację AZ: zależnego od ET i regulowanego przez *LIIDA*. Istotnym wskazaniem jest więc znalezienie czynników ograniczających aktywność transkrypcyjną *LIBOP* i *LIIDA*.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają, że istnieje wiele przyczyn nadmiernego i przedwczesnego odcinania organów generatywnych. Regulacja tego zjawiska ma charakter kompleksowy i zależy od gospodarki hormonalnej, żywieniowej oraz aktywności transkrypcyjnej genów. Pierwotnym czynnikiem modulującym ilość zawiązywanych i utrzymywanych na roślinie kwiatów i strąków są warunki środowiskowe. Wykazano jednak, że ekspresja badanych przez nas genów związanych z indukcją kwitnienia, metabolizmem i odpowiedzią fitohormonów oraz powstawaniem i aktywacją strefy odcinania, zmienia się nie tylko w czasie rozwoju rośliny, czy pod wpływem warunków środowiskowych, ale także po aplikacji fitohormonów. Możliwe jest więc modulowanie, poprzez opryski regulatorami wzrostu i rozwoju, ekspresji genów związanych z rozwojem kwiatów i strąków w celu zwiększenia produktywności roślin strączkowych.

Wnioski

Aby zwiększyć prawdopodobieństwo zawiązania strąków w wyższych partiach kwiatostanu, należy stosować opryski na etapie pąkowania. Najbardziej obiecujące są opryski ABA, GA₃ i BR. Ważne jest znalezienie czynników ograniczających bądź odmian o obniżonej aktywności transkrypcyjnej *LIBOP* i *LIIDA* oraz *ARF2* (np. BR i GA₃) oraz czynników podnoszących aktywność genów biosyntezy giberelin.

Zadanie 2.4.**Poszukiwanie i ocena różnych form łubinów i grochów tolerancyjnych na przymrozki i przystosowanych do wczesnych wysiewów****Cele**

- wskazanie odmian łubinu i grochu najbardziej tolerancyjnych na wczesnowiosenne przymrozki,
- wskazanie orientacyjnego, najwcześniejszego terminu siewu,
- przedstawienie różnic w plonowaniu między poszczególnymi terminami siewu i wynikających z tego ewentualnych korzyści ekonomicznych,
- wyodrębnienie genotypów tolerancyjnych w czasie wschodów na niskie temperatury i długi okres kiełkowania, przydatnych w pracach hodowlanych.

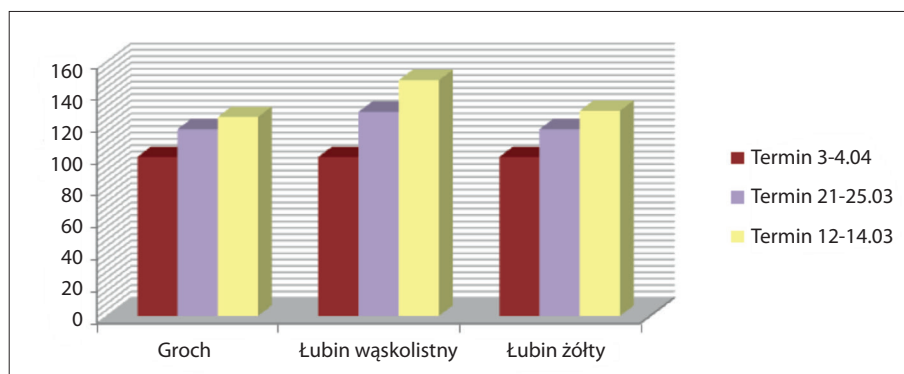
Doświadczenia polowe przeprowadzono w HR Smolice oddział Przebędowo. Badano wpływ wczesnych terminów siewu [I termin 10-13 marca, II termin 21-25 marca, termin optymalny (kontrolny) 3-4 kwietnia] na polową zdolność wschodów, dynamikę wzrostu, kwitnienie, wysokość końcową roślin, masę tysiąca nasion, zawartość białka w nasionach w dziewięciu wybranych odmianach łubinu wąskolistnego (Dalbor, Kalif, Bojar), łubinu żółtego (Baryt, Mister, Perkoz) i grochu (Muza, Model, Mecenas):

- w komorze z regulowaną temperaturą -6°C i w czasie 4 godzin przeprowadzono ocenę przeżywalności siewek 22 odmian grochu, 13 odmian i linii kolekcyjnych łubinu żółtego i 22 odmian łubinu wąskolistnego na symulowane przymrozki;

- w mikrodoświadczeniu polowym badano wpływ wczesnych terminów siewów na potencjalne możliwości plonotwórcze 24 odmian grochu, 24 odmian łubinu wąskolistnego i 17 odmian i linii kolekcyjnych łubinu żółtego.

Na wcześniejszy siew wszystkie badane gatunki, a szczególnie łubin wąskolistny zareagowały bardzo silnym zwiększeniem plonowania (rys. 12). Przyspieszenie siewu z 3-4 kwietnia na 21-25 marca oraz na 10-13 marca spowodowało wzrost plonu odpowiednio o: łubin wąskolistny – 28,3 i 48,3%, łubin żółty – 17,4 i 29,0%, groch – 17,4 i 25,1%.

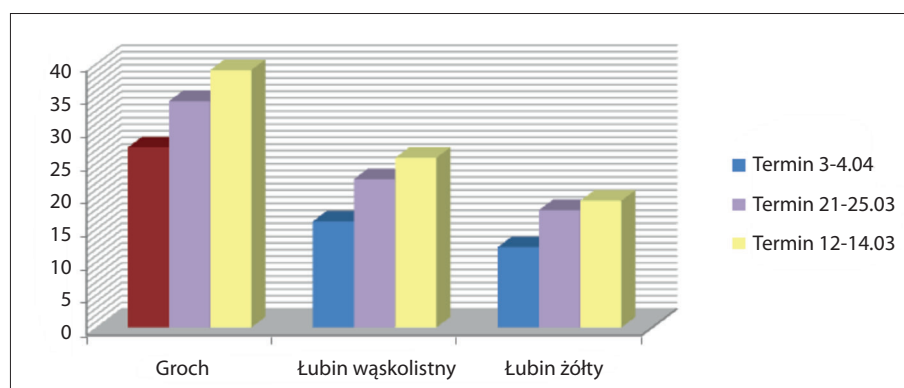
We wcześniejszych terminach siewu zaobserwowano znacznie większą zdrowotność roślin, szczególnie łubinu wąskolistnego, w porównaniu do kontrolnego terminu optymalnego. Prawdopodobnie duży wpływ na wzrost plonowania miało szybsze tempo wzrostu roślin z wcześniejszych terminów siewu. W czasie kontrolnego pomiaru w dniach 15-20 maja każdego roku (na rys. 13) stwierdzono, że rośliny z wcześniejszego terminu siewu są znacznie wyższe, średnio o: groch – 7,0 cm i 11,7 cm, łubin wąskolistny – 5,6 cm i 8,8 cm, łubin żółty – 5,6 cm i 7,0 cm. Rośliny z wcześniejszych terminów siewu wcześniej zakwitły, lecz osiągały niższą wysokość końcową co dowodzi, że nastąpiło większe



Rys. 12. Plon relatywny nasion łubinu i grochu wyrażony w % w zależności od terminu siewu.

Wartości uzyskane w terminie optymalnym przyjęto jako 100%.

Źródło: opracowanie własne



Rys. 13. Wpływ terminu siewu na wysokość roślin w [cm] łubinu i grochu w okresie początku intensywnego wzrostu.

Termin pomiaru 15-20.05.

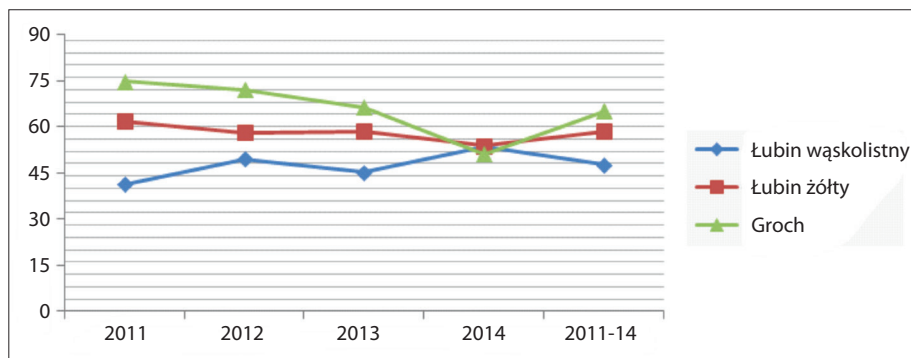
Źródło: opracowanie własne

ukierunkowanie na rozwój generatywny, kosztem rozwoju wegetatywnego. Nie stwierdzono istotnie znaczących różnic w wielkości nasion i zawartości białka w reakcji na wczesny siew.

Ocena przeżywalności siewek na symulowane przymrozki wykazała znaczne różnice międzygatunkowe i międzyodmianowe w tym zakresie. Największą przeżywalnością (rys. 14) charakteryzują się siewki grochu –

średnio 65,0%, następnie łubinu żółtego – średnio 58,5%, a najsłabszą łubinu wąskolistnego – średnio 47,6%.

Mała wrażliwość na przymrozki ma duże znaczenie szczególnie przy wczesnych siewach, kiedy prawdopodobieństwo jego wystąpienia w niektórych rejonach kraju jest znaczne. Szczegółowe badania wykazały, że średnie różnice w przeżywalności między odmianami są



Rys. 14. Średnia przeżywalność siewek łubinów i grochu w komorze z temperaturą -6°C , wyrażona w % żywych siewek.

Nasiona ze zbioru z lat 2011-2014.

Źródło: opracowanie własne

bardzo duże, dla grochu wynoszą od 44,9 do 87,7%. Najmniej wrażliwe odmiany to: Brylant (87,7%), Boruta (84,1%), Wenus (78,7%), Model (78,7%), Santana (77,6%), Muza (77,1%), Cysterski (77,0%). Najwrażliwsze to: Mentor (44,9%), Roch (49,0%), Mecenias (50,5%), Hubal (52,4%).

W łubinie żółtym różnice wynoszą od 41,2 do 80,0%, a najmniej wrażliwe odmiany to: linia kolekcyjna R 20/07 (80,0%), Piereswiet (79,6%), linia kolekcyjna R1015/03 (74,2%), linia kolekcyjna R 57/07 (72,6%). Najwrażliwsze odmiany to: Taper (41,2%), Talar (42,3%), Perkoz (44,0%), Lord (47,6%), Dukat (48,0%).

W łubinie wąskolistnym różnice wynoszą od 25,2% do 67,2%, a najmniej wrażliwymi odmianami są: Oskar (67,2%), Neptun (62,8%), PRH 176/13 (62,1%), Heros (57,0%), Karo (56,6%), Wars (54,4%). Najwrażliwsze odmiany to: Bojar (25,2%), Lazur (30,6%), Regent (36,2%), PRH 224/13 (36,5%), Zeus (36,6%).

Badania potencjalnych możliwości plonotwórczych uwidoczniły bardzo silny wpływ terminu siewu na masę nasion wytworzonych przez rośliny. Zróżnicowanie dotyczy zarówno odmian, jak i lat, co bardzo utrudnia analizę

wyników. Niektóre odmiany zareagowały w poszczególnych latach i terminach siewu dosyć jednoznacznie. Wyniki opracowano w postaci relatywnej masy nasion wyrażonej w procentach uzyskanej we wcześniejszych terminach siewu w stosunku do terminu kontrolnego (optymalnego). W grochu największym i w miarę stabilnym zwiększeniem relatywnej masy nasion zareagowały następujące odmiany: Pomorska (180,8%), Mecenias (145,2%), Hubal (135,7%), Santana (131,7%). Słabo zareagowały następujące odmiany: Boruta (89,8%), Wiato (94,3%), Roch (95,5%), Turnia (91,3%). Pozostałe odmiany zareagowały niejednoznacznie.

W łubinie wąskolistnym najsilniej zareagowały: Tango (608,7%), Graf (262,5%), Heros (174,4%), Dalbor (167,0%), Oskar (157,7%), Kalif (153,7%), Neptun (149,3%). Najsłabiej zareagowały: Sonet (83,2%), PRH 176/13 (83,5%), Wars (86,4%), Regent (109,8%). Należy nadmienić, że przyczyną silnej reakcji odmian Tango i Graf było porażenie przez wirusy w kontrolnym terminie siewu, które nie wystąpiło we wcześniejszych terminach siewu. Pozostałe odmiany zareagowały niejednoznacznie.

W łubinie żółtym najsilniej zareagowały odmiany: linia kolekcyjna R 20/07 (180,3%), Mister (166,2%), PRH 221/14 (162,7%), Talar (162,0%). Najsłabiej zareagowały: Taper (77,0%), Bursztyn (64,0%). Pozostałe odmiany zareagowały niejednoznacznie.

W latach o temperaturze wyższej od średniej z wielolecia w II i III dekadzie marca wykonanie wysiewu w tym terminie skutkuje wzrostem

plonu nasion odpowiednio: w łubinie wąskolistnym – 28,3 i 48,3%, w łubinie żółtym – 17,4 i 29,0%, w grochu – 17,4 i 25,1%. Najmniejszą wrażliwością na przymrozki charakteryzują się następujące odmiany grochu: Brylant, Boruta, Wenus, Model, Santana, Muza, Cysterski; łubinu żółtego: linia R 20/07, Piereswiet, linia R 1015/03, linia R 57/07; łubinu wąskolistnego: Oskar, Neptun, PRH 176/13, Heros, Karo, Wars.

Zadanie 2.5.**Badanie stabilności plonowania roślin strączkowych
w celu wyodrębnienia form zmniejszających ryzyko uprawy**

Celem zadania było wyodrębnienie odmian roślin strączkowych o większych i stabilnych plonach, stosownie do rodzaju gleby i przebiegu pogody, ze szczególnym uwzględnieniem rozkładu i wielkości opadów. Materiał badawczy stanowiły wybrane odmiany grochu siewnego, grochu pastewnego, łubinu żółtego, łubinu wąskolistnego i bobiku. Doświadczenia prowadzone były w miejscowościach o zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych, stosownie do rejonu uprawy danego gatunku. W trakcie wegetacji przeprowadzono przy pomocy fluorymetru badania degradacji chlorofilu, co jest wskaźnikiem odporności na stres suszy.

Odmiany porównywano pod względem plonu nasion i jego komponentów średnio ze wszystkich środowisk, a dla oceny zróżnicowania odmian pod względem plonu w różnych środowiskach obliczono podstawowe statystyki opisowe. Na przykład u łubinu wąskolistnego średni plon nasion dla wszystkich środowisk wyniósł 3,34 t/ha, a w poszczególnych latach odpowiednio: w 2011 roku – 2,41 t/ha, w 2012 roku – 3,24 t/ha, w 2013 roku 3,50 t/ha, a w 2014 roku 3,75 t/ha, natomiast odmianami najwyżżej plonującymi okazały się Regent (3,59 t/ha) i Dalbor (3,55 t/ha), a najniżej plonującymi były Graf (2,94 t/ha) i Kalif (3,21 t/ha). Ocenę stabilności plonowania odmian umożliwiła analiza interakcji genotypowo-środowiskowej, przy wykorzystaniu programów statystycznych, a do oceny udziału każdej odmiany w tworzeniu tej interakcji

zastosowano współczynnik ekowalencji W_i według Wricke (1962). Wykazano, że odmianami najbardziej stabilnymi nie są odmiany charakteryzujące się najwyższym plonem. Wyniki przeprowadzonej analizy wariancji dla pojedynczych środowisk wykazały, że plony nasion odmian roślin strączkowych różnią się istotnie na poziomie $\alpha=0,05$, a wykazanie różnic między odmianami pod względem plonów było potwierdzone obliczeniami statystycznymi (test F-Fishera i Tukeya). Na podstawie przeprowadzonych analiz korelacji między plonem nasion i jego komponentami wykazano, że plon nasion jest dodatnio skorelowany w największym stopniu z liczbą nasion i liczbą strąków. Liczba nasion w strąku i masa tysiąca nasion decydują w mniejszym stopniu o plonie nasion. Istotnie dodatnia korelacja między liczbą strąków a liczbą nasion nie budzi wątpliwości – im więcej strąków z rośliny, tym więcej nasion.

Za pomocą średnich dobowych wartości temperatur [°C] oraz sumy średnich dobowych wielkości opadów [mm] warunki meteorologiczne scharakteryzowano w okresie wegetacji roślin strączkowych w każdym środowisku i roku doświadczeń, a w fazie kwitnienia i dojrzałości scharakteryzowano je przy pomocy współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa S (Skowera i Puła 2004). Na podstawie przeprowadzonych analiz wykazano, że optymalne warunki pogodowe ($1,3 < S \leq 1,6$) lub wilgotne ($1,6 < S \leq 2,5$) w fazie kwitnienia roślin mogą zapewnić wyższy plon nasion.

Warunki wilgotnościowo-termiczne w okresie wegetacji istotnie modyfikowały wysokość plonu nasion. Krytycznym okresem w rozwoju roślin strączkowych jest brak wody podczas pąkowania, kwitnienia i wykształcania strąków. Susza w tym okresie przyczyniła się do zasychania i opadania zawiązków pąków kwiatowych, kwiatów bądź strąków, co mogło skutkować niższym plonem nasion. Stwierdzono, że czynnik wodny w większym stopniu decyduje o wysokości plonu niż czynnik termiczny. Na podstawie korelacji między długością fazy kwitnienia a współczynnikiem Sielanianowa stwierdzono, że korzystne warunki meteorologiczne przedłużają tę fazę. Wykazano statystycznie, że o długości fazy kwitnienia i dojrzłości w większym stopniu decyduje czynnik termiczny niż wodny. Korelacja między plonem nasion a współczynnikiem Sielanianowa w fazie kwitnienia była dodatnia lub istotnie dodatnia dla większości odmian, natomiast w fazie dojrzłości ujemna lub dodatnia. Na podstawie przeprowadzonej analizy regresji wielokrotnej (Draper i Sneath 1973) zauważono, że przy uwzględnieniu różnic międzyodmianowych liczba nasion i liczba strąków była w najwyższym stopniu wyjaśniona przez współczynnik Sielanianowa. Może to świadczyć o tym, że liczba nasion i liczba strąków zależy w większym stopniu od warunków meteorologicznych w fazie kwitnienia niż w fazie dojrzewania, a cechy te wpływają bezpośrednio na wysokość plonu nasion. W okresie od kwitnienia do fazy dojrzewania roślin przeprowadzono trzykrotnie pomiary bezpośredniej fluorescencji chlorofilu dla każdego z badanych gatunków. Na podstawie przeprowadzonych analiz wariancji, dla każdego roku oraz dla serii z lat pomiarów stwierdzono statystyczne zróżnicowanie odmian na poziomie $\alpha=0,05$ dla większości analizowanych parametrów. Na podstawie poziomu

zróżnicowania odmian i korelacji między parametrami fluorescencji chlorofilu, po pierwszym roku doświadczeń wybrano po 5 parametrów fluorescencji chlorofilu dla łubinów (Fv/Fm, ψ_0 , P.I.csm, ETO/CS, ETO/RC) oraz po 6 dla grochu i bobiku (Fv/Fm, P.I.csm, ABS/RC, RC/CSO, ETO/CS, ETO/RC), które wykorzystano do dalszych analiz statystycznych. Na podstawie analizy korelacji między plonem nasion i jego komponentami, a wybranymi parametrami fluorescencji chlorofilu, stwierdzono silniejsze zależności dla grochu i bobiku (wysokie współczynniki korelacji), a słabsze zależności zauważono dla łubinów. W celu zbadania wpływu wybranych parametrów fluorescencji chlorofilu w określonych terminach pomiarów na plon nasion i jego komponenty wykonano analizę regresji wielokrotnej w każdym z analizowanych terminów, przy uwzględnieniu dodatkowych różnic między odmianami oraz także interakcji odmian ze środowiskiem. Zauważono, że plon nasion i jego komponenty nie były lub były słabo wyjaśnione przez parametry fluorescencji chlorofilu dla gatunków we wszystkich analizowanych latach i terminach. Zauważone trendy w korelacjach między plonem nasion i jego komponentami a parametrami fluorescencji chlorofilu sugerują, że pewne parametry mogą być przydatne do selekcji roślin w ulepszaniu odmian o większych i stabilnych plonach. Znacznie silniejsze zależności zauważono dla odmian, tj. uwzględniając różnice między odmianami. Uzyskane wyniki wskazują na wyraźny wzrost intensywności fluorescencji chlorofilu wskutek powstałych zakłóceń (stresów środowiskowych) w procesie fotosyntezy. Analiza wartości parametrów fluorescencji chlorofilu może służyć jako precyzyjne narzędzie do badania bezpośredniej reakcji fotosyntezy w niekorzystnych warunkach środowiska i pozwala na określenie stanu fizjologicznego rośliny.

Zadanie 2.6.

Wpływ zmienności składu i zawartości α -D-galaktozydów na jakość fizjologiczną nasion roślin strączkowych

Cele

- rozpoznanie składu i zawartości α -D-galaktozydów w nasionach grochu, bobiku, łubinu, lędźwianu, soczewicy, ciecierzycy odmian hodowlanych i z rodzimych zasobów genowych;
- monitorowanie wpływu prac hodowlanych na skład i zawartość α -D-galaktozydów oraz jakość fizjologiczną nasion – szybkość kiełkowania, wigor, odporność na stres przyspieszonego starzenia się, a także odporność kiełkujących nasion na stresy abiotyczne (stres osmotyczny i chłód).

W pierwszym etapie realizacji zadania przeprowadzono analizy cukrowców rozpuszczalnych (metodą wysokorozdzielczej chromatografii gazowej) w całych nasionach 55 odmian i 71 linii hodowlanych grochu siewnego, 11 odmian i linii hodowlanych bobiku, czterech gatunków z rodzaju *Lupinus*: łubinu białego, łubinu żółtego, łubinu wąskolistnego i łubinu zmiennego – po 5 odmian/linii hodowlanych z każdego gatunku, pochodzących z kolekcji IGR PAN w Poznaniu. Wyniki ukazały aktualny stopień zróżnicowania materiału hodowlanego pod względem składu i zawartości α -D-galaktozydów. Cukrowce rozpuszczalne, reprezentowane głównie przez sacharozę i RFO (rafinozę, stachiozę i werbaskozę) stanowiły od kilku (bobik, groch) do kilkunastu procent (groch o nasionach pomarszczonych, łubiny) suchej masy (s.m.) całych nasion (tab. 14).

Udział RFO we frakcji cukrowców rozpuszczalnych wynosił od 52-57 (łubin wąskolistny, bobik) do 70-80% (groch, łubin zmienny). We frakcji RFO dominującym oligosacharydem jest werbaskoza (bobik) lub stachioza (łubiny). W nasionach grochu przewaga zawartości werbaskozy nad stachiozą (lub odwrotnie) jest cechą odmianową. Wykryto dwie odmiany grochu (pastewna Hubal i jadalna Zekon) o silnie zredukowanej zawartości werbaskozy (<1% s.m., przy średniej dla odmian – 3%). W badanych liniach hodowlanych grochu zawartość RFO wynosiła od 5 do 7% s.m., przy zróżnicowanych proporcjach stachiozy do werbaskozy. Oprócz RFO, nasiona wszystkich gatunków zawierają niewielkie ilości (<0,5% s.m.) α -D-galaktozydów *myo*-inozytolu – galaktinol i di-galaktozylo-*myo*-inozytol. W nasionach łubinu występują dodatkowo pochodne *myo*-inozytolu – D-pinitol, D-ononitol i D-*chiro*-inozytol oraz ich α -D-galaktozydy (Gal-C). Nasiona łubinów zawierają jednak znacznie mniej Gal-C (0,5-2,7% s.m.) niż RFO (6,2-9,7% s.m.). We frakcji Gal-C dominują galaktopinitole, a u łubinu wąskolistnego również fagopyritole (galaktozydy D-*chiro*-inozytolu). Nasiona łubinu wąskolistnego wyróżniają się spośród badanych gatunków łubinu najwyższą zawartością Gal-C i najniższą RFO (średnia dla odmian, odpowiednio – 2,7 i 6,2% s.m.). U łubinów stwierdzono negatywną korelację pomiędzy zawartością RFO a zawartością galaktozylocyklitolu.

Ze względu na najniższą zawartość antyżywnościowych RFO (wywołujących efekt wzdymający w przewodzie pokarmowym zwierząt monogastycznych, biegunki i obniżenie wykorzystania energii zawartej w paszy), dla celów paszowych najkorzystniejszymi są nasiona bobiku, a zwłaszcza odmiana Amulet i Kasztelan, RFO (2,5-3% s.m.), niektórych odmian grochu: jadalnych – Ilówiecki, Kujawski, Tor (4,8-5% s.m.) i pastewnych – Gwarek, Hubal, Klif, Sokolik (5-6% s.m.) oraz nasiona łąbinu wąskolistnego Kadryl, Vitabor (5,4-6% s.m.). Najwięcej RFO (10-13%) zawierają nasiona łąbinu żółtego odmian Talar, Taper (10-10,4%) oraz odmiany

grochu jadalnego o nasionach pomarszczonych – odmiany Walor, Dorian, Pegaz, Cud Kelwedonu, Telefon, co czyni je najmniej przydatnymi w żywieniu zwierząt gospodarskich. W odmianach grochu o nasionach pomarszczonych stwierdzono wyższą aktywność wszystkich enzymów szlaku biosyntezy RFO niż w nasionach gładkich i okrągłych. Niezależnie od całkowitej zawartości RFO, koncentracja RFO w osi zarodkowej jest blisko dwukrotnie wyższa (do 20-23% s.m.) niż w liścieniach grochu. Ma to związek z istotną rolą RFO jako pierwotnego materiału zapasowego zarodka.

Tabela 14

Zawartość cukrowców rozpuszczalnych, w tym α -D-galaktozydów w nasionach grochu, bobiku i łąbinów.
Wyniki analiz z 2011 roku

Gatunek (liczba badanych genotypów)	Suma cukrowców rozpuszczalnych	α -D-galaktozydy	
		RFO (dominujący oligosacharyd) % suchej masy	Galaktozydy cyklitolii (dominujące)
<i>Pisum sativum</i> L. (95)	6,9-15,8	4,9-13,2 (St/W)	-
<i>Vicia faba</i> L. var. <i>minor</i> Harz. (11)	4,7-7,5	2,5-3,8 (W)	-
<i>Lupinus albus</i> (5)	12,5-14,9	8,8-9,8 (St)	0,9-1,2 (Gp/Gm)
<i>Lupinus mutabilis</i> (5)	11,5-12,8	9,0-10,7 (St)	0,4-0,5 (Gp)
<i>Lupinus luteus</i> (5)	9,9-13,4	7,1-10,4 (St)	1,1-1,6 (Gp/Gm)
<i>Lupinus angustifolius</i> (5)	11,2-13,0	5,4-6,9 (St)	2,3-3,2 (Gp/Fp)

W, St – werbaskoza, stachioza; Gp, Gm, Fp – galaktozydy D-pinitolu, myo-inozytolu, D-chiro-inozytolu

Źródło: opracowanie własne

W drugim etapie realizacji zadania monitorowano wpływ prac hodowlanych na zróżnicowanie jakościowe i ilościowe α -D-galaktozydów w nasionach grochu oraz analizowano fizjologiczne skutki tych zmian. Zbadano skład i za-

wartość cukrowców rozpuszczalnych w nasionach 174 rodów hodowlanych oraz 464 krzyżówek (w tym 22 pokoleń F_7 - F_{12}). Wyniki wskazały na zróżnicowanie zawartości RFO w genotypach na zaawansowanym etapie hodowli oraz

umożliwiły wytypowanie i rozpoczęcie krzyżowań linii o niskim poziomie RFO. W nasionach większości genotypów RFO stanowiły od 6 do 8% s.m. Krzyżowanie odmian grochu o niskiej zawartości RFO (<6% s.m.) lub o obniżonym poziomie werbaskozy (odmiana Hubal, Zekon) doprowadziło do wytwarzania nasion o zróżnicowanych cechach morfologicznych i odmiennych proporcjach stachiozy do werbaskozy (dominujących oligosacharydów). Za szczególnie cenne należy uznać wykrycie kilku obiektów o zredukowanej zawartości werbaskozy (z 3 do 1-1,5% s.m.), które mogą być przydatne w dalszej hodowli ukierunkowanej na obniżenie całkowitego poziomu RFO.

Analizy fizjologiczne, przeprowadzone na nasionach grochu kilku odmian oraz kilkudziesięciu krzyżówek i rodów hodowlanych, o zróżnicowanej zawartości RFO (4,5-13% s.m.) miały na celu określenie związku pomiędzy zawartością RFO a: żywotnością i wigorem nasion; odpornością nasion na niekorzystne warunki przechowywania (podwyższoną wilgotność i temperaturę powietrza); dynamiką kiełkowania; odpornością kiełkujących nasion i siewek na desykację i chłód oraz odpornością zarodka na cykliczną desykację i cykliczne ogrzewanie/chłodzenie podczas imbibicji nasion. Podczas badań fizjologicznych we wszystkich próbach monitorowano (metodą GC) zawartość cukrów rozpuszczalnych w całych nasionach lub oddzielnie w osi zarodkowej i liścieniach.

W badaniach przeprowadzonych na 100 genotypach grochu nie wykazano korelacji pomiędzy zawartością RFO a zdolnością nasion do kiełkowania i ich wigorem (długością i świeżą oraz suchą masą epikotyli i korzenia). Zawartość RFO nie determinowała odporności nasion na nieko-

rzystne warunki przechowywania. Zaobserwowana, sukcesywna akumulacja sorbitolu w tkankach zarodka może być wskaźnikiem stopnia zestarzenia się nasion. Szybsze tempo rozkładu RFO w osi zarodkowej (pierwsze 2 doby) niż w liścieniach wskazuje na rolę RFO jako pierwotnego materiału zapasowego zarodka. Potwierdzenie tej hipotezy uzyskano poprzez zastosowanie inhibitora α -D-galaktozydów (DGJ), a także estru metylowego kwasu jasmonowego (JaMe). Nie wykazano korelacji pomiędzy zawartością RFO a odpornością nasion na długotrwały stres chłodu (10-14 dni w temp. 5-0°C) od początku imbibicji nasion. W siewkach grochu stres chłodu i desykacji indukował biosyntezę sacharozy (do 30% s.m.) i niewielkich ilości galaktinolu i rafinozy (do 1% s.m.) w korzeniu i epikotyli, niezależnie od odmiany. Nie wykazano pozytywnej korelacji pomiędzy zawartością RFO a odpornością nasion na cykliczną imbibicję/desykację (24 godziny imbibicji/6 dni suszenia, powtórzone 3-krotnie). Nasiona po imbibicji, które podczas wysychania nie kiełkują, wykazują wyższą odporność na desykację niż te, w których korzeń przebił okrywę nasienną i kontynuuje wzrost podczas pierwszych godzin wysychania tkanek. Badania nad odpornością zarodka podczas imbibicji na stres termiczny (stopniowe podwyższanie z 22°C do 32°C oraz z 15°C do 35°C lub stopniowe obniżanie z 15°C do -4°C, w czasie 24 godzin), indukowany 3-krotnie, nie wykazały związku pomiędzy początkową zawartością RFO w nasionach grochu a ich wrażliwością na stres.

Wykazany brak korelacji pomiędzy zawartością RFO a cechami fizjologicznymi nasion grochu uzasadnia kontynuację hodowli ukierunkowanej na obniżenie poziomu antyżywniowych RFO.

Rozpoznanie zróżnicowania składu i zawartości RFO w materiale hodowlanym umożliwiło rozpoczęcie krzyżowań w tym kierunku. Prowadzona już selekcja pod kątem zredukowania zawartości RFO (w tym werbaskozy) stwarza szansę na wyprowadzenie genotypów o podwyższonej wartości żywieniowej nasion. Z drugiej strony, nasiona grochu o wysokiej zawartości RFO mogą stanowić naturalny surowiec dla wyodrębniania RFO i ich wykorzystania jako prebio-

tyków. Cennym źródłem galaktozylocyklitol, niedostępnych w ofercie handlowej, mogą być nasiona łubinów, szczególnie łubinu wąskolistnego. Wykazanie negatywnej korelacji pomiędzy zawartością RFO i galaktozylocyklitol wskazuje też na możliwość prowadzenia hodowli łubinów ukierunkowanej na częściowe zastąpienie RFO przez galaktozylocyklitole, o niższym potencjale wzdymającym i właściwościach prozdrowotnych (cyklitole).

Zadanie 2.7.**Identyfikacja grzybów chorobotwórczych występujących na nasionach roślin strączkowych oraz oznaczanie ich metabolitów o właściwościach toksycznych i antyżywnościowych**

Celem zadania było oznaczenie stopnia porażenia nasion roślin strączkowych przez grzyby, identyfikacja gatunków obecnych na tym materiale oraz oznaczanie zawartości typowych mykotoksyn w nasionach. Podjęto też próbę znalezienia korelacji między stopniem porażenia nasion a zawartością ergosterolu w tym materiale.

Grzyby chorobotwórcze występujące na materiale roślinnym oraz wytwarzane przez nie toksyczne metabolity są istotnym czynnikiem limitującym wykorzystanie produktów roślinnych. Do czasu rozpoczęcia realizacji projektu nie były dokładnie rozpoznane zagrożenia wynikające z tego powodu u roślin strączkowych, gdyż nieznane były gatunki grzybów mogące występować na ich nasionach.

Materiał badawczy stanowiły nasiona wybranych odmian samokończących i niesamokończących łubinu wąskolistnego oraz grochu białokwitnącego i pastewnego pochodzące z doświadczeń polowych w dwóch lokalizacjach (Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie oraz Poznańska Hodowla Roślin o/Wiatrowo). Grzyby znalezione w próbkach materiału roślinnego identyfikowano na podstawie cech morfologicznych pod mikroskopem, a następnie technikami biologii molekularnej, na podstawie badania polimorfizmu DNA, metodą PCR, przy użyciu specyficznych starterów (Wilman i in. 2014).

Mykotoksyny i inne metabolity wtórne pochodzenia grzybowego identyfikowano w nasionach przy zastosowaniu różnych technik chromatograficznych (chromatografia gazowa, wysoko- i ultrasprawa chromatografia cieczowa, HPLC) w połączeniu z detekcją metodami spektrometrii (metody GC-MS i LC-MS). Ilościową analizę mykotoksyn z grupy fumonizyn prowadzono przy użyciu HPLC z detektorem fluorescencyjnym.

Stwierdzono, że w obu lokalizacjach w trzech latach prowadzenia badań większość prób nasion grochu była porażona przez grzyby (tab. 15). Stopień porażenia był zróżnicowany i w skrajnym przypadku osiągnął 55% zakażonych nasion (dla odmiany Ezop zebranej w Wiatrowie w roku 2011). Równolegle prowadzono obserwacje stopnia porażenia nasion 10 odmian łubinu wąskolistnego (Bojar, Boruta, Dalbor, Graf, Kadryl, Kalif, Neptun, Regent, Sonet i Zeus) pochodzących z doświadczeń polowych w obu lokalizacjach. Stwierdzono, że nasiona większości odmian były zainfekowane grzybami, jednak w znacznie niższym stopniu niż nasiona grochu i stopień porażenia wahał się od 1 do 14,5% analizowanych nasion.

Tabela 15

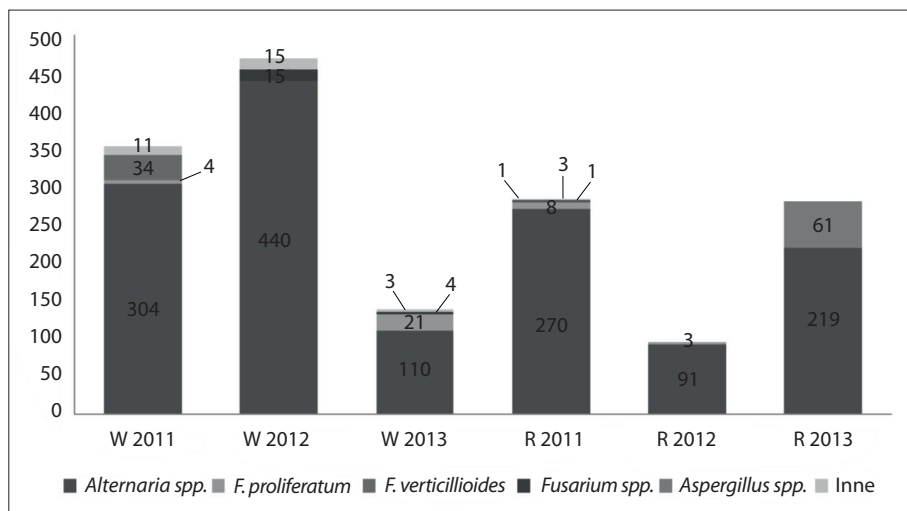
Stopień porażenia nasion grochu przez grzyby mikroskopowe (%)

Rok i lokalizacja		2011	2012	2013	2011	2012	2013
		Wiatrowo	Radzików	Wiatrowo	Radzików	Wiatrowo	Radzików
Jadalne	Santana	25	28,5	42,5	44	20	12
	Tarchalska	21,5	29,5	26	28	11,5	3,5
	Ezop	55	25	24,5	14	3,5	11,5
	Lasso	25	4	23,5	24	9	26
	Mentor	-	-	35	20	4	10
	Medal	12	21,5	42	28	11,5	11
	Wenus	12,5	10	-	-	-	-
	Cysterski	-	-	39	22	3,5	13,5
Pastewne	Wiato	3	0	-	-	-	-
	Sokolik	3,5	4,5	0	0	0	15,5
	Eureka	4,5	4	-	-	-	-
	Gwarek	1,5	1,5	-	-	-	-
	Hubal	1	0,5	-	-	-	-
	Milwa	-	-	12,5	8	4,5	22
	Turnia	10	10	4	0	1	16

Źródło: opracowanie własne

Z nasion grochu pochodzących z doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2011-2013 wyizolowano łącznie 1618 izolatów grzybów mikroskopowych, które poddano identyfikacji metodami mikroskopowymi i molekularnymi (rys. 15). We wszystkich latach na nasionach grochu dominowały grzyby z rodzaju *Alternaria*, stanowiąc od 78,2 do 96,8 wszystkich izolatów uzyskanych z jednej lokalizacji w jednym roku. Z pozostałych grzybów największe znaczenie miały toksynotwórcze grzyby z rodzaju *Fusarium*: *F. proliferatum* oraz *F. verticillioide*s, intensywnie biosyntetyzujące m.in.

fumonizyny B1, B2 i B3, mające działanie hepatokancerogenne i hepatotoksyczne (mogą powodować raka i uszkadzać wątrobę). W nasionach grochu wykazujących obecność *F. proliferatum* oraz *F. verticillioide*s stwierdzono również obecność fumonizyn (z dominującym udziałem fumonizyny B1) w ilości około 1 µg/g (Waśkiewicz i in. 2013). Według aktualnych norm wykryte ilości nie stanowią zagrożenia dla ludzi w przypadku bezpośredniej konsumpcji, jednak świadczą o konieczności monitorowania bezpieczeństwa toksykologicznego w wytwórniach pasz i koncentratów białkowych.



Rys. 15. Identyfikacja grzybów mikroskopowych wyizolowanych z nasion grochu pochodzących z doświadczeń polowych w Wiatrowie (W) i Radzikowie (R) w latach 2011-2013

Źródło: opracowanie własne

Zadanie 2.8.

Identyfikacja wybranych genów warunkujących ważne cechy użytkowe i ich charakterystyka funkcjonalna u łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.)

Zadanie z zakresu genetyki łubinu wąskolistnego otwiera nowe możliwości w hodowli, dzięki wykorzystaniu wyników prac nad innymi, lepiej poznanymi gatunkami roślin strączkowych. Zastosowanie genetyki porównawczej umożliwi identyfikację wybranych genów warunkujących ważne cechy użytkowe oraz analizę ich struktury i funkcji u łubinu wąskolistnego *Lupinus angustifolius* L.

Zestawienie map genetycznych oraz sekwencjonowanie rejonów ortologicznych w obrębie rodziny *Leguminosae* daje szerokie możliwości makro- i mikrosynteny pomiedzy różnymi gatunkami roślin strączkowych. Dzięki konserwatywnemu układowi genów oraz ich funkcji pomiędzy pokrewnymi gatunkami istnieje możliwość przeniesienia informacji z rośliny modelowej do innych gatunków roślin, których genomy nie zostały jeszcze w pełni scharakteryzowane. Najważniejszymi cechami w tym zakresie są: odporność roślin na stresy biotyczne i abiotyczne oraz synteza związków na poszczególnych etapach rozwoju roślin.

Wytypowanie genów uczestniczących w syntezie alkaloidów było możliwe na podstawie przeprowadzonego sekwencjonowania transkryptomu (RNA-seq) oraz analizy ekspresji różnicowej genów. Eksperyment RNA-seq prowadzono dla czterech linii łubinu wąskolistnego, różniących się zawartością alkaloidów (dwa genotypy charakteryzujące się wysoką zawartością

alkaloidów w nasionach – tzw. „gorzkie” oraz dwa genotypy o niskiej zawartości alkaloidów – tzw. „słodkie”). RNA izolowano z liści roślin kwitnących, ze względu na najwyższy poziom syntezy alkaloidów w tych organach w czasie kwitnienia i zawiązywania owoców. Wysokoprzepustowe sekwencjonowanie RNA przeprowadzono z zastosowaniem systemu Illuminy. Ze względu na brak genomu/transkryptomu referencyjnego składanie krótkich odczytów sekwencjonowania prowadzono *de novo*.

Na podstawie uzyskanego transkryptomu referencyjnego oraz danych z RNA-seq przeprowadzono analizę ekspresji różnicowej genów w grupie genotypów gorzkich i słodkich. Łącznie zidentyfikowano 864 geny o zróżnicowanej ekspresji. Dwukrotną zmianę poziomu ekspresji w genotypach gorzkich względem słodkich zaobserwowano dla grupy 75 genów ($\text{PostFC} \geq 2$). Pośród nich znalazło się 13 szczególnie interesujących genów o już potwierdzonym udziale w szlaku biosyntezy alkaloidów, jak i potencjalnie zaangażowanych w ten proces, tj. dekarboksylaza lizynowa (LDC), acylotransferaza (LaAT), a także reduktaza cinnamoylo-CoA, kilka oksydaz miedziowych i czynników transkrypcyjnych. Nie zaobserwowano natomiast znaczących różnic w poziomie ekspresji genu 0-tigloyltransferazy (HMT/HLTase).

Kolejnym etapem prowadzonych prac było zmapowanie wybranych genów powiązanych

z syntezą alkaloidów w celu określenia ich położenia w genomie łubinu wąskolistnego w stosunku do głównego genu warunkującego całkowitą zawartość alkaloidów w nasionach *lucundus*. Gen *lucundus* warunkuje bardzo niską zawartość alkaloidów, ale jego funkcja molekularna nie została jeszcze wyjaśniona. Wyniki mapowania genetycznego wskazują, że zidentyfikowany czynnik transkrypcyjny RAP2-7, regulujący metabolizm drugorzędowy roślin, jest blisko sprzężony z genem *lucundus*. Przeprowadzone wstępnie analizy markera RAP2-7 w odmianach i rodach hodowlanych wykazały 95,45% zgodności obserwacji molekularnych z fenotypowymi w przypadku odmian oraz 100% zgodności w przypadku rodów hodowlanych. Powyższe wyniki sugerują, że marker ten może zostać w przyszłości wykorzystany jako cenne narzędzie do selekcji materiałów hodowlanych na poziomie molekularnym, znacznie przyspieszające proces tworzenia nowych odmian.

Niezależnie od mapowania genetycznego, interesujące nas geny powiązane z syntezą alkaloidów zostały włączone do analiz qPCR w celu potwierdzenia różnicowej ekspresji w grupie 7 genotypów gorzkich i 7 genotypów słodkich łubinu wąskolistnego. Relatywne analizy ekspresji wybranych genów prowadzono względem genu referencyjnego z wykorzystaniem sond hydrolizujących. Wyniki uzyskane dzięki analizie RT-qPCR potwierdziły dane uzyskane z eksperymentu RNA-Seq dla wszystkich badanych genów. Przykładowo dla genu LDC kodującego dekarboksylazę lizyny odnotowano ponad 400-krotnie wyższy poziom ekspresji w genotypach gorzkich względem genotypów słodkich, a ekspresja genu HLT/HMT zarówno w genotypach słodkich, jak i gorzkich była na tym samym poziomie.

Ponadto prowadzono prace związane z mapowaniem genetycznym nowych markerów zdefiniowanych sekwencyjnie. Zastosowano startery zaprojektowane dla konserwatywnych sekwencji kodujących, pokrewnych gatunków roślin strączkowych, w tym gatunków modelowych *Medicago truncatula* i *Lotus japonicus*, gatunków uprawnych *Phaseolus vulgaris* i *Pisum sativum* oraz *Arabidopsis thaliana* jako genomu referencyjnego. Wstępne analizy prowadzono w liniach rodzicielskich populacji mapującej, a po wykryciu polimorfizmu segregacja alleli analizowana była w populacji mapującej łubinu wąskolistnego. Łącznie zmapowano 16 nowych markerów STS. Wzbogacanie mapy genetycznej o markery reprezentujące sekwencje unikatowe ulegające ekspresji daje możliwość identyfikacji ważnych genów, wykrywania loci cech ilościowych oraz selekcji materiału hodowlanego z zastosowaniem markerów genetycznych.

Rezultatem badań polowych było określenie regionów genomu warunkujących plon nasion i elementy jego struktury. Doświadczenia polowe prowadzono dla linii RIL populacji mapującej łubinu w kolejnych sezonach wegetacyjnych, a uzyskane dane fenotypowe dotyczące: liczby nasion z rośliny, liczby strąków z rośliny, plonu nasion oraz masy tysiąca nasion zostały wykorzystane do identyfikacji QTL. W analizie wykorzystano najnowszą wersję mapy genetycznej gatunku oraz zastosowano metodę złożonego mapowania przedziałowego. Analizując dane ze wszystkich sezonów wegetacyjnych, zidentyfikowano loci warunkujące poszczególne elementy struktury plonu nasion oraz wykazano loci powtarzalne w latach dla danej cechy. QTL zmapowane w tym samym regionie grupy sprzężeń, na podstawie obserwacji kilkuletnich doświad-

czeń, wykazujące zgodny efekt addytywny, mogą reprezentować jeden gen, którego ekspresja jest stosunkowo niezależna od środowiska (Irzykowska i Wolko 2004). Można więc wnioskować, że zlokalizowane regiony genomu łubinu wąskolistnego pełnią istotną rolę w wykształcaniu badanych cech struktury plonu. Dalszym etapem prowadzonych prac powinna być analiza użyteczności markerów blisko sprzężonych z loci cech ilościowych w selekcji materiałów hodowlanych.

Identyfikacja genów zaangażowanych w proces syntezy alkaloidów chinolizydynowych oraz regionów genomu warunkujących elementy struktury plonu nasion łubinu wąskolistnego stanowi ważny krok w kierunku poznania podłoża molekularnego tych cech. W dalszej perspektywie, uzyskane wyniki przyczynią się do opracowania markerów molekularnych związanych z wymienionymi powyżej cechami użytkowymi, znacznie przyspieszającymi prace hodowlane.

Zadanie 2.9.**Analiza położenia loci warunkujących sztywność łodygi i odporność na askochytozę grochu (*Pisum sativum* L.)**

Celem zadania było odnalezienie w genomie grochu loci konserwatywnych, warunkujących ilościowe cechy użytkowe (QTL). Sztywność i wytrzymałość łodygi oraz odporność na *Mycosphaerella pinodes*, patogena wywołującego askochytozę, to czynniki kluczowe ograniczające stabilność plonowania grochu. Informacje w piśmiennictwie naukowym na temat wzajemnych relacji wylegania i odporności są nieliczne. Przypuszcza się, że reakcja na patogena jest silnie związana z cechami morfologicznymi i fizjologicznymi roślin grochu. Każda z tych cech została scharakteryzowana w różnych populacjach mapujących oraz w odmiennych środowiskach. Mapy sprzężeń zbudowane dla populacji uzupełnione zostaną o wspólne markery tak, aby położenie loci na różnych mapach można było porównać.

Dla realizacji celu przeprowadzono charakterystykę populacji mapującej grochu [Carneval×MP1401] pod względem parametrów mechanicznych łodygi oraz wysokości roślin. Materiały do badań geometrii łodygi (średnica i grubość ścian łodyg) oraz mechanicznych parametrów łodyg roślin rodzin populacji mapującej pobierano z doświadczenia polowego po 6 roślin z każdego obiektu w fazie końca dojrzwania. Pomiary średnicy i grubości ścian łodyg wykonano dla dolnej części łodygi (2.-4. międzywęźle), środkowej (9. i 10. międzywęźle) i górnej, tj. pod węzłem generatywnym. Ocenę parametrów mechanicznych łodyg prowadzono na apa-

racie INSTRON. Mierzono sztywność łodygi (jest to miara oporu, jaki stawia łodyga przy zginaniu) oraz wytrzymałość (parametr ten wskazuje, jaką największą siłę zginającą może wytrzymać łodyga). Populację oceniono również pod względem odporności na wyleganie w dwóch latach. Zastosowano 9-stopniową skalę według COBORU (1 – całkowite wyleganie, 9 – brak wylegania). Ocenę wylegania prowadzono w trzech terminach, tj. początek kwitnienia, koniec kwitnienia i przed zbiorem. Odmiana Carneval charakteryzowała się większą odpornością na wyleganie od odmiany MP1401 oraz wyższymi parametrami mechanicznymi dla dolnego odcinka łodygi. Stwierdzono silną zależność parametrów mechanicznych łodygi od warunków środowiskowych. Wykazano, że im mniejsza średnica łodygi w jej środkowej części i im niższa roślina, tym większa odporność na wyleganie.

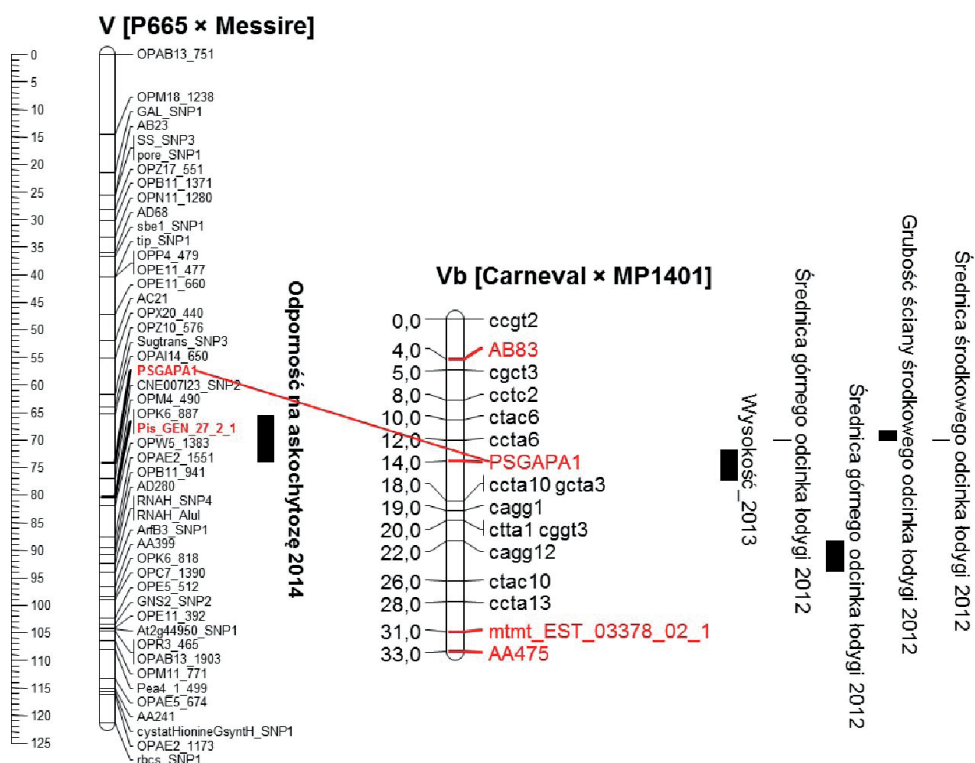
Askochytoza jest chorobą wywołowaną przez grzyby z rodzaju *Ascochyta*. Stanowi duży problem w uprawie roślin strączkowych, może prowadzić do znaczących strat w plonach oraz spadku jakości nasion. U grochu patogenami wywołującymi askochytozę są *Didymella pinodes*, *Ascochyta pisi* oraz *Phoma medicaginis*. Kontrolowanie askochytozy jest niezwykle trudne ze względu na brak genetycznych źródeł całkowitej odporności grochu oraz niedrogich i efektywnych fungicydów. W warunkach polowych testowano odporność na askochytozę w populacji [P665×Messire]

w trzech latach. Ocenę odporności prowadzono w skali 0 – brak porażenia, 9 – silne porażenie. Większą odpornością na askochytozę charakteryzowała się linia P665 (*Pisum syriacum* L.).

Do analizy regionów genomu związanych z badanymi cechami fenotypowymi konieczne było dysponowanie odpowiednio zagęszczoną mapą genetyczną. Dla populacji [Carneval×MP1401] oraz [P665Messire] zidentyfikowano odpowiednio 54 i 43 markery polimorficzne, w tym 18 markerów wspólnych dla obu populacji mapujących.

W populacji mapującej [Carneval×MP1401] zidentyfikowano łącznie 80 loci cech ilościowych (QTL), z których w latach powtarzały się 3: sztyw-

ność środkowego odcinka łodygi, średnica środkowego odcinka łodygi i grubość ściany środkowego odcinka łodygi. Dla populacji mapującej [P665×Messire] zidentyfikowano 3 QTL związane z odpornością na askochytozę, natomiast w populacji [Wt10245×Wt11238] 11 QTL, z których 2 powtarzały się w latach (IIIB, blisko markera L109 i VIB, blisko markera MTIC4). Markery wspólne dla dwóch populacji mapujących grochu umożliwiły porównanie położenia badanych loci. Zidentyfikowano region w V grupie sprzężeń, w pobliżu markera PSGAPA1, w którym położenia loci związanych z odpornością na wyleganie oraz odporności na askochytozę pokrywają się (rys. 16).



Rys. 16. Porównanie położenia loci cech ilościowych w V grupie sprzężeń populacji [P665×Messire] i [Carneval×MP1401]

Źródło: opracowanie własne

Odporność na wyleganie oraz odporność na askochytozę były dotychczas traktowane w procesie hodowli grochu jako osobne zagadnienia. Synergistyczne ujęcie ulepszania obu cech, tj. uzyskanie odmian jednocześnie odpornych na wyleganie i patogena zwiększy konkurencyjność takich odmian w stosunku do innych gatunków uprawnych. W badaniach wykazano związek parametrów mechanicznych łodygi z odpornością na wyleganie (wyższe wartości parametrów dolnego odcinka łodygi u odmiany bardziej odpornej na wyleganie, ujemna korelacja odporności na wyleganie z średnicą środkowego odcinka łodygi oraz wysokością roślin).

Materiały krzyżówkowe, uzyskane z połączenia form wysokoplennych i źródeł odporności na askochytozę i wyleganie, doprowadzono do pokolenia F_3 i przeprowadzono wstępną selekcję hodowlaną pod kątem obu cech.

Analiza molekularna dwóch populacji mapujących grochu pozwoliła zidentyfikować markery molekularne związane z loci cech ilościowych: AA170, mtmt_GEN_00073_01_1 dla odporności na askochytozę oraz Pis_Gen_25_2-3_1, AA18, A004, Rfs1, AC74, AA19, AD56, AD135, AA160, AD249 dla odporności na wyleganie. Marker GAPA1 związany jest zarówno z odpornością na askochytozę, jak i odpornością na wyleganie. Dalsze badania powinny określić rzeczywistą użyteczność wyżej wymienionych markerów.

Zadanie 2.10.

Opracowanie metody skracania cyklu hodowlanego wybranych gatunków roślin strączkowych z zastosowaniem techniki pojedynczych nasion i kultury *in vitro*

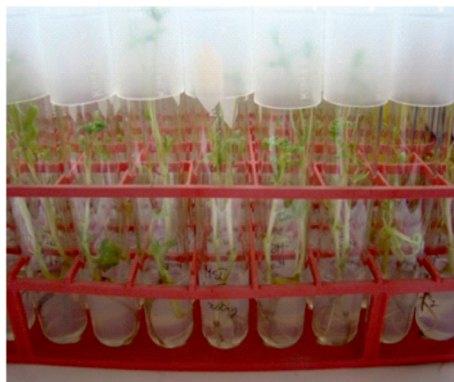
Celem zadania było opracowanie efektywnych metod skracania cyklu hodowlanego roślin u grochu siewnego i łubinu wąskolistnego.

Technika pojedynczych nasion (SSD, z ang. *single seed descent*) polega na tym, że począwszy od F₂ w każdym następnym pokoleniu każda roślina reprezentowana jest przez jedno wybrane losowo nasiono, z którego wyrasta roślina następnego pokolenia. Procedurę tę powtarza się w ciągu kilku kolejnych pokoleń aż do osiągnięcia poziomu homozygotyczności wystarczającego dla celów hodowlanych. Podstawową zaletą tej techniki są małe wymagania co do powierzchni uprawy, a więc może być stosowana w warunkach szklarniowych.

W ramach zadania prowadzono prace badawcze i aplikacyjne w trzech kierunkach:

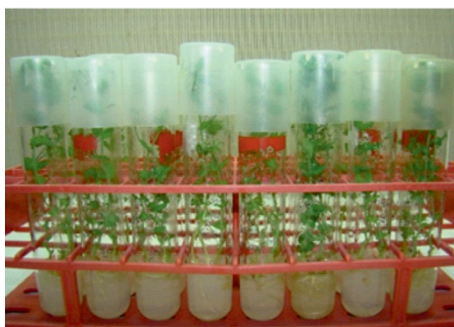
- 1) zastosowania techniki pojedynczych nasion (SSD) w warunkach szklarniowych w dwóch wariantach: w powiązaniu z kulturą *in vitro* zarodków wyizolowanych z niedojrzałych nasion oraz poprzez wysiew nasion,
- 2) wytworzenie za pomocą opracowanych metodyk linii SSD grochu siewnego, łubinu wąskolistnego i łubinu żółtego oraz ocena ich wyrównania za pomocą markerów molekularnych,
- 3) oszacowanie potencjału plonowania linii SSD w doświadczeniach przeprowadzonych w warunkach polowych.

W wyniku przeprowadzonych prac z zakresu kultur *in vitro* zarodków grochu siewnego, łubinu wąskolistnego i łubinu żółtego ustalono, iż optymalny termin izolacji zarodków wynosi 3-4 tygodnie po kwitnieniu. Zarodki badanych gatunków dobrze rozwijają się na pożywce MS, przy czym zarodki grochu lepiej rozwijają się na pożywce zawierającej połowę podstawowej zawartości makro- i mikroelementów. Probówki z zarodkami grochu umieszcza się w pokoju hodowlanym w temperaturze 22°C (dzień), 20°C (noc), przy fotoperiodzie 16/8 h. Oba gatunki łubinów w porównaniu z grochem siewnym różnią się głównie wymaganiami pod względem temperatury. W przypadku łubinu wąskolistnego korzystna dla rozwoju zarodków w pierwszych 1,5-2 tygodniach jest temperatura 12°C, natomiast dla łubinu żółtego 16°C (dzień), 12°C (noc). Po ok. 3 tygodniach roślinki osiągają wielkość pozwalającą na wysadzenie do doniczek i przeniesienie do szklarni (fot. 1, 2).



Fot. 1. Rośliny łubinu żółtego uzyskane za pomocą kultury zarodków *in vitro*:
po 3 tygodniach kultury (po lewej) i rosnące w doniczkach (po prawej)

Źródło: A. Kuczyńska



Fot. 2. Rośliny grochu siewnego otrzymane za pomocą kultury zarodków *in vitro*:
przed wysadzeniem do doniczek (po lewej) i kwitnące (po prawej)

Źródło: R. Holewińska

W firmach niedysponujących laboratorium do kultur *in vitro* zadowalające wyniki można osiągnąć także z pominięciem hodowli zarodków *in vitro*. W ramach zadania opracowano metodykę skrócenia cyklu hodowanego grochu siewnego, opartą na technice pojedynczych nasion, stosowaną w warunkach szklarniowych, pozwalającą uzyskać 3-4 pokolenia rocznie. Cel ten został osiągnięty zarówno poprzez odpowiedni dobór warunków dla wzrostu roślin w warunkach szklarniowych oraz stadium roz-

wojowego zbieranych i wysiewanych powtórnie nasion. Nasiona grochu można wysiewać w szklarni w każdym terminie, przy czym w sezonie jesienno-zimowym okres czasu potrzebny do uzyskania jednego pokolenia wynosi około 3 miesięcy, natomiast w pozostałych terminach 2-2,5 miesiąca. Czas konieczny do uzyskania kolejnego pokolenia grochu można skrócić wysiewając nasiona nie w pełni dojrzałe (ok. 40% wilgotności). Do wysiewu nasion zarówno grochu siewnego, jak i obu gatunków łubinu można stosować

skrzynki lub doniczki, przy czym w przypadku grochu bardziej praktyczne jest zastosowanie doniczek, gdyż łatwiej wtedy wyodrębnić pojedyncze rośliny. Ponieważ w technice SSD potrzebne jest tylko jedno nasiono z rośliny, rośliny grochu można uszczykiwać za 2.-3. kwiatem, co powoduje, że nie jest konieczne stosowanie podpór.

W wyniku realizacji zadania uzyskano 140 linii SSD grochu siewnego (2015 – pokolenie F_{11} , tab. 16) oraz 40 linii łubinu żółtego i wąskolistnego (2015 – pokolenia F_{7-8}), które w 2015 r. wysiane zostały w doświadczeniach polowych. Do doświadczeń włączono także rody hodowlane uzyskane z tych samych kombinacji krzyżówkowych w tym samym okresie czasu, lecz stosując tradycyjną metodę rodowodową prowadzo-

ną w warunkach polowych. W przypadku grochu siewnego i łubinu żółtego było to pokolenie F_4 , a łubinu wąskolistnego F_6 (dwa pokolenia rozmnażano w Chile). Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono wyrównanie fenotypowe roślin w obrębie linii SSD pod względem terminu kwitnienia, wysokości roślin oraz cech morfologicznych (jedynie jedna linia łubinu wąskolistnego była niewyrównana pod względem zabarwienia kwiatów i nasion). Przeprowadzono także analizy molekularne, które wykazały występowanie resztkowej heterozygotyczności w niektórych tylko liniach. W doświadczeniach przeprowadzonych w 2015 r. oceniono potencjał plonowania, najlepsze linie wybrano do dalszych etapów oceny hodowlanej.

Tabela 16

Pokolenia grochu siewnego uzyskiwane w warunkach szklarniowych

Pokolenie	Data/etap
Krzyżowanie (F_0)	Czerwiec 2011
F1	03.11.2011 – szklarnia – wysiew nasion
F2	10.02.2012 – <i>in vitro</i> /szklarnia: pojedyncze nasiona z roślin
F3	16.05.2012 – <i>in vitro</i> /szklarnia: pojedyncze nasiona z roślin
F4	30.07.2012 – <i>in vitro</i> /szklarnia: pojedyncze nasiona z roślin
F5	22.11.2012 – <i>in vitro</i> /szklarnia: pojedyncze nasiona z roślin
F6	05.02.2013 – <i>in vitro</i> /szklarnia: pojedyncze nasiona z roślin
F7	24.04.2013 – <i>in vitro</i> /szklarnia: pojedyncze nasiona z roślin
F8	15.07.2013 – <i>in vitro</i> /szklarnia: pojedyncze nasiona z roślin
F9	25.10.2013 – szklarnia: zbiór wszystkich nasion z rośliny (jedna roślina = jedna linia SSD)
F10	2014 – pole: rozmnożenie i wstępna ocena linii
F11	2015 – doświadczenia polowe: ocena plonowania linii

Źródło: opracowanie własne

Efektom przeprowadzonych badań było więc z jednej strony opracowanie technik pozwalających na znaczące skrócenie okresu czasu potrzebnego do uzyskania linii homozygotycznych grochu siewnego oraz łubinu żółtego i wąskolistnego, z drugiej natomiast uzyskanie linii SSD badanych gatunków, które – po dokonaniu oceny ich wartości agronomicznej w doświadczeniach hodowlanych – mogą bezpośrednio pretendować do uzyskania statusu odmiany uprawnej. Sporządzono także protokoły zawierające szczegółowe opisy metodyki skracania cyklu hodowlanego grochu siewnego, łubinu żółtego i łubinu wąskolistnego.

Zastosowanie w praktyce opracowanej techniki pojedynczych nasion do otrzymywania linii homozygotycznych grochu siewnego oraz obu gatunków łubinów pozwoli na znaczące skrócenie cyklu hodowlanego tych gatunków, co będzie skutkowało obniżeniem kosztów wytworzenia nowych odmian. Nie bez znaczenia jest także możliwość przyspieszenia postępu biologicznego w hodowli roślin strączkowych i szybszego niż dotychczas wchodzenia na rynek z nowymi odmianami, co przyczyni się do zwiększenia konkurencyjności polskich spółek hodowlanych w stosunku do firm zagranicznych.

Zadanie 2.11.

Bobik niskotaninowy, samokończący – zbadanie sposobu dziedziczenia i opracowanie skutecznej metody selekcji dla pęknięcia okrywy nasiennej

Celem zadania było zbadanie sposobu dziedziczenia i opracowanie skutecznej metody selekcji dla pęknięcia okrywy nasiennej w niskotaninowych formach bobiku o zdeteterminowanym typie wzrostu.

Niskotaninowy bobik (*Vicia faba* L.) odznacza się wysoką wartością żywieniową, jednak w nasionach form o niskiej zawartości tanin występuje pęknięcie okrywy nasiennej, częściowo już w strąkach (fot. 3).

Uszkodzone nasiona są często zainfekowane patogenami i nie kiełkują. Z uwagi na fakultatywny sposób zapylania bobiku, dotychczas stosowane metody selekcji nie były skuteczne. W konsekwencji konieczne było opracowanie metodyki selekcji pozwalającej na uzyskanie nasion spełniających wymogi norm przewidzianych dla kwalifikowanego materiału siewnego.

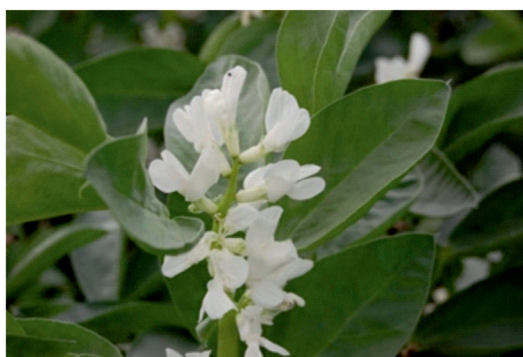
Założono uzyskanie form bobiku samokończącego o niskiej zawartości tanin w nasionach,

wyprowadzenie homozygotycznych linii bobiku niskotaninowego o tradycyjnym typie wzrostu z istniejących odmian, a następnie wykorzystanie tych materiałów do zbadania sposobu dziedziczenia pęknięcia okrywy nasiennej i opracowania skutecznej metody selekcji.

Formy niskotaninowe samokończące bobiku otrzymano metodą krzyżowania i selekcji w izolacji zupełnej bobiku samokończącego o barwnych kwiatach i wysokiej zawartości tanin z bobikiem biało kwitnącym niskotaninowym o tradycyjnym typie wzrostu (fot. 4). Uzyskano 3511 mieszańców, z których wyselekcjonowano 3511 roślin biało kwitnących, samokończących i utworzono z nich 79 lini (tab. 17). Stanowią one materiał wyjściowy do hodowli bobiku samokończącego biało kwitnącego o niepękającej okrywie nasiennej. Uzyskane materiały mieszańcowe umożliwią wyhodowanie nowych odmian w okresie 6-7 lat.



Fot. 3. Pęknięcie okrywy nasiennej bobiku niskotaninowego
Źródło: P. Stopyra



Fot. 4. Bobik biało kwitnący samokończący
Źródło: P. Stopyra

Tabela 17

Liczba uzyskanych mieszańców, roślin i linii bobiku biało kwitnącego samokończącego

Lata	Liczba mieszańców	Liczba uzyskanych roślin								Linie F ₄ bs
		F ₁	F ₂ b	F ₂ s	F ₂ tr	F ₃ b	F ₃ s	F ₃ bs	F ₄ bs	
2011	10	81								
2012	10	70	257	116	1119					
2013	20	230	232	205	526	1956	372	158		
2014	10	62	223	216	1342	663	567	604	764	26
2015			57	52	328	1113	994	528	1457	53
Suma	50	443	769	589	3315	3732	1933	1290	2221	79

b – bobik biało kwitnący niskotaninowy;

s – bobik samokończący kolorowy;

tr – bobik tradycyjny;

bs – bobik biało kwitnący samokończący.

Źródło: opracowanie własne

Linie homozygotyczne otrzymano metodą chowu wsobnego z 4 odmian bobiku: ALBUS, AMULET, OLGA i GRANIT (fot. 4). Materiałem wyjściowym były nasiona w stopniu kwalifikacji B (bazowy), wysiane w polu w izolatorach siatkowych po 1050 nasion z każdej odmiany. Podstawą przyjętej metodyki była duża zmienność pęknięcia okrywy nasiennej na poletkach selekcyjnych i stosunkowo stała ilość pękniętych nasion w materiale siewnym. Założono, że występowanie tej cechy warunkowane jest przez geny recesywne i ograniczenie jej występowania w populacji jest możliwe przez zapylenie wsobne i selekcję.

Minimalna liczba nasion do selekcji powinna zapewnić zachowanie właściwości odmiany. Po 4 latach selekcji uzyskano 447 linii homozygotycznych z czterech odmian bobiku (tab. 18).

Linie dobrane pod względem cech morfologicznych typowych dla danej odmiany wysiano w polu obok siebie na poletkach 10-metrowych w celu rozmnożenia i przepylenia między sobą.

Zawartość nasion z pękniętą okrywą nasienną w materiale wyjściowym wynosiła 2,4%, natomiast po selekcji wynosi w materiale matecznym 0,003%. Homozygotyczne linie o niepekającej okrywie nasiennej będą wykorzystane w hodowli zachowawczej tych odmian do wytwarzania materiału matecznego o zmniejszonej ilości nasion z pękniętą okrywą nasienną oraz w hodowli nowych odmian.



Fot. 5. Chów wsobny

Źródło: P. Stopyra

Tabela 18

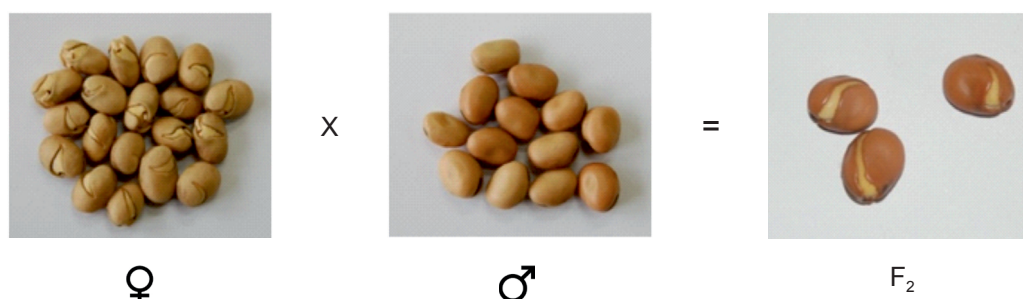
Ilość roślin, linii i materiału maticznego z chowu wsobnego

Odmiana	Liczba roślin po selekcji w latach				Liczba utworzonych linii	Linie wysiane w polu	Zbiór (kg)	Materiał maticzny (kg)
	2011	2012	2013	2014				
Albus	144	977	674	972	82	26	108	569
Amulet	181	1433	798	1151	107	36	161	-
Olga	139	907	318	459	115	39	155	-
Granit	230	448	373	538	143	-	-	-
Suma	694	3765	2163	3120	447	101	424	569

Źródło: opracowanie własne

Dla analizy sposobu dziedziczenia pęknięcia okrywy nasiennej przekrzyżowano homozygotyczne rośliny biało kwitnące z pękniętą okrywą

nasiennej z odmianą tradycyjną Tom i samokończącą Granit, u których pęknięcie okrywy nasiennej nie występuje (rys. 17).



Rys. 17. Dziedziczenie pęknięcia okrywy nasiennej

Źródło: P. Stopyra

W pierwszym pokoleniu F₁ rośliny nie zawierały nasion z pękniętą okrywą. W pokoleniu drugim F₂ około 1/3 roślin, w tym również kolorowych, zawierała nasiona z pękniętą okrywą, przy czym nie wszystkie nasiona z pojedynczej rośliny miały pęknięte okrywy. Wystąpienie pęknięcia okrywy nasiennej w nasionach o wysokiej zawartości tanin pochodzących z roślin barwnie kwitnących pozwala wnioskować, że ta cecha jest warunkowana genem recesywnym, niezależnie

od zawartości tanin w nasionach. Potwierdza to słuszność przyjętych założeń metodycznych.

Wymiernym efektem programu jest usunięcie negatywnej cechy z populacji, a tym samym poprawa jakości materiału siewnego, zmniejszenie strat z powodu jego dyskwalifikacji, zmniejszenie ilości odpadów przy czyszczeniu oraz ilości wysiewu nasion na 1 ha.

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 3

NOWE TRENDY W AGROTECHNICE ROŚLIN STRĄCZKOWYCH I SPOSOBY ZWIĘKSZENIA OPŁACALNOŚCI UPRAWY

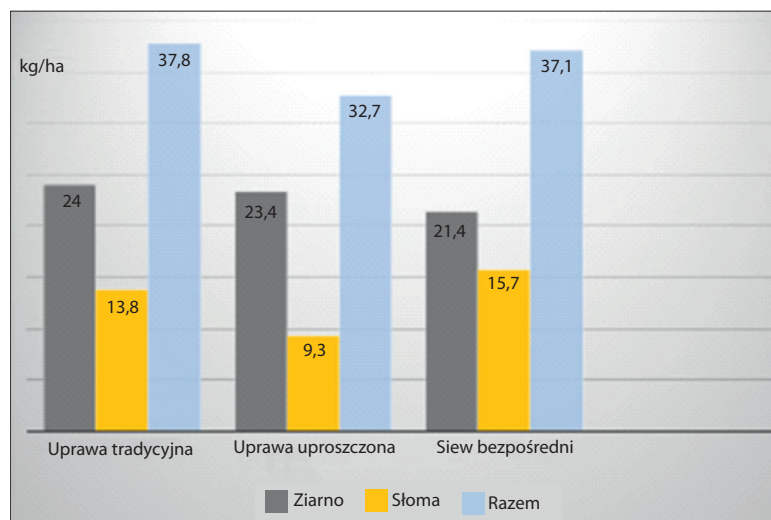
Zadanie 3.1.**Ocena trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy grochu i łubinu w zmianowaniu z różnym udziałem zbóż****Cele**

1. Poszukiwanie, a następnie wprowadzenie do praktyki rolniczej nowych, ekonomicznie uzasadnionych technologii, zmniejszających nakłady energetyczne związane z uprawą roślin strączkowych.
2. Wprowadzenie do aktualnego zmianowania zbożowego roślin strączkowych, ograniczających procesy degradacji gleb, wnoszących do gleby dużą ilość masy organicznej, wiążących wolny azot z powietrza i dających producentom wiele korzyści rolniczo-ekonomicznych, w tym zmniejszenie zużycia nawozów azotowych i beznakładowe zwiększenie plonowania roślin.
3. Wprowadzenie do produkcji nowych, doskonalszych metod agrotechnicznych w produkcji materiału siewnego roślin strączkowych, uwzględniających nowe technologie uprawy, ograniczających infekcję nasion patogenami, których występowanie często powoduje zmiany morfologiczno-biochemiczne, objawiające się redukcją wigoru, odbiegającym od normy kiełkowaniem, infekcją siewek i roślin, a w konsekwencji obniżeniem plonu.
4. Wskazanie najlepszych rozwiązań dla praktyki rolniczej.

Określenie ilości azotu biologicznie zredukowanego przez łubin żółty oraz łubin wąskolistny i możliwości jego wykorzystania przez rośliny następcze

Ścisłe doświadczenia polowe prowadzono w latach 2011-2015, w układzie losowanych bloków, w 3 powtórzeniach. Uwzględniono w nich dwa gatunki łubinu: żółty i wąskolistny oraz trzy systemy uprawy: tradycyjny, uproszczony i siew bezpośredni. Łubin żółty wiązał o około 50% więcej azotu atmosferycznego niż łubin wąskolistny. Ilość biologicznie związanego azotu przez łubin żółty wynosiła średnio $144,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (ilość w 425 kg saletry amonowej), z tego z pola wyniesiono z nasionami 73% ($105 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, reszta azotu pozostała w resztkach poźniwnych dla rośliny następczej), łubin wąskolistny odpowiednio 70 kg azotu (co odpowiadało 200 kg saletry amonowej), z tego wyniesiono z pola z nasionami prawie

84% ($59 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Łubin żółty w tradycyjnym orkowym systemie uprawy roli wiązał mniej azotu ($137 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) niż w uprawie uproszczonej i siewie bezpośrednim (149 i $147 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), natomiast w łubinie wąskolistnym zastosowanie pełnej uprawy orkowej sprzyjało najbardziej asymilacji azotu. Pszenica ozima uprawiana jako roślina następcza po obu łubinach lepiej wykorzystwała azot związany z powietrza przez łubin żółty (91,0%) niż wąskolistny (78,4%). System uprawy tradycyjnej (orkowej) i siew bezpośredni wpływały podobnie na wykorzystanie azotu przez pszenicę ozimą, natomiast na uproszczonym systemie uprawy wartość współczynnika wykorzystania była najmniejsza i wynosiła 78,3%.



Rys. 18. Wykorzystanie azotu pochodzącego z procesu biologicznej redukcji (w kg/ha) przez pszenicę ozimą uprawianą po łubinie żółtym

Źródło: opracowanie własne

Wpływ uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy grochu i łubinu

Doświadczenia łanowe, jednopowtórzeniowe z łubinem żółtym, wąskolistnym, białym i grochem oraz trzema systemami uprawy roli: tradycyjnym, uproszczonym i siewem bezpośrednim (oba uproszczenia zastosowane jednorazowo) przeprowadzono w latach 2011-2015. Zastosowanie uproszczonej (bezorkowej) uprawy łubinu żółtego, łubinu wąskolistnego, łubinu białego i grochu siewnego umożliwia uzyskanie podobnych lub wyższych (4-12%) plonów nasion i zawartego w nich białka niż zastosowanie pełnej uprawy orkowej. Natomiast w siewie bezpośrednim plony nasion łubinu żółtego były podobne, a pozostałych gatunków niższe – 7-17,4%. Największą opłacalność łubinu żółtego, wąskolistnego i białego oraz grochu siewnego uzyskano po zastosowaniu uprawy uproszczonej (bezorkowej). System uprawy roli nie miał więk-

szego wpływu na zawartość białka w nasionach. Uprawa łubinu żółtego, wąskolistnego i białego oraz grochu siewnego w systemie uproszczonym jest ekonomiczniejsza w porównaniu do tradycyjnej uprawy orkowej, gdyż zmniejsza zużycie paliwa o około 35% (około 20 l·ha⁻¹), nakład pracy o 19% oraz pozwala wyprodukować najniższym kosztem 1 kg białka – od 1,80 zł (łubin biały) do 2,38 zł (łubin wąskolistny). Jednorazowe zastosowanie w zmianowaniu uproszczonej bezorkowej uprawy roli pod wszystkie trzy gatunki łubinu i groch nie obniżało plonu nasion w porównaniu do tradycyjnej uprawy orkowej. Warunkiem dobrych efektów produkcyjnych i ekonomicznych takiej technologii uprawy jest wyposażenie gospodarstwa w dobry sprzęt do powierzchniowej uprawy roli oraz siewnik z redlicami talerzowymi z regulowaną głębokością siewu.

Tabela 19

Plon nasion i białka łubinu oraz grochu w zależności od systemu uprawy roli

Gatunek	System uprawy roli			Średnio
	tradycyjny (orkowy)	uproszczony (bezorkowy)	zerowy (siew bezpośredni)	
Plon nasion (t·ha ⁻¹)				
Łubin żółty odmiany Lord	15,0	16,8	14,9	15,6
Łubin wąskolistnty odmiany Dalbor	19,2	21,1	17,9	19,4
Łubin biały odmiany Butan	25,3	26,4	20,9	24,2
Groch siewny odmiany Model	30,3	32,0	26,6	29,6
Plon białka (t·ha ⁻¹)				
Łubin żółty odmiany Lord	614 kg	682 kg	568 kg	621
Łubin wąskolistny odmiany Dalbor	544 kg	588 kg	471 kg	534
Łubin biały odmiany Butan	823 kg	868 kg	641 kg	777
Groch siewny odmiany Model	655 kg	714 kg	612 kg	660

Źródło: opracowanie własne

Tabela 20

Wartość produkcji roślin strączkowych (zł·ha⁻¹) wraz z dopłatami wg cen z 2014 roku

Gatunek	System uprawy roli		
	tradycyjny (orkowy)	uproszczony (bezorkowy)	zerowy (siew bezpośredni)
Łubin żółty odmiany Lord	3 067,24	3 207,24	2 977,24
Łubin wąskolistny odmiany Dalbor	3 427,24	3 507,24	3 117,24
Łubin biały odmiany Butan	4 037,24	4 187,24	3 467,24
Groch siewny odmiany Model	4 719,12	4 919,12	4 439,12

Źródło: opracowanie własne

Tabela 21

Koszty bezpośrednie (zł·ha⁻¹) uprawy roślin strączkowych wg cen z 2014 roku

Gatunek	System uprawy roli		
	tradycyjny (orkowy)	uproszczony (bezorkowy)	zerowy (siew bezpośredni)
Łubin żółty odmiany Lord	1 591,21	1 515,05	1 443,04
Łubin wąskolistny odmiany Dalbor	1 479,94	1 402,90	1 326,00
Łubin biały odmiany Butan	1 600,97	1 565,71	1 492,67
Groch siewny odmiany Model	1 724,06	1 683,67	1 615,40

Źródło: opracowanie własne



Rys. 19. Systemy uprawy stosowane w uprawie roślin strączkowych

Źródło: J. Szukała

Tabela 22

Nadwyżka bezpośrednia uprawy roślin strączkowych (zł ha) wg cen z 2014 roku

Gatunek	System uprawy roli		
	tradycyjny (orkowy)	uproszczony (bezorkowy)	zerowy (siew bezpośredni)
Łubin żółty odmiany Lord	1 476,03	1 692,19	1 534,04
Łubin wąskolistny odmiany Dalbor	1 947,30	2 104,34	1 791,24
Łubin biały odmiany Butan	2 436,27	2 621,53	1 974,57
Groch siewny odmiany Model	2 632,81	2 883,57	2 551,84

Źródło: opracowanie własne

Tabela 23

Koszty zużycia paliwa i nakłady roboczogodzin na 1 ha roślin strączkowych
oraz koszt produkcji 1 kg białka w zależności od systemu uprawy roli

Gatunek	System uprawy roli		
	tradycyjny	uproszczony	siew bezpośredni
Zużycie paliwa (litry)			
Łubin żółty	57,85	38,00	25,50
Łubin wąskolistny	55,80	35,70	22,50
Łubin biały	60,71	40,36	27,01
Groch siewny	53,74	34,29	20,36
Średnio	57,02 (100%)	37,09 (65,0%)	23,84 (41,8%)
Nakład roboczogodzin			
Łubin żółty	3,40	2,80	2,50
Łubin wąskolistny	3,70	3,00	2,50
Łubin biały	3,97	3,24	2,78
Groch siewny	3,71	2,99	2,44
Średnio	3,69 (100%)	3,00 (81,3%)	2,55 (69,1%)
Koszt produkcji 1 kg białka			
Łubin żółty	2,59	2,22	2,54
Łubin wąskolistny	2,72	2,38	2,81
Łubin biały	1,94	1,80	2,33
Groch siewny	2,63	2,36	2,63
Średnio	2,47(95,7%)	2,19 (84,9%)	2,58 (100%)

Źródło: opracowanie własne

Ocena trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie łubinu i grochu na plonowanie i jakość nasion

Badania polowe przeprowadzone w latach 2011-2015, w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach, potwierdzają przydatność w praktyce mniej kosztownych trwałych (ponad 15-letnich) bezorkowych systemów uprawy roli w uprawie grochu siewnego, łubinu żółtego i łubinu wąskolistnego. Średnio za 5-letni okres badań największy plon nasion tych gatunków odnotowano, stosując uproszczoną (bezorkową) uprawę roli. Trwałe zastosowanie uproszczonej bezorkowej uprawy roli pod te gatunki nie wpłynęło na pogorszenie jakości nasion w porównaniu do jakości nasion uzyskanych w tradycyjnej orkowej uprawie roli oraz zapewniało największy plon białka.

Stosowanie uproszczeń w uprawie roli oraz siew bezpośredni, stosowane pod groch siewny oraz łubin żółty i łubin wąskolistny wpływa korzystniej na życie mikrobiologiczne gleby niż tradycyjna uprawa orkowa. Gleby te charakteryzuje większa zawartość fosfatazy kwaśnej i dehydrogenazy w powierzchniowej warstwie gleby 0-10 cm. Aktywność enzymatyczna jest miarą urodzajności gleby, która ma wpływ na wielkość biochemicznej mineralizacji związków organicznych i w konsekwencji dostarczanie składników odżywczych dla roślin. Ograniczenie ingerencji w układ gleby (uprawa uproszczona i siew bezpośredni) zmniejsza tempo mineralizacji substancji organicznej, zwiększając zawartość węgla organicznego w glebie, a to pociąga za sobą pozytywne zmiany jakości gleby przyczyniające się do wzrostu liczebności i aktywności mikroorganizmów glebowych. Uprawa bezorkowa, a szczególnie siew bezpośredni, wpływa na zwiększenie wilgotności gleby w warstwie

od 0 do 20 cm, co jest ważne dla rozwoju grochu i łubinu (i nie tylko) w latach o niedoborach opadowych. Trwałe wieloletnie stosowanie systemów bezorkowych poprawia właściwości fizyczne gleby spowodowane działaniem fauny glebowej, czego efektem jest tworzenie się biogennych porów, dzięki czemu w latach o niekorzystnych warunkach pogodowych notowane są nawet większe plony nasion grochu i łubinu w uproszczonej uprawie roli, a niekiedy również w siewie bezpośrednim niż w tradycyjnej uprawie orkowej.

Podsumowując, można zalecić do stosowania w praktyce uprawę uproszczoną (bezorkową) jako nową technologię uprawy tych gatunków, wynikającą z:

- a) co najmniej podobnego lub nieco wyższego niż przy tradycyjnej uprawie orkowej poziomu plonowania,
- b) korzyści ekonomicznych na skutek zmniejszenia o około 35% nakładów energetycznych na paliwo i 19% nakładów pracy, a tym samym zmniejszenia kosztów produkcji,
- c) uzyskania nasion o podobnej jakości paszowej, zwłaszcza pod względem zawartości białka,
- d) korzystnego wpływu w przypadku upraw nasiennych, warunkując wysoką jakość uzyskanego materiału siewnego.



Fot. 6. Łubin żółty – siew bezpośredni

Źródło: J. Szukała



Fot. 7. Łubin biały – siew bezpośredni

Źródło: J. Szukała



Fot. 8. Groch siewny – siew bezpośredni

Źródło: J. Szukała

Tabela 24

Wpływ trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie łubinu
w zmianowaniu z różnym udziałem zbóż (plon w t·ha⁻¹)

System uprawy roli	Łubin żółty Mister w zmianowaniu z 50% udziałem zbóż	Łubin wąskolistny Bojar w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż
Tradycyjny	2,01	2,28
Uproszczony	1,95	2,17
Siew bezpośredni	1,88	1,87
NIR _{0,05}	0,09	0,11

Źródło: opracowanie własne

Tabela 25

Wpływ trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli i deszczowania na plonowanie łubinu ($t \cdot ha^{-1}$)

Czynnik	System uprawy roli			Średnio
	tradycyjny (orkowy)	uproszczony (bezorkowy)	zerowy (siew bezpośredni)	
Łubin żółty odmiany Mister				
Niedeszczowany	1,75	1,78	1,59	1,71
Deszczowany	2,50	2,22	1,93	2,22
Różnica	42,8%	24,7%	21,4%	29,4%
Łubin wąskolistny odmiany Bojar				
Niedeszczowany	2,21	2,07	1,81	2,03
Deszczowany	2,81	2,50	1,94	2,42
NIR _{0,05}	27,1%	20,8%	7,2%	19,2%

Źródło: opracowanie własne

Tabela 26

Wpływ trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli i deszczowania na jakość nasion łubinu

Czynnik	System uprawy roli		
	tradycyjny (orkowy)	uproszczony (bezorkowy)	zerowy (siew bezpośredni)
Łubin żółty odmiany Mister – zawartość białka w nasionach (%)			
Niedeszczowany	42,0	43,1	42,6
Deszczowany	42,0	41,3	42,2
NIR _{0,05}	n.i		
Łubin żółty odmiany Mister – zdolność kiełkowania nasion (%)			
Niedeszczowany	92,9	93,1	93,7
Deszczowany	84,7	85,4	88,4
NIR _{0,05}	1,20		
Łubin wąskolistny odmiany Bojar – zawartość białka w nasionach (%)			
Niedeszczowany	30,1	29,2	30,6
Deszczowany	30,1	29,6	31,2
Średnio	30,1	29,4	30,9
NIR _{0,05} dla systemów uprawy roli 1,01			
Łubin wąskolistny odmiany Bojar – zdolność kiełkowania nasion (%)			
Niedeszczowany	89,0	91,3	90,5
Deszczowany	88,8	86,9	86,1
NIR _{0,05}	0,92		

Źródło: opracowanie własne

Tabela 27

Wpływ trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie i jakość nasion grochu

System uprawy roli	Plon nasion (t·ha ⁻¹)	Zawartość białka w nasionach (%)	Plon białka (kg·ha ⁻¹)
Tradycyjny	4,16	21,4	797
Uproszczony	4,43	21,0	844
Siew bezpośredni	4,09	20,9	758
Siew bezpośredni (SB/UPR)	3,94	21,5	763
Siew bezpośredni (SB2x/UPR1x)	4,09	21,1	762
NIR _{0,05}	0,13	r.n.	23,0

UPR – uprawa uproszczona; SB – siew bezpośredni

Źródło: opracowanie własne

Tabela 28

Właściwości fizyczne gleby w okresie wegetacji grochu

Sposób uprawy roli	Wilgotność gleby (%)			Gęstość objętościowa (g cm ⁻³)			Kapilarna pojemność wodna (%)		
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
TR*	14,6	15,4	17,4	1,42	1,53	1,72	35,4	32,6	28,4
UPR	17,1	17,1	18,9	1,48	1,62	1,67	32,4	30,3	31,2
SB	18,8	19,2	20,2	1,56	1,68	1,65	30,1	28,4	32,1
NIR _{0,05}	1,4	1,1	1,3	0,09	0,08	0,05	2,0	1,8	2,2

*TR – uprawa tradycyjna; UPR – uprawa uproszczona; SB – siew bezpośredni

Źródło: opracowanie własne

Tabela 29

Aktywność enzymatyczna gleby w okresie wegetacji grochu

Sposób uprawy roli	Warstwa gleby (cm)	Fosfataza kwaśna μmol PNP g ⁻¹ s.m. gleby h ⁻¹	Dehydrogenaza μmol TPF kg ⁻¹ s.m. gleby h ⁻¹
Tradycyjny	0-10	0,53	2,47
Uproszczony		0,75	3,81
Siew bezpośredni		0,94	4,57
Tradycyjny	10-20	0,61	2,83
Uproszczony		0,54	2,72
Siew bezpośredni		0,50	3,15

Źródło: opracowanie własne

Tabela 30

Wpływ przedplonu, uprawy roli i nawożenia azotem na porażenie pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła (Brody, średnio 2013-2015)

Czynnik	Zgorzel podstawy źdźbła		Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła		Łamliwość źdźbeł	
	%	indeks (0-100)	%	indeks (0-1)	%	indeks (0-1)
Przedplon						
Pszenica ozima	17,5	4,4	37,3	0,22	23,1	0,10
Łubin wąskolistny	7,2	1,7	35,9	0,22	27,0	0,12
Łubin żółty	6,7	1,8	31,2	0,19	30,8	0,14
Łubin biały	8,4	1,8	31,5	0,18	25,7	0,11
Groch	13,0	3,2	33,0	0,19	24,0	0,11
NIR _{0,05}	6,8	1,8	3,4	0,03	4,7	0,03
System uprawy roli						
Tradycyjny	12,2	3,0	36,6	0,22	27,8	0,12
Uproszczony	8,9	2,1	30,9	0,18	24,5	0,11
NIR _{0,05}	2,0	0,5	2,5	0,02	2,5	r.n.
Nawożenie azotem kg N/ha						
0	17,4	4,4	31,8	0,18	21,3	0,08
60	11,3	2,8	32,0	0,19	27,0	0,12
120	6,3	1,5	36,1	0,21	26,6	0,12
180	7,1	1,6	35,1	0,21	29,6	0,14
NIR _{0,05}	3,8	1,0	3,0	0,02	3,2	0,02

Źródło: opracowanie własne

Optymalizacja zwalczania chwastów w uprawie łubinu

Jednoczynnikowe doświadczenia polowe, w 4 powtórzeniach z kilkunastoma kombinacjami herbicydów stosowanymi w łubinie żółtym, wąskolistnym i białym przeprowadzono w latach 2011-2015. Dobór herbicydów powinien być ściśle dobrany do warunków pogodowych, a w szczególności do poziomu wilgotności gleby. W latach, w których w kwietniu i maju występuje odpowiedni rozkład opadów, najwyższą skutecznością charakteryzował się preparat Wing P 462,5 EC stosowany doglebowo w dawce

3-4 l/ha. Na polach, na których nie występuje presja komosy białej, możliwe jest zastosowanie w łubinie preparatu Legato 500 SC w dawce 0,2 l/ha. Herbicyd Betanal MaxxPro 209 OD stosowany w dawce 1,25 l/ha, w fazie 4-6 liści zwalczał szerokie spektrum chwastów, wywoływał jednak niewielkie, przemijające uszkodzenia na roślinach łubinu (szczególnie wąskolistnego). Przemijające uszkodzenia powodowane przez ten preparat nie miały ujemnego wpływu na poziom plonowania łubinów.

Zadanie 3.2.

Przyrodnicze, produkcyjne i ekonomiczne skutki różnej intensywności uprawy trzech gatunków łubinu na plonowanie, jakość nasion oraz efekty ekonomiczne przy zastosowaniu nisko-, średnio- i wysokonakładowej technologii uprawy

Cele

1. Określenie przyrodniczych, rolniczych i ekonomicznych skutków różnej intensywności uprawy roślin strączkowych przy zastosowaniu technologii uprawy nisko-, średnio- i wysokonakładowej, wychodzących naprzeciw realizowanej polityce rolnej w kierunku ograniczenia ujemnego oddziaływania na środowisko i wskazanie najlepszych rozwiązań praktyce rolniczej.
2. Wyjście naprzeciw rozwiązaniom rolnictwa zrównoważonego obowiązującego w państwach członkowskich Unii Europejskiej od 2014 r.

Doświadczenia polowe z trzema technologiami uprawy, trzech gatunków łubinu, w 4 powtórzeniach przeprowadzono w dwóch regionach kraju: kujawsko-pomorskim i wielkopolskim, (dodatkowo z grochem) w latach 2011-2015.

Najwyższe plony nasion i białka łubinu uzyskano w regionie kujawsko-pomorskim i wielkopolskim, stosując technologię wysokonakładową, natomiast grochu w regionie wielkopolskim, stosując technologię średnionakładową. Zastosowanie technologii niskonakładowej w uprawie tych gatunków najslabiej ograniczało występowanie chwastów. Uprawa łubinu białego umożliwia uzyskanie największych plonów nasion spośród wszystkich gatunków łubinu, zwłaszcza w regionie kujawsko-pomorskim. Tradycyjne odmiany łubinu żółtego i białego zapewniają wyższy plon nasion niż odmiany samokończące. Natomiast samokończąca odmiana łubinu wąskolistnego w regionie kujawsko-pomorskim plonowała istotnie wyżej od tradycyjnej, a w regionie wielkopolskim nieznacznie jej ustępowała (7%). W uprawie łubinu największą nadwyżkę bezpośrednią zapewnia technologia niskonakładowa, a grochu średnionakładowa. Nie ma podstaw ekonomicznych do stosowania w praktyce rolniczej technologii wysokonakładowej w uprawie łubinu i grochu. Wzrost nakładów na przemysłowe środki produkcji w uprawie łubinu powoduje wzrost kosztów bezpośrednich, natomiast spadek nadwyżki bezpośredniej i wskaźnika opłacalności bezpośredniej.

Tabela 31

Plon nasion łubinu i grochu w zależności od regionu, technologii uprawy i odmiany (t·ha⁻¹)

Region uprawy	Technologia	Łubin żółty		Łubin wąskolistny		Łubin biały		Groch siewny
		Mister	Perkoz	Zeus	Regent	Butan	Boros	Tarchalska
Kujawsko-pomorski	Niskonakładowa	1,83	1,66	1,66	2,51	3,05	2,75	-
	Średnionakładowa	1,94	1,83	1,93	2,47	3,23	2,62	-
	Wysokonakładowa	2,20	1,98	2,26	2,90	3,48	2,98	-
Średnia		1,99	1,82	1,95	2,63	3,25	2,78	-
Wielkopolski	Niskonakładowa	1,67	1,68	1,85	1,75	2,12	-	2,63
	Średnionakładowa	1,97	1,82	2,45	2,25	2,50	-	3,68
	Wysokonakładowa	2,18	1,91	2,62	2,44	2,67	-	3,52
Średnia		1,94	1,81	2,30	2,14	2,43	-	3,28

*groch deszczowany

Źródło: opracowanie własne

Tabela 32

Plony białka łubinu i grochu w zależności od regionu, technologii uprawy i odmiany (kg·ha⁻¹)

Region uprawy	Technologia	Łubin żółty		Łubin wąskolistny		Łubin biały		Groch siewny
		Mister	Perkoz	Zeus	Regent	Butan	Boros	Tarchalska
Kujawsko-pomorski	Niskonakładowa	691	624	498	632	1 001	863	-
	Średnionakładowa	748	705	535	633	1 052	897	-
	Wysokonakładowa	830	700	685	745	1 134	1 000	-
Średnia		756a	676a	573b	670a	1 062a	920b	-
Wielkopolski	Niskonakładowa	649	576	516	479	629	-	500
	Średnionakładowa	741	645	679	579	745	-	655
	Wysokonakładowa	840	674	754	692	783	-	640
Średnia		743	631	649	583	719	-	598

Źródło: opracowanie własne

Tabela 33

Wartość nadwyżki bezpośredniej (zł·ha⁻¹) z dopłatami w zależności od technologii uprawy 2011-2014*

Region uprawy	Technologia	Łubin żółty	Łubin wąskolistny	Łubin biały	Groch siewny
Kujawsko-pomorski	Niskonakładowa	1 923	2 199	2 962	-
	Średnionakładowa	1 078	1 251	1 845	-
	Wysokonakładowa	752	1 285	1 831	-
Średnia		1 251	1 578	2 213	
Wielkopolski	Niskonakładowa**	-	-	-	2 851*
	Średnionakładowa**	-	-	-	3 127*
	Wysokonakładowa**	-	-	-	2 807*
Średnia		-	-	-	2928

*według dopłat i cen z 2014 roku,

**wartość nadwyżki bezpośredniej łubinu określona za 2015 rok

Źródło: opracowanie własne

Zadanie 3.3.**Rolnicza i ekonomiczna waloryzacja przedplonów strączkowych w uprawie zbóż i rzepaku****Cele**

1. Wprowadzenie do aktualnego zmianowania zbożowego roślin strączkowych, ograniczających procesy degradacji gleb, wnoszących do gleby dużą ilość masy organicznej, wiążących wolny azot z powietrza i dających producentom wiele korzyści rolniczo-ekonomicznych, w tym zmniejszenie zużycia nawozów azotowych i beznakładowe zwiększenie plonowania roślin.
2. Określenie wpływu przedplonów strączkowych i zbóż następujących po nich na rolniczą i ekonomiczną efektywność produkcji nasion (ziarna) w ogólnym zmianowaniu: roślina strączkowa – roślina zbożowa lub rzepak ozimy.
3. Lepsze wykorzystanie zasobów siedliska w różnych regionach kraju i ograniczenie rozprzestrzeniania się patogenów grzybowych, szkodników oraz chwastów.
4. Wyjście naprzeciw rozwiązaniom rolnictwa zrównoważonego obowiązującego w państwach członkowskich Unii Europejskiej od 2014 r.

Doświadczenia polowe w 4 powtórzeniach z roślinami strączkowymi oraz zbożem jarym jako przedplonami pod rzepak ozimy (lub zboża ozime) przeprowadzono w latach 2011-2015 w 4 regionach kraju: dolnośląskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim i warmińsko-mazurskim.

Uprawa rzepaku ozimego w pierwszym roku po strączkowych umożliwiła uzyskanie wyższych plonów nasion niż po zbożu jarym: o 15% w regionie dolnośląskim, o 11% w regionie warmińsko-mazurskim i o 7% w regionie wielkopolskim. Plon pszenżyta ozimego był wyższy średnio o 16% (region kujawsko-pomorski). Najlepszym przedplonem dla rzepaku ozimego na dobrych glebach (region dolnośląski i warmińsko-mazurski) jest bobik (odmiana tradycyjna i samokończąca), natomiast na średnich glebach (region wielkopolski) wartość przedplonowa stanowiska po grochu oraz łubinie (odmiana tradycyjna i samokończąca) dla rzepaku była podobna. Zmianowanie z udziałem roślin strączkowych jest najprostszą drogą do beznakładowego zwiększenia plonów roślin następczych.

Tabela 34

Plonowanie roślin strączkowych i następczych na glebach dobrych
w regionie dolnośląskim i warmińsko-mazurskim (t·ha⁻¹)

Region kraju	Bobik tradycyjna Olga	Bobik samokończąca Granit	Łubin wąskolistny Zeus	Groch siewny Tarchalska	Pszenica jara
Dolnośląski	3,92	3,81	1,59	3,86	5,12
Warmińsko-mazurski	5,40	5,64	3,10	5,48	5,11
Plonowanie rzepaku ozimego w I roku po strączkowych (t·ha ⁻¹)					
Dolnośląski	4,57	4,72	4,59	4,59	4,01
NIR _{0,05}	0,21				
Warmińsko-mazurski	6,07	5,41	5,53	5,74	5,11
NIR _{0,05}	0,20				
Plonowanie pszenicy ozimej w II roku po strączkowych (t·ha ⁻¹)					
Dolnośląski	6,46	6,68	6,65	6,66	6,44
NIR _{0,05}	0,20				
Warmińsko-mazurski	9,02	8,75	8,88	8,83	8,65
NIR _{0,05}	0,21				

Źródło: opracowanie własne

Tabela 35

Plonowanie roślin strączkowych i następczych na glebach średnich w regionie wielkopolskim (t·ha⁻¹)

Łubin żółty Mister odmiana tradycyjna	Łubin żółty Perkoz samokończąca	Łubin wąskolistny Zeus tradycyjna	Łubin wąskolistny Regent samokończąca	Łubin biały Butan tradycyjna	Groch siewny Tarchalska wąsolistna	Jęczmień jary Antek
2,23	1,93	2,25	2,42	2,83	3,46	4,14
Plonowanie rzepaku ozimego w I roku po strączkowych i jęczmieniu jarym (t·ha ⁻¹)						
4,13a	4,17a	4,03a	3,93a	3,98a	4,03a	3,77b
NIR _{0,05}	0,15					
Plonowanie pszenicy ozimej w II roku po strączkowych i jęczmieniu jarym (t·ha ⁻¹)						
7,72a	7,93a	7,71a	7,76a	7,60a	7,36 ab	7,28b
NIR _{0,05}	0,25					

Źródło: opracowanie własne

Tabela 36

Plonowanie roślin strączkowych i następczych na glebach średnich w regionie kujawsko-pomorskim (t·ha⁻¹)

Łubin żółty Mister odmiana tradycyjna	Łubin wąskolistny Zeus tradycyjna	Łubin biały Butan tradycyjna	Groch siewny Tarchalska wąsolistna	Jęczmień jary
2,04	2,98	3,46	3,52	4,33
NIR _{0,05}	1,014			
Plonowanie pszenżyta ozimego w I roku po strączkowych i jęczmieniu jarym (t·ha ⁻¹)				
6,21a	6,09a	5,99a	5,94a	5,21b
Plonowanie rzepaku ozimego w II roku po strączkowych i jęczmieniu jarym (t·ha ⁻¹)				
3,63b	3,75b	3,76b	3,80ab	4,01a

Źródło: opracowanie własne

Zadanie 3.4.**Jesienny siew grochu i łubinu białego jako kierunek do większego wykorzystania potencjału biologicznego tych roślin****Cele**

1. Ocena możliwości stosowania zimowych zasiewów grochu, bobiku i łubinu, plonujących wyżej niż siewy wiosenne, ponieważ ich wyższy potencjał i lepsza wierność plonowania wynika głównie z pełnej wernalizacji roślin w okresie zimowym i lepszego wykorzystania wody pozimowej.
2. Większe wykorzystanie postępu biologicznego tkwiącego w nowych odmianach roślin strączkowych metodami agrotechnicznymi, poprzez określenie możliwości siewu rodzimych jarych odmian roślin strączkowych jesienią i zimą po specjalnych zabiegach zabezpieczających nasiona przed pęcznieniem w zbyt niskiej temperaturze i nadmiernej wilgotności gleby.
3. Sformułowanie zaleceń dotyczących nowych technologii upraw nasiennych roślin strączkowych, co powinno przyczynić się do zwiększenia udziału ich nasion w bilansie białka roślinnego dla zwierząt monogastrycznych.
4. Określenie efektów ekonomicznych i przekazanie najlepszych rozwiązań praktyce rolniczej.

Doświadczenia polowe z łubinem białym oraz grochem siewnym przeprowadzono w latach 2011-2015, każde w 4 powtórzeniach.

Ozimy groch siewny charakteryzuje się zdecydowanie większą przeżywalnością w okresie zimowym i wyższą plennością niż łubin biały. Odmiana łubinu białego Orus nie nadaje się do uprawy w warunkach naszego kraju. Dotychczasowe wyniki badań nie pozwalają jednoznacznie wskazać optymalnego jesiennego terminu siewu ozimych odmian grochu. Najskuteczniejszym sposobem agrotechnicznym chroniącym rośliny strączkowe przed niską temperaturą jest wysiew w gorczycę białą i/lub w mulcz ścierniskowy. Zabezpieczenie nasion przed pęcznieniem w okresie zimowym przy pomocy powleknięcia (otoczkowania) różnymi substancjami (produktami) okazało się mało skuteczne i nie gwarantowało ich przeżycia lub rozpoczęcia procesu kiełkowania, natomiast w siewie późno-zimowym (luty) zabezpieczało nasiona obu gatunków przed stresem chłodno-wodnym, choć w niektórych przypadkach hamowało znacząco wschody polowe grochu, a w mniejszym stopniu wpływało hamująco na wschody łubinu białego.

Tabela 37

Wpływ terminu siewu grochu ozimego na przezimowanie roślin (%)

Termin siewu	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
I	0	11,9	80,0	71,4
II	0	24,0	82,0	32,9
II	0	50,6	79,2	62,1

Źródło: opracowanie własne

Tabela 38

Wpływ terminu siewu łubinu białego ozimego na przezimowanie roślin (%)

Termin siewu	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
I	0	0	23,0	2,69
II	0	0	10,6	0
II	0	0	8,6	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela 39

Plonowanie grochu siewnego ozimego w zależności od sposobu zabezpieczenia roślin (t·ha⁻¹)

Sposoby zabezpieczania roślin przed uszkodzeniami przez niską temperaturę	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
Kontrola, bez żadnych zabiegów	0	1,04	0,61	2,83
Wysiew nasion w gorczycę białą	0	0,64	0,29	3,11
Wysiew nasion w ściernisko	0	0,45	0,49	2,74
Wysiew nasion w płytkie redliny	0	0,69	0,54	2,65
Obredlenie roślin jesienią	0	0,56	0,46	2,06
Pentakkeep	x	x	0,41	2,60
GROWN ON	x	x	0,60	2,97
Reefflets	x	x	0,57	2,85
Alkalin KB+Si	x	x	0,82	2,74
Przedsiewne nawożenie P i K (120 i 180 kg·ha ⁻¹)	x	x	0,44	2,43
Mieszanka z pszenżytem	x	x	x	2,57
Ściółkowanie pola rozdrobnioną słomą	x	x	x	2,53
Cereon (etefon)	x	x	x	2,21
Mieszanka z pszenżytem, wiosną herbicyd w celu usunięcia roślin pszenżyta	x	x	x	1,12
Mieszanka z wyką ozimą	x	x	x	0,94

Źródło: opracowanie własne

Zadanie 3.5.**Wpływ nawożenia słomą i uprawy w mieszankach na plonowanie i jakość nasion roślin strączkowych****Cele**

1. Wprowadzenie do aktualnego zmianowania zbożowego roślin strączkowych, ograniczających procesy degradacji gleb, wnoszących do gleby dużą ilość masy organicznej, wiążących wolny azot z powietrza i zmniejszających zużycie nawozów azotowych i wpływających na beznakładowe zwiększenie plonowania roślin.
2. Poznanie reakcji roślin strączkowych na nawożenie słomą oraz lepsze wykorzystanie zasobów siedliska i ograniczenie rozprzestrzeniania się patogenów grzybowych, szkodników oraz chwastów.
3. Wskazanie możliwości zróżnicowania produkcji roślinnej w warunkach zintegrowanej uprawy i ograniczania nakładów na przemysłowe środki produkcji.
4. Analiza ekonomiczna członu zmianowania: siew czysty + zboże i członu współrzędna uprawa strączkowych ze zbożami + zboże i wskazanie najlepszych rozwiązań dla praktyki rolniczej.

Doświadczenia polowe dotyczące nawożenia mineralnego i naturalnego oraz mieszanek zbóż jarych (jęczmień, pszenica, pszenżyto) z łubinem żółtym i wąskolistnym przeprowadzono w woj. lubelskim. Natomiast doświadczenia z mieszankami pszenżyta z bobikiem i łubinem żółtym wykonano w woj. dolnośląskim. Wszystkie doświadczenia prowadzono w latach 2011-2015 w 4 powtórzeniach.

Wyższe plony nasion bobiku (o około 24% i białka o ponad 26%) w porównaniu do kontroli zebrano na obiektach nawożonych słomą + nawożenie NPK oraz po poplonie + NPK. Pod wpływem nawożenia samą słomą plony nasion były wyższe o 15%, a białka o 18%. Groch reagował wzrostem plonu słabiej, najwięcej do 6,0% w najlepszych kombinacjach. Plon nasion bobiku i koszt produkcji 1 kg białka grochu był większy niż bobiku, natomiast plon białka z 1 ha bobiku nieco mniejszy. Bobik i groch najlepiej plonowały (nasiona i białko), gdy jesienią przyorano słomę lub wysiewano gorczycę, a na wiosnę zastosowano pełną dawkę nawożenia mineralnego, ustalonego na podstawie zawartości makroskładników w glebie. Zastosowanie nawożenia mineralnego w uprawie grochu i bobiku powodowało zwiększenie kosztów produkcji 1 kg białka w porównaniu do nie nawożonych upraw tych roślin.

Tabela 40

Wpływ nawożenia słomą i innymi nawozami na plon nasion,
zbiór białka i koszt produkcji 1 kg białka grochu i bobiku

Wyszczególnienie	Bobik			Groch		
	plon nasion (t·ha ⁻¹)	plon białka (kg·ha ⁻¹)	koszt 1 kg białka (zł)	plon nasion (t·ha ⁻¹)	plon białka (kg·ha ⁻¹)	koszt 1 kg białka (zł)
Kontrola – bez nawożenia	3,14	844	2,31	3,80	867	2,22
NPK	3,54	963	2,99	4,04	967	2,84
Słoma	3,62	998	2,68	3,86	909	2,89
Słoma + NPK	3,88	1070	3,26	3,99	1036	3,24
Poplon z gorczycy	3,62	981	2,37	3,71	934	2,54
Poplon gorczycy + NPK	3,93	1066	2,52	4,00	998	3,08
Średnio	3,62	987	2,69	3,90	951	2,80

Źródło: opracowanie własne

Większe plony o około 10-12% uzyskano z uprawy mieszanek łubinu żółtego z pszenicą i jęczmieniem w porównaniu do plonów mieszanek z udziałem pszenżyta. Również mieszanki łubinu wąskolistnego z jęczmieniem jarym plonowały lepiej niż mieszanki z pszenżytem jarym. Poziom plonowania mieszanek zbóż jarych z łubinem żółtym był mniejszy niż plon zbóż uprawianych w czystym siewie, zwłaszcza przy 80% udziale tego gatunku w mieszance. Ziarno zbóż jarych uprawiane w mieszankach z łubinem żółtym i wąskolistnym zawierało więcej białka niż uprawiane w czystym siewie. Obserwowano również zwiększenie ilości białka w ziarnie zbóż uzyskanym z mieszanek z większym udziałem łubinu. Ziarno pszenicy i pszenżyta zawierało podobną ilość białka, ale większą niż ziarno jęczmienia. Oddziaływanie zbóż na gromadzenie białka w nasionach łubinu było niewielkie (podobna zawartość). Znacznie większe plony białka zapewnia uprawa łubinu żółtego i wąskolistnego

niż zbóż jarych (jęczmień, pszenica, pszenżyto). Ponadto uzyskane plony białka mieszanek zbóż jarych z łubinem żółtym były zbliżone do plonu białka łubinu uprawianego w czystym siewie i znacząco większe niż plony białka zbóż uprawianych w czystym siewie. Zwiększenie udziału łubinu w łanie mieszanek powodowało zwiększenie plonu białka. Koszt produkcji 1 kg białka z uprawy mieszanek pszenicy z łubinem był znacznie mniejszy niż plon mieszanek z jęczmieniem, pszenżytem i łubinem uprawianych w czystym siewie. Samokończące odmiany łubinu wąskolistnego nadają się do uprawy w mieszankach ze zbożami podobnie jak odmiany tradycyjne.

Tabela 41

Plon mieszanek łubinu żółtego ze zbożami w zależności od udziału łubinu ($t \cdot ha^{-1}$)

Udział łubinu (%) w mieszance	Jęczmień jary	Pszenica jara	Pszenżyto jare
40	3,88	3,97	3,46
60	3,67	3,57	3,17
80	3,06	3,17	2,88

Źródło: opracowanie własne

Tabela 42

Plon ziarna (nasion) i białka zbóż i łubinu żółtego uprawianych w czystym siewie ($t \cdot ha^{-1}$)

Gatunek zboża	Plon (t/ha)	Plon białka (t/ha)
jęczmień	4,20	400
pszenica	3,93	493
pszenżyto	3,48	457
łubin żółty	2,08	732

Źródło: opracowanie własne

Tabela 43

Zawartość białka w nasionach zbóż i łubinu żółtego w zależności od udziału łubinu w mieszance (%)

Wyszczególnienie	Zawartość białka w ziarnie zbóż	Zawartość białka w nasionach łubinu
łubin żółty – siew czysty		39,87
Jęczmień jary – siew czysty	9,78	-
Jęczmień jary – 40%	10,84	38,90
Jęczmień jary – 60%	11,27	39,07
Jęczmień jary – 80%	12,70	38,88
Pszenica jara – siew czysty	12,66	-
Pszenica jara – 40%	13,10	39,98
Pszenica jara – 60%	13,96	39,88
Pszenica jara – 80%	14,86	40,38
Pszenżyto jare – siew czysty	12,32	-
Pszenżyto jare – 40%	13,27	40,24
Pszenżyto jare – 60%	14,37	39,97
Pszenżyto jare – 80%	14,88	39,73

Źródło: opracowanie własne

Tabela 44

Plon białka mieszanek zbóż z łubinem żółtym i koszt produkcji 1 kg białka

Wyszczególnienie	Plon białka (kg·ha ⁻¹)	Koszt produkcji 1 kg białka
Łubin żółty	732	3,52
Jęczmień – 40%	631	3,58
Jęczmień – 60%	699	3,58
Jęczmień – 80%	732	3,50
Pszenica – 40%	685	2,50
Pszenica – 60%	876	2,49
Pszenica – 80%	887	2,66
Pszenżyto – 40%	683	3,26
Pszenżyto – 60%	721	3,31
Pszenżyto – 80%	738	3,17

Źródło: opracowanie własne

Tabela 45

Plon nasion łubinu wąskolistnego, ziarna zbóż i ich mieszanek (t·ha⁻¹)

Wyszczególnienie	Łubin		Jęczmień		Mieszanka	Łubin		Pszenżyto		Mieszanka
	Udział łubinu i zboża w mieszance (%)									
	100+0	75+25	0+100	25+75	-	100+0	75+25	0+100	25+75	-
Regent	2,87	1,20	4,43	3,06	4,25	2,87	1,25	3,72	2,41	3,66
Boruta	2,80	1,50		2,50	3,99	2,80	1,32		2,45	3,77
Bojar	2,29	1,31		2,52	3,83	2,29	1,30		2,26	3,55
Zeus	2,37	1,19		2,94	4,13	2,37	1,39		2,35	3,74
Średnio	2,58	1,30	4,43	2,75	4,05	2,58	1,31	3,72	2,37	3,68

Źródło: opracowanie własne

Tabela 46

Zawartość białka w nasionach łubinu i ziarnie zbóż (%)

Wyszczególnienie	Łubin		Jęczmień		Łubin		Pszenżyto	
	Udział łubinu i zboża w mieszance (%)							
	100+0	75+25	0+100	25+75	100+0	75+25	0+100	75+25
Regent	30,87	28,94	9,56	9,91	30,87	29,44	12,48	13,35
Boruta	32,25	30,37		10,34	32,25	31,75		13,53
Bojar	30,19	28,87		10,73	30,19	30,62		13,58
Zeus	31,06	32,00		11,19	31,06	30,75		13,93
Średnio	31,09	30,05	9,56	10,54	31,09	30,64	12,48	13,60

Źródło: opracowanie własne

Tabela 47

Plon białka w nasionach łubinu i ziarnie zbóż (kg·ha⁻¹)

Wyszczególnienie	Łubin		Jęczmień		Mieszanka	Łubin		Pszenyżyto		Mieszanka
	Udział łubinu i zboża w mieszance (%)									
	100+0	75+25	0+100	25+75	-	100+0	75+25	0+100	25+75	-
Regent	886,0	347,3	423,5	303,2	650,5	886,0	368,0	464,3	321,7	689,7
Boruta	903,0	455,6		258,5	714,1	903,0	419,1		331,5	750,6
Bojar	691,4	378,2		270,4	648,6	691,4	398,1		306,9	705,0
Zeus	736,1	380,8		329,0	709,8	736,1	427,4		327,4	754,8
Średnio	804,1	390,5	423,5	290,3	680,7	804,1	403,1	464,3	321,9	725,0

Źródło: opracowanie własne

Tabela 48

Plon nasion i białka bobiku i pszenżyta

Wyszczególnienie	Liczba wysianych 1 m ²		Plon (t·ha ⁻¹)		Plon białka (kg·ha ⁻¹)	
	bobik	pszenżyto	bobiku	nasion bobiku z pszenżytem	nasion bobiku	nasion bobiku z pszenżytem
Albus			2,56	4,65	658	777
Mistral			2,21	4,52	571	721
NIR (α = 0,05)			0,12	r.n.	30	26
	60	0	4,31	4,31	1112	1112
	48	80	3,14	4,66	811	955
	36	160	2,17	4,66	553	784
	24	240	1,56	4,72	403	696
	12	320	0,74	4,60	192	542
	0	400	0	4,56	0	406
NIR (α = 0,05)			0,15	0,15	38	33

Źródło: opracowanie własne

Najwyższe plony mieszanek zapewniło wysianie na 1 m² 48 nasion bobiku Albus i 80 ziaren pszenżyta, 24 nasion bobiku Mistral i 240 ziaren pszenżyta oraz 40 nasion łubinu żółtego Dukat lub Mister i 240 ziaren pszenżyta. Wydajność białka z czystego siewu bobiku lub łubinu żółtego, w porównaniu z pszenżytem była wyższa od 274% do 299%. Uprawa pszenicy po bobiku w porównaniu z uprawą po pszenżycie powodują wzrost plonów ziarna o 17% i wydajności

białka o 31%, natomiast w przypadku uprawy rzepaku ozimego wzrost wydajności tłuszczu o 20%. Uprawa żyta po łubinie żółtym w porównaniu z pszenżytem powoduje wzrost plonów ziarna o 10% i wydajności białka o 20%. Następcze działanie współrzędnej uprawy roślin strączkowych z pszenżytem jarym w drugim roku po zbiorze przedplonu nie miało wpływu na wysokość plonów ziarna żyta i wydajność białka.

Tabela 49

Następcze działanie współrzędnej uprawy bobiku z pszenżytem jarym
w pierwszym i drugim roku po zbiorze przedplonu

Wyszczególnienie	Liczba wysianych 1 m ²		I rok – pszenica ozima Bogatka		II rok – rzepak ozimy SY Kolumb	
	bobiku	pszenżyta	plon ziarna (t·ha ⁻¹)	plon białka (kg·ha ⁻¹)	plon nasion (t·ha ⁻¹)	wydajność tłuszczu (kg·ha ⁻¹)
Albus	-	-	7,26	886	3,86	1687
Mistral	-	-	7,11	888	3,92	1706
NIR (α = 0,05)			0,11	r.n.	r.n.	31
	60	0	7,68	998	4,25	1857
	48	80	7,52	962	4,07	1762
	36	160	7,26	911	3,93	1710
	24	240	7,19	869	3,85	1674
	12	320	6,88	817	3,71	1624
	0	400	6,55	764	3,55	1549
NIR (α = 0,05)			0,21	27	0,22	42

Źródło: opracowanie własne

Tabela 50

Plony nasion i białka łubinu żółtego i ziarna pszenżyta

Wyszczególnienie	Liczba wysianych 1 m ²		Plon (t·ha ⁻¹)		Plon białka (kg·ha ⁻¹)	
	łubinu żółtego	pszenżyta	z łubinu żółtego	nasion łubinu żółtego z pszenżytem	z łubinu żółtego	z łubinu żółtego i pszenżyta
Dukat	-	-	1,48	3,16	510	598
Mister	-	-	1,50	3,24	530	621
NIR (α = 0,05)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	100	0	2,33	2,33	824	824
	80	80	1,95	3,07	682	787
	60	160	1,52	3,33	528	697
	40	240	1,03	3,68	356	601
	20	320	0,62	3,54	211	470
	0	400	0	3,25	0	276
NIR (α = 0,05)			0,11	0,16	37	38

Źródło: opracowanie własne

Zadanie 3.6.

Monitorowanie ważniejszych patogenów grzybowych oraz potencjału toksynotwórczego wybranych gatunków roślin strączkowych w różnych warunkach siedliskowych Polski

Cele

1. Monitoring występowania ważniejszych patogenów grzybowych w nasionach roślin strączkowych.
2. Lepsze wykorzystanie zasobów siedliska i ograniczenie rozprzestrzeniania się patogenów grzybowych, szkodników oraz chwastów, w tym poszukiwanie możliwości ograniczenia patogenów grzybowych wpływających na poziom plonowania i jakość nasion, zwłaszcza mogących świadczyć między innymi o potencjalnych zdolnościach syntetyzowania eniatyn, deoksyniwaleolu, niwaleolu, zearalenonu oraz o gromadzeniu się w nasionach toksyn grzybowych niebezpiecznych dla zwierząt i człowieka.
3. Ocena zmienności genetycznej oraz potencjału toksynotwórczego ważniejszych gatunków patogenów grzybowych roślin strączkowych.
4. Stworzenie banku patogenów roślin strączkowych niezbędnego w hodowli twórczej do badań odpornościowych.

Badania przeprowadzono w latach 2011-2015 na nasionach użytych do siewu oraz zebranych w doświadczeniach pochodzących z 4 regionów kraju: dolnośląskiego, wielkopolskiego, kujawsko-pomorskiego oraz warmińsko-mazurskiego.

Wykazano, że nasiona roślin strączkowych stanowią dobry surowiec do produkcji pasz, pozbawionych niepożądanych metabolitów (mykotoksyn), również mogą być rekomendowane jako dobrej jakości materiał siewny. Nasiona ro-

ślin strączkowych charakteryzowały się stosunkowo małym porażeniem przez grzyby, jednak ciągły monitoring zdrowotności upraw, jak i pozyskiwanych nasion powinien być pod stałym nadzorem wraz z wzrastającą powierzchnią uprawy, aby w przypadku pojawienia się groźnych patogenów w dużym nasileniu w odpowiednim czasie i w odpowiedni sposób zapobiec ograniczeniu i pogorszeniu plonowania.

Wykorzystanie kwalifikowanego materiału siewnego może w dużym stopniu ograniczyć występowanie chorób grzybowych, korzystnie wpłynąć na rozwój roślin oraz pozwolić na uzyskanie wysokich, dobrej jakości plonów. Prawidłowa diagnoza oparta na monitorowaniu występowania patogenów na roślinach podczas wegetacji, jak również na monitorowaniu uzyskanych w plonie nasion odgrywają kluczową rolę w ochronie roślin strączkowych przeznaczonych na cele konsumpcyjne, paszowe oraz na materiał siewny. Nasiona grochu pochodzące z upraw na Dolnym Śląsku charakteryzowały się najlepszą zdrowotnością, natomiast nasiona pochodzące z Warmii i Mazur były w największym stopniu zasiedlone przez toksynotwórcze grzyby z rodzaju *Fusarium*. Podobną relację wykazano w przypadku nasion bobiku. Nasiona pochodzące z Warmii i Mazur były w większym stopniu porażone przez *Botrytis Fabae* i *Botrytis cinerea*. Porażenie nasion grochu przez patogeny w pozostałych lokalizacjach było stosunkowo niskie, co w przypadku grzybów z rodzaju *Fusarium* jest bardzo korzystne i sprzyja produkcji

dobrej jakościowo paszy pozbawionej mykotoksyn fuzaryjnych. Najlepszą zdrowotnością odznaczały się nasiona łubinu białego pochodzące z upraw na Kujawach, przy najmniejszym zasiedleniu przez grzyby patogeniczne i saprofityczne. Badania dotyczące zdrowotności nasion trzech gatunków łubinów ze zbioru w 2014 roku z różnych technologii uprawy wykazały, że na nasionach łubinu żółtego wzrastało porażenie przez *Colletotrichum lupini* – sprawcę antraknozy łubinów, jednego z patogenów najbardziej wyniszczających upraw tej rośliny. Największą podatnością na porażenie spośród badanych odmian charakteryzowała się odmiana Mister. W roku 2014 stwierdzono wzrost porażenia nasion łubinów przez ten gatunek w porównaniu do lat 2011-2013. Łubin żółty i łubin biały należą do najbardziej wrażliwych na antraknozę. W przypadku bobiku większym zasiedleniem przez grzyby charakteryzowały się nasiona pochodzące z Warmii i Mazur. Wśród patogenów dominowały gatunki *Botrytis fabae* (sprawca czekoladowej plamistości bobiku) oraz *Botrytis cinerea* (sprawca szarej pleśni). Na odmianie samo kończącej Granit zasiedlenie było wyższe w porównaniu do odmiany tradycyjnej Olga, zarówno na Warmii i Mazurach, jak i na Dolnym Śląsku. Nasiona roślin strączkowych były w mniejszym stopniu zasiedlone grzybami aniżeli ziarno zbóż. Ponadto charakteryzują się znacznie mniejszym porażeniem przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, co jednocześnie wskazuje na mniejsze skażenie przez mykotoksyny z grupy trichotecenów. Przed przedplony roślin strączkowych (groch, łubin wąskolistny, bobik tradycyjny, bobik samo kończący) przyczyniły się do zmniejszenia zasiedlenia ziarna pszenicy ozimej nawożonej dawką 60 i 120 kg N/ha, jak też pozostałe patogeny. Metody molekularne (PCR, real-time PCR) oparte na analizach DNA umożliwiają identyfikacje patogenów w fazie bezobjawowej (na wczesnych etapach infekcji). Uznane są za szybkie, czułe

i wiarygodne. Mogą być w pełni wykorzystane w integrowanej ochronie roślin, gdzie procedura zastosowania chemicznego środka wymaga spełnienia określonych warunków, np. podjęcia decyzji o przeprowadzeniu zabiegu po analizie ekonomicznej przewidywanej straty plonu na podstawie prawidłowej diagnostyki rodzaju agrofaga i oceny prognozy jego szkodliwości. Potencjalną zdolność grzybów z rodzaju *Fusarium* do produkcji mykotoksyn z grupy trichotecenów (identyfikacja genów *Tri* odpowiedzialnych za syntezę trichotecenów produkowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium*), stwierdzono w ziarnie zbóż (wszystkie regiony) i nasionach łubinu wąskolistnego odmiany Zeus w 2011 r. pochodzących z upraw w regionie Warmii i Mazur oraz w 2013 roku na Dolnym Śląsku.

W nasionach grochu nie występują geny odpowiedzialne za produkcję szkodliwych dla zdrowia ludzi i zwierząt mykotoksyn. Natomiast grzyby zasiedlające nasiona łubinu, zwłaszcza wąskolistnego oraz bobiku, mogą przyczynić się do skażenia tych nasion mykotoksynami. Obecnie kolekcja patogenów pozyskanych z analizowanych w projekcie nasion roślin strączkowych liczy 72 izolaty grzybów patogenicznych. Pozyskane izolaty głównych patogenów roślin strączkowych (*Fusarium* spp. – sprawcy zgorzeli siewek, fuzaryjnego wędnięcia i syntezy mykotoksyn w nasionach), *Colletotrichum lupini* (sprawca antraknozy łubinów), *Botrytis fabae* (sprawca czekoladowej plamistości bobiku) przetrzymywane w kolekcji patogenów planuje się przekazać hodowcom zajmującym się hodowlą (tworzeniem) nowych odmian roślin strączkowych. Mogą być one wykorzystane do zakażenia roślin w celu poszukiwania źródeł (genów) odporności na patogeny. Ponadto mogą być wykorzystane w celu hodowli odpornościowej uwzględniającej specyficzne warunki klimatyczno-glebowe występujące w różnych rejonach Polski.

Tabela 51

Ogólna liczba izolatów grzybowych oraz procentowy udział grzybów patogenicznych i saprofitycznych w nasionach roślin strączkowych i ziarnie zbóż pozyskanych po zbiorze

Rodzaj/gatunek grzyba	KUJAWY				WIELKOPOLSKA				WARMIA i MAZURY			DOLNY ŚLĄSK								
	GROCH SIEWNY																			
	Tarchalska				Tarchalska				Tarchalska			Tarchalska								
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2011	2012	2013						
Ogólna liczba izolatów grzybów*	49	16	25	8	37	40	40	6	91	46	59	27	12	4						
<i>Fusarium</i> spp. (%)	4,1	0,0	8,0	75,0	0,0	7,5	0,0	16,7	2,2	26,1	3,4	0,0	0,0	0,0						
<i>Botrytis cinerea</i> (%)	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	6,5	0,0	3,7	25,0	0,0						
Gatunki saprofityczne (%)	89,7	100	92,0	25,0	100,0	92,5	100,0	83,3	87,9	67,4	96,6	96,3	75,0	100,0						
Rodzaj/gatunek grzyba	WARMIA i MAZURY				DOLNY ŚLĄSK															
	BOBIK																			
	Olga (T)				Granit (S)			Olga (T)			Granit (S)									
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013								
Ogólna liczba izolatów grzybów	56	16	14	83	35	17	28	11	17	22	22	29								
<i>Fusarium</i> spp. (%)	0,0	0,0	0,0	0,00	2,9	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0								
<i>Botrytis cinerea</i> (%)	0,0	6,2	0,0	6,4	2,9	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0								
<i>Botrytis fabae</i> (%)	12,5	0,0	0,0	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
<i>Ascochyta fabae</i> (%)	0,0	000	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
Gatunki saprofityczne (%)	87,5	93,7	100,0	79,1	94,2	100,0	100,0	90,9	94,1	100,0	100,0	100,0								
Rodzaj/gatunek grzyba	KUJAWY				WIELKOPOLSKA				WARMIA i MAZURY			DOLNY ŚLĄSK								
	ŁUBIN WĄSKOLISTNY																			
	ZEUS				ZEUS				ZEUS			ZEUS								
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2011	2012	2013						
Ogólna liczba izolatów grzybów	87	73	212	10	160	58	33	37	71	16	40	33	33	95						
<i>Fusarium</i> spp. (%)	2,3	2,7	1,4	0,0	1,3	3,4	12,1	0,0	0,0	0,0	5,0	6,1	30,3	12,6						
<i>Botrytis cinerea</i> (%)	1,2	5,5	0,0	0,0	0,00	12,1	0,0	0,0	15,5	0,0	7,5	6,1	3,0	0,0						
<i>Colletotrichum lupini</i> (%)	0,0	0,0	0,0	30,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0						
Gatunki saprofityczne (%)	96,5	91,8	98,6	70,0	98,7	84,5	87,9	100,0	84,5	100,0	87,5	87,8	66,7	87,4						
Rodzaj/gatunek grzyba	KUJAWY				WIELKOPOLSKA				KUJAWY			WIELKOPOLSKA								
	ŁUBIN BIAŁY																ŁUBIN ŻÓŁTY			
	BUTAN/BOROS				BUTAN/BOROS				MISTER/REGENT			MISTER/REGENT								
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014				
Ogólna liczba izolatów grzybów	30	30	16	16	81	13	53	48	60	56	97	8	148	31	37	73				
<i>Fusarium</i> spp. (%)	10,0	13,3	0,0	0,0	12,3	0,0	3,8	14,6	8,3	21,4	4,1	0,0	1,4	6,5	2,7	11,0				
<i>Botrytis cinerea</i> (%)	3,3	13,3	6,3	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	21,7	23,2	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0				
<i>Colletotrichum lupini</i> (%)	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,00	0,0	2,1	0,0	0,0	1,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0				
Gatunki saprofityczne (%)	86,7	73,4	93,7	87,5	87,7	92,3	96,2	83,3	70,0	55,4	94,9	87,5	98,6	87,1	97,3	89,0				
Rodzaj/gatunek grzyba	KUJAWY				WIELKOPOLSKA				WARMIA i MAZURY			DOLNY ŚLĄSK								
	JĘCZMIEŃ JARY																PSZENICA JARA			
	STRATUS				ANTEK				TRAPPE			TRAPPE								
	2011	2012	2013		2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013		2011	2012	2013					
Ogólna liczba izolatów grzybów	80	77	70		53	64	84	28	61	80	96		46	71	88					
<i>Fusarium</i> spp. (%)	85,0	42,9	5,7		45,3	29,7	6,0	10,7	16,4	22,5	4,3		6,5	18,3	1,1					
<i>Botrytis cinerea</i> (%)	0,0	0,0	2,9		0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	2,5	0,0		0,0	0,0	1,2					
Gatunki saprofityczne (%)	25,0	57,1	91,4		54,7	70,3	94,0	89,3	83,6	75,0	95,7		93,5	81,7	97,7					

Analizie poddano po 100 nasion/ziarników z każdego gatunku i każdej odmiany.

Źródło: opracowanie własne

Tabela 52

Identyfikacja grzybów z rodzaju *Fusarium* oraz genów odpowiedzialnych za syntezę mykotoksyn z grupy trichotecenów z nasion roślin strączkowych i ziarna zbóż metodą PCR

Gatunek/odmiana	<i>Fusarium</i> spp. metoda PCR			Geny odpowiedzialne za syntezę trichotecenów <i>Tri</i>			Gatunek/odmiana	<i>Fusarium</i> spp. metoda PCR			Geny odpowiedzialne za syntezę trichotecenów <i>Tri</i>		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013		2011	2012	2013	2011	2012	2013
1. Łubin biały Butan (B)	+	-	-	-	-	-	14. Łubin biały Butan (P)	-	-	-	-	-	-
2. Łubin biały Boros (B)	nb	-	-	-	-	-	15. Łubin wąskolistny Regent (P)	-	+	-	-	-	-
3. Łubin wąskolistny Regent (B)	nb	+	+	-	-	-	16. Łubin wąskolistny Zeus (P)	-	+	-	-	-	-
4. Łubin wąskolistny Zeus (B)	+	+	-	+	-	-	17. Łubin żółty Perkoz (P)	-	-	-	-	-	-
5. Łubin żółty Perkoz (B)	nb	+	+	-	-	-	18. Łubin żółty Mister (P)	-	+	-	-	-	-
6. Łubin żółty Mister (B)	+	+	+	-	-	-	19. Groch siewny Tarchalska (P)	-	+	-	-	-	-
7. Groch siewny Tarchalska (B)	-	+	-	-	-	-	20. Jęczmień jary Antek (P)	+	+	+	+	+	+
8. Jęczmień jary Stratus (B)	+	+	+	+	+	+	21. Łubin wąskolistny Zeus (W)	-	-	+	-	-	+
9. Łubin wąskolistny Zeus (O)	+	+	-	+	-	-	22. Bobik Olga (W)	-	-	-	-	-	-
10. Bobik Olga (O)	-	+	-	-	-	-	23. Bobik Granit (W)	-	+	-	-	-	-
11. Bobik Granit (O)	-	+	+	-	-	-	24. Groch siewny Brylant/Ezop (W)	-	-	+	-	-	-
12. Groch siewny Tarchalska (O)	-	+	-	-	-	-	25. Pszenica jara Trappe (W)	+	+	+	+	+	+
13. Pszenica jara Trappe (O)	+	+	+	+	+	+							

(nb) – nie badano;

(+) – wynik pozytywny w reakcji PCR (obecność DNA patogenów z rodzaju *Fusarium*, obecność genów odpowiedzialnych za syntezę trichotecenów);

(-) – wynik negatywny w reakcji PCR (brak DNA patogenów z rodzaju *Fusarium*, obecność genów odpowiedzialnych za syntezę trichotecenów).

B – nasiona/ziarno pochodzące z Kujaw,

O – nasiona/ziarno pochodzące z Warmii i Mazur,

P – nasiona/ziarno pochodzące z Wielkopolski,

W – nasiona/ziarno pochodzące z Dolnego Śląska.

Źródło: opracowanie własne

Zadanie 3.7.**Zastosowanie siewu punktowego jako nowego trendu
w agrotechnice roślin strączkowych****Cele**

1. Poszukiwanie, a następnie wprowadzanie do praktyki rolniczej nowych ekonomicznie uzasadnionych technologii uprawy z zastosowaniem siewu punktowego.
2. Poszukiwanie możliwości zmniejszenia zużycia materiału siewnego roślin strączkowych poprzez zwiększenie precyzji siewu.
3. Określenie korzyści stosowania siewu punktowego w uprawie grochu siewnego, bobiku i łubinu żółtego, białego i wąskolistnego.
4. Określenie wpływu techniki siewu na plonowanie grochu siewnego, bobiku i łubinów.

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2011-2015, w 4 powtórzeniach, na lepszych glebach województw dolnośląskiego i warmińsko-mazurskiego z bobikiem oraz na średnich glebach województw kujawsko-pomorskiego, warmińsko-mazurskiego i wielkopolskiego z łubinem.

W regionie warmińsko-mazurskim odmiana tradycyjna bobiku, a w lubelskim odmiana tradycyjna i samokończąca, wysiane punktowo plonowały wyżej niż w siewie rzędowym – od 9,0% do 11%, natomiast na Dolnym Śląsku, przy zbliżonej obsadzie roślin, przed zbiorem bobik plonował podobnie przy obu sposobach siewu. Łubin żółty w regionie wielkopolskim

oraz warmińsko-mazurskim plonował podobnie przy obu sposobach siewu, ale w zależności od odmiany. Podobne plony nasion uzyskano przy mniejszej o 16% obsadzie roślin przed zbiorem odmiany samokończącej w siewie punktowym (w obu regionach) i nieznacznie mniejszej, o 5,0%, obsadzie roślin przed zbiorem odmiany tradycyjnej (region wielkopolski). Natomiast tradycyjna odmiana łubinu wąskolistnego w regionie wielkopolskim wysiewana punktowo plonowała słabiej o 10%, w porównaniu do siewu rzędowego, ale przy mniejszej o 14% obsadzie roślin przed zbiorem. Odmiana samokończąca plonowała podobnie przy obu sposobach siewu, ale również przy mniejszej o 14% obsadzie roślin przy siewie punktowym. Plonowanie obu odmian łubinu białego – Butan i Boros – w regionie kujawsko-pomorskim, wysiewanych punktowo i rzędowo, było podobne. W regionie wielkopolskim odmiana tradycyjna Butan plonowała również podobnie przy obu sposobach siewu, jednak w siewie punktowym przy mniejszej o 13% obsadzie roślin przed zbiorem. Siew punktowy jest szansą na obniżenie normy wysiewu, a za tym również sposobem obniżenia kosztów materiału siewnego. Jednak warunkiem zastosowania w praktyce jest posiadanie dobrego siewnika punktowego oraz bardzo dobra jakość materiału siewnego, zwłaszcza wysoka zdolność kiełkowania nasion. Łubin biały należy do najwyższej plonującego gatunku wśród łubinu zarówno w regionie kujawsko-pomorskim, jak i wielkopolskim.



Fot. 9. Łubin żółty – siew punktowy

Źródło: J. Szukała



Fot. 10. Łubin biały – siew punktowy

Źródło: J. Szukała



Fot. 11. Łubin wąskolistny – siew punktowy

Źródło: J. Szukała

Tabela 53

Plon nasion bobiku w zależności od regionu uprawy, sposobu siewu i odmiany ($t \cdot ha^{-1}$)

Region uprawy	Sposób siewu	Rzeczywista obsada roślin przed zbiorem na 1 m ²		Plon nasion bobiku ($t \cdot ha^{-1}$)	
		Bobik – odmiana tradycyjna	Bobik – odmiana samokończąca	Odmiana tradycyjna	Odmiana samokończąca
Dolnośląski	Tradycyjny	56	49	4,89	4,31
	Punktowy	53	52	4,81	4,29
	NIR _{0,05}		n.i	n.i	n.i
Warmińsko-mazurski	Tradycyjny	60	-	4,28	-
	Punktowy	74	-	4,67	-
	NIR _{0,05}			0,19	-
Lubelski	Tradycyjny	54	66	3,70	3,71
	Punktowy	50	60	4,10	4,04

Źródło: opracowanie własne

Tabela 54

Plon nasion łubinu w zależności od regionu uprawy, sposobu siewu i odmiany

Region uprawy	Sposób siewu	Gatunek/odmiana			
		Rzeczywista obsada roślin przed zbiorem na 1 m ²		Plon nasion (t·ha ⁻¹)	
		tradycyjna	samokończąca	tradycyjna	samokończąca
Kujawsko-pomorski	Łubin biały				
	Tradycyjny	63	83	3,68	3,31
	Punktowy	66	82	3,50	3,39
	NIR _{0,05}	-	-	n.i	n.i
Warmińsko-mazurski	Łubin żółty				
	Tradycyjny	-	95	-	1,65
	Punktowy	-	80	-	1,61
	NIR _{0,05}	-	-	-	n.i
Wielkopolski	Łubin żółty				
	Tradycyjny	76	95	1,91	1,63
	Punktowy	72	82	1,90	1,67
	NIR _{0,05}	-	-	0,05	
	Łubin wąskolistny				
	Tradycyjny	72	95	2,13	1,80
	Punktowy	62	82	1,94	1,78
	NIR _{0,05}	-	-	0,07	
	Łubin biały				
	Tradycyjny	71	-	2,13	-
	Punktowy	62	-	2,12	-
	NIR _{0,05}	-	-	n.i	-

Źródło: opracowanie własne

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 4

RODZIME ŹRÓDŁA BIAŁKA ROŚLINNEGO W ŻYWIENIU ZWIERZĄT MONOGASTRYCZNYCH

Zadanie 4.1.

Ocena wartości pokarmowej krajowych źródeł białka roślinnego

Celem prac badawczych było poznanie i uaktualnienie stanu wiedzy dotyczącego wartości pokarmowej i odżywczej obecnie uprawianych oraz będących na etapie prac hodowlanych nasion roślin strączkowych oraz produktów rzepakowych i wywarów. Znajomość składu chemicznego roślin paszowych jest niezwykle

istotna przy bilansowaniu mieszanek paszowych dla zwierząt. Prowadzenie wieloletnich badań monitoringowych przez 4 okresy wegetacyjne umożliwiło wykazanie powtarzalności lub zmienności w składzie chemicznym nasion i powiązanie tych danych z przebiegiem pogody w okresie wegetacji (tab. 55).

Tabela 55

Gatunki objęte monitoringiem

Nazwa grochu	Liczba odmian w poszczególnych latach			
	2011	2012	2013	2014
Łubin biały	2	2	2	2
Łubin żółty	5	8	7	7
Łubin wąskolistny	10	10	14	14
Groch	8	8	8	14
Bobik	-	5	3	1

Źródło: opracowanie własne



Fot. 12. Groch

Źródło: M. Kasproicz-Potocka



Fot. 13. Bobik

Źródło: M. Kasproicz-Potocka



Fot. 14. Łubin

Źródło: M. Kasprowicz-Potocka

W Polsce uprawiane są dwie odmiany łubinu białego (Boros i Butan). Nasiona obu odmian tego gatunku charakteryzują się zbliżonym składem chemicznym i stosunkowo dużą stabilnością pomiędzy sezonami wegetacyjnymi. Zawartość białka w suchej masie nasion wynosi 35-36%, a włókna około 14%. Nasiona zawierają niski poziom alkaloidów (średnio 0,013% w suchej masie). Zawartość substancji antyodżywczych wykazuje jednak dużą zmienność w zależności od warunków meteorologicznych w okresie wegetacji.

Nasiona odmian łubinu żółtego charakteryzują się podobnym składem chemicznym. Średni udział białka ogólnego w suchej masie wynosi około 43%, a włókna 17-18%. Zawartość białka wykazuje znaczną zmienność pomiędzy latami, jednak jego skład aminokwasowy jest stosunkowo stabilny. Niektóre aktualnie uprawiane odmiany zawierają śladową ilość (0,015%), a część odznacza się wysoką zawartością (0,093%), przy czym zawartość tych związków jest zmienna w poszczególnych okresach wegetacji.

Nasiona badanych odmian łubinu wąskolistnego różnią się głównie zawartością białka ogólnego, a średnia jego zawartość w suchej masie

wynosi około 33%. Notowane jest znaczne zróżnicowanie węglowodanów, a zwłaszcza włókna surowego, ADF i NDF. Zawartość fitynianów, oligosacharydów oraz białka zróżnicowana jest w poszczególnych okresach wegetacji, natomiast średni skład aminokwasowy białka poszczególnych odmian jest podobny. Wszystkie badane odmiany odznaczały się niską koncentracją alkaloidów, a ich poziom w suchej masie wahał się od 0,007 do 0,043%.

Średnia zawartość białka w suchej masie nasion odmian grochu wynosiła około 24%, a włókna surowego 7%. Odmiany nie różniły się profilem aminokwasowym białka. Stwierdzono duże zróżnicowanie zawartości tłuszczu i NDF oraz skrobi w nasionach, w zależności od warunków atmosferycznych w okresie wegetacji, a średnia zawartość skrobi była podobna i wynosiła około 47,6% w suchej masie. Wartość energetyczna nasion grochu dla świń waha się od 14,4 do 15,1 MJ EM/kg. Zawartość fosforu fitynowego i oligosacharydów z rodziny rafinozy była zróżnicowana w poszczególnych okresach wegetacyjnych.

Nasiona badanych odmian bobiku różnią się znacząco zawartością białka (średnio 31,4% w s.m.) i tłuszczu (średnio 0,91% w s.m.). Zawartość włókna surowego wynosiła około 10%, a skrobi około 42% w sm nasion. Średnia energia metaboliczna dla drobiu i świń była wysoka i wynosiła odpowiednio 11,9 oraz 9,8 MJ/kg s.m. Udział skrobi, fosforu fitynowego, tanin, a także wartość energetyczna i profil aminokwasowy nasion były podobne we wszystkich odmianach. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie składu mineralnego nasion poszczególnych odmian, jak i pomiędzy sezonami wegetacyjnymi. Największą rozpiętość wyników zaobserwowano w przypadku żelaza, manganu, sodu, miedzi i cynku.

Tabela 56

Porównanie wyników badań monitoringowych z danymi z Norm Żywienia Świń (2014)
i Normami Żywienia drobiu (2006) w suchej masie

Gatunek	W suchej masie	Białko ogólne (%)	Tłuszcz surowy (%)	Włókno surowe (%)	Skrobia (%)	EM dla Trzody (MJ/kg)	EM dla drobiu (MJ/kg)	Wapń (%)	Fosfor (%)
Łubin biały	Normy	33,6	9,9	8,9	-	12,6	9,3	0,18	0,40
	Monitoring	35,3±0,9	10,7±0,9	14,6±1,9	-	13,5±0,6	9,9	0,31±0,0	0,61±0,1
Łubin żółty	Normy	44,3	5,3	15,7	-	14,0	8,3	0,24	0,57
	Monitoring	42,01,9	5,5 ±0,7	17,6±1,7	-	13,1±0,3	9,1	0,50±0,4	0,80 ±0,1
Łubin wąskolistny	Normy	35,6	5,6	16,4	-	13,6	7,2	0,23	0,37
	Monitoring	32,9±,7	5,9±0,4	16,1±1,9	-	12,6±0,4	8,0	0,32±0,0	0,56±0,1
Groch	Normy	23,8	1,6	6,7	51,2	15,8	11,2	0,08	0,36
	Monitoring	24,9±2,0	1,2±0,2	6,7±0,6	45,9±4,7	14,9±0,4	11,2	0,12±0,0	0,54±0,1
Bobik	Normy	30,4	1,5	8,3	46,0	14,5	10,1	0,12	0,53
	Monitoring	30,9±1,9	1,0±0,1	10,0±0,8	41,2±1,9	12,0±0,1	9,7	0,17±0,3	0,63±0,1

Źródło: opracowanie własne

Wprowadzenie do uprawy nowych odmian roślin strączkowych, których hodowla jest ukierunkowana na zwiększenie zawartości białka, skrobi i zmniejszenie udziału substancji antyodżywczych może skutkować zmianami wartości pokarmowej nasion. W tabeli 56 porównano wartość pokarmową nasion roślin strączkowych, zamieszczoną w polskich normach żywienia zwierząt gospodarskich (Normy Żywienia Świń, 2014 i Normy Żywienia Drobiu, 2006), z wartościami pokarmową nasion odmian aktualnie uprawianych. Porównanie tych danych wskazuje, że tabele wartości pokarmowej pasz nadal stosunkowo dobrze oddają średni skład chemiczny

nasion nowych odmian roślin strączkowych. Z obserwacji wynika, że nasiona aktualnie uprawianych odmian grochu i bobiku zawierają nieco mniej tłuszczu niż odmiany starsze. Ponadto, szczególnie nasiona łubinu białego, żółtego oraz bobiku charakteryzują się wyższym udziałem włókna, a nasiona bobiku niższym udziałem skrobi. Wyniki badań własnych, prowadzonych w ramach Programu Wieloletniego, wskazują, że poziom energii metabolicznej (EM) dla drobiu w nasionach łubinu był dotychczas niedoszacowany.

Zadanie 4.2.**Ocena możliwości stosowania krajowych źródeł białka roślinnego w gospodarstwach tradycyjnych i ekologicznych**

Celem zadania było wdrożenie koncentratów wysokobiałkowych wytworzonych z komponentów krajowych w gospodarstwach tradycyjnych i ekologicznych.

Na podstawie zrealizowanych badań wdrożeniowych stwierdzono, że powstałe w ramach Programu Wieloletniego koncentraty białkowe mogą całkowicie zastąpić poekstrakcyjną śrutę sojową w gospodarstwach niskotowarowych, bez pogorszenia wyników produkcyjnych

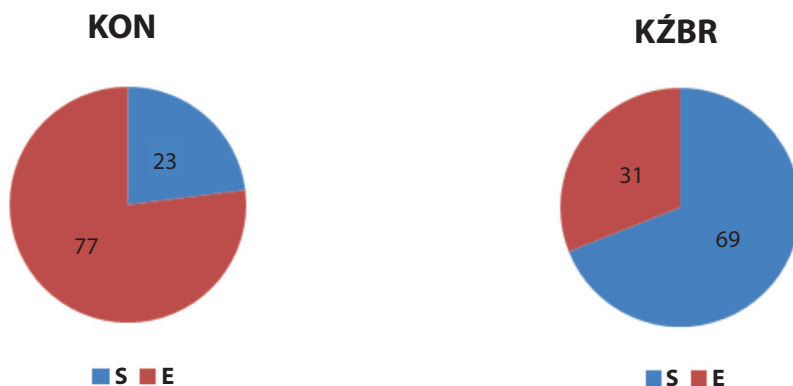
starszych zwierząt monogastrycznych. Jedynie w żywieniu prosiąt i młodszych warchlaków Krajowe Źródła Białka Roślinnego (KŻBR) nie zawsze w pełni pokrywały ich potrzeby pokarmowe. Ponadto u trzody chlewnej żywionej mieszankami powstałymi na bazie koncentratów z KŻBR obserwowano tendencje do wzrostu mięsności (rys. 20 i rys. 21), jednakże zagadnienie to wymaga przeprowadzenia ścisłych prac badawczych.

Tabela 57

Wyniki produkcyjne uzyskane w prywatnych gospodarstwach niskotowarowych

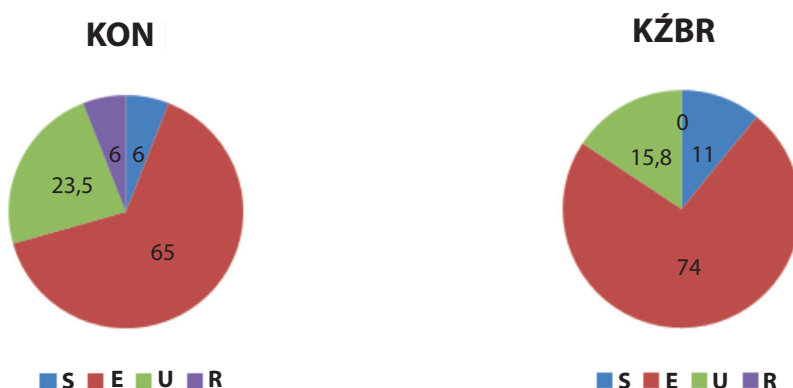
Średnie z doświadczenia	Mieszanka na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej	Mieszanka na bazie krajowych źródeł białka roślinnego
Trzoda chlewna		
Przyrosty dzienne (g)	793	780
FCR	3,13	3,20
Kury nieśne		
Średnia masa jaja (g)	56,1	57,4
Zużycie paszy na jajo (g)	192	185
Gęsi		
Masa ciała (g)	3472	3719
FCR	3,20	3,22
Kaczki typu Pekin		
Masa ciała (g)	3026	307
FCR	3,34	3,18

Źródło: opracowanie własne



Rys. 20. Mięśność świń otrzymujących koncentraty zbilansowane na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej (PSS) lub krajowych źródeł białka roślinnego (KŻBR) – Gospodarstwo 1

Źródło: opracowanie własne



Rys. 21. Mięśność świń otrzymujących koncentraty zbilansowane na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej (PSS) lub krajowych źródeł białka roślinnego (KŻBR) – Gospodarstwo 2

Źródło: opracowanie własne

Przeprowadzono również analizę ekonomiczną stosowanych krajowych źródeł białka roślinnego w gospodarstwach ekstensywnych i półintensywnych. W tabeli 58 przedstawiony został średni koszt surowców wykorzystany do produkcji koncentratów. Analiza kosztów surowców pokazała, że cena koncentratów z krajowych źródeł białka roślinnego może być nawet

o około 20% niższa w porównaniu do koncentratów zawierających poekstrakcyjną śrutę sojową. Jedynym koncentratem „KŻBR”, który okazał się droższy od „PSS”, był koncentrat dla niosek, co wynikało z dużej zawartości oleju.

Tabela 58

Koszty surowców wykorzystanych do produkcji koncentratów doświadczalnych wg cen z 2013 roku

Rodzaj koncentratu	Kontrolny PSS	KŻBR	Różnica w kosztach
Warchlaki	1802,00	1475,00	327,00 (18%)
Tucznik I	1817,00	1355,00	462,00 (24%)
Tucznik II	1386,00	1144,00	242,00 (17%)
Gęsi	1449,00	1123,00	326,00 (22%)
Kaczki	1449,00	1191,00	258,00 (18%)
Nioski	1614,00	1719,00	105,00 (6%)

Źródło: opracowanie własne

Tabela 59

Porównanie kosztów stosowania koncentratów PSS i KŻBR w doświadczeniach na kurach nioskach

Zużycie koncentratu (paszy) na jajo – średnia z doświadczeń	Grupa	
	PSS	KŻBR
Zużycie koncentratu (paszy) na 1 jajo	(192 g)	83 g (185 g)
Średnie koszty surowców	1614	1719
Średni koszt koncentratu (surowców) na 1 jajo	15 groszy	14 groszy

Źródło: opracowanie własne

Tabela 60

Porównanie stosowania koncentratów PSS i KŻBR w wybranych doświadczeniach na gęsiach rzeźnych

Zużycie koncentratu (paszy) w kg – średnia z doświadczeń	Grupa	
	PSS	KŻBR
FCR (kg)	0,96 (3,20)	0,96 (3,20)
Średnie koszty surowców	1449	1123
Średni koszt koncentratu (surowców) na 1 kg przyrostu	1,39	1,09

Źródło: opracowanie własne

Tabela 61

Porównanie kosztów stosowania koncentratów PSS i KŻBR w wybranych doświadczeniach na kaczkach rzeźnych typu Pekin

Zużycie koncentratu (paszy) w kg – średnia z doświadczeń	Grupa	
	PSS	KŻBR
FCR (kg)	1,17 (3,34)	1,11(3,18)
Średnie koszty surowców	1449	1191
Średni koszt koncentratu (surowców) na 1 kg przyrostu	1,69	1,32

Źródło: opracowanie własne

Tabela 62

Porównanie kosztów stosowania koncentratów PSS i KŻBR w wybranych doświadczeniach na trzodzie chlewnej

Zużycie koncentratu (paszy) w kg – średnia z doświadczeń	Grupa	
	PSS	KŻBR
FCR (kg)	0,78(3,12)	0,84 (3,37)
Średnie koszty surowców	1600	1272
Średni koszt koncentratu (surowców) na 1 kg przyrostu	1,25	1,03

Źródło: opracowanie własne

Analiza ekonomiczna dotycząca żywienia kur niosek przedstawiona została w tabeli 5. Koszt koncentratów obliczony na podstawie cen surowców w odniesieniu do wyprodukowania jednego jaja jest porównywalny do koncentratów powstałych na bazie krajowych źródeł białka roślinnego. W przypadku pozostałych badanych gatunków zwierząt po zastosowaniu koncentratów KŻBR stwierdzono poprawę rentowności produkcji (niższy koszt przyrostu masy ciała). Kalkulacja ekonomiczna dla gęsi, kaczek typu Pekin i trzody chlewnej, została przedstawiona odpowiednio w tabelach 60, 61 i 62.

Podsumowując, można stwierdzić, że krajowe źródła białka roślinnego mogą całkowicie zastąpić pod względem produkcyjnym i ekonomicznym poekstrakcyjną śrutę sojową w mieszankach dla kur niosek, gęsi, kaczek typu Pekin, jak również dla tuczników.

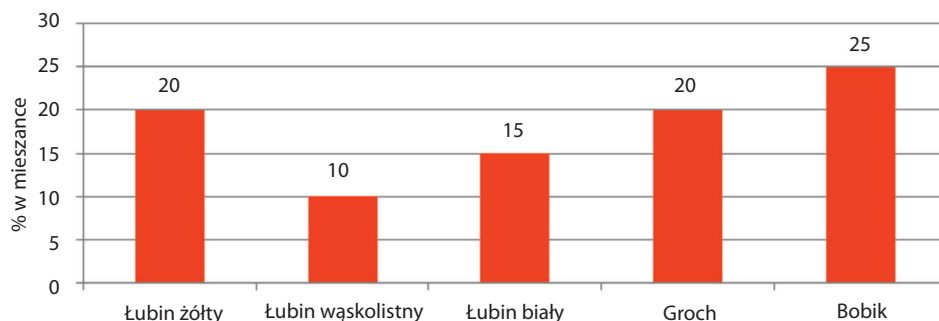
Zadanie 4.3.**Ocena przydatności oraz określenie granicznych udziałów krajowych źródeł białka roślinnego dla zwierząt gospodarskich z ferm przemysłowych**

Do stosowania krajowych źródeł białka w przemysłowej produkcji zwierzęcej potrzebne są prace określające przede wszystkim, w jakim stopniu możliwe będzie zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej (udziały graniczne KŻBR) bez ujemnych skutków w wynikach produkcyjnych, ekonomicznych czy jakości uzyskiwanych produktów zwierzęcych. Badania takie muszą obejmować wszystkie grupy technologiczne zwierząt (warchlaki, tuczniki, indyki, broilery, kury nioski), ponieważ istnieje pomiędzy nimi duża zmienność w zapotrzebowaniu na składniki pokarmowe, różni je tolerancja na obecność substancji antyżywniowych itp.

Otrzymane wyniki wskazują, że nasiona roślin strączkowych mogą być z powodzeniem wykorzystywane w żywieniu zwierząt, jednakże ich koncentracja w mieszance produkcyjnej powinna być ściśle określona. Proponowane udziały

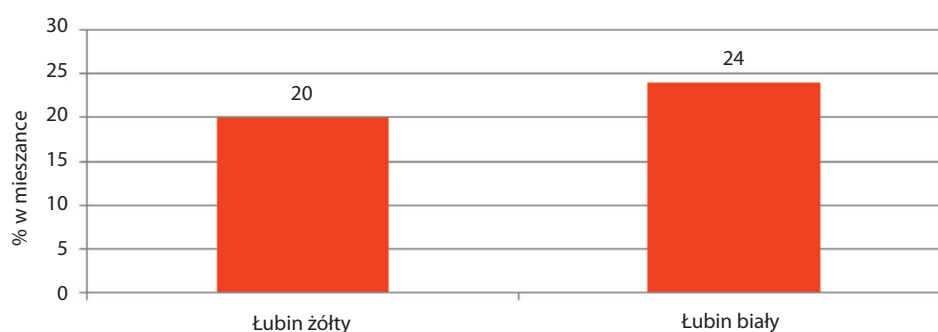
różnych roślin strączkowych w mieszankach dla kurcząt rzeźnych, niepowodujące pogorszenia ich wyników produkcyjnych, przedstawione zostały na rys. 22.

Analiza wyników doświadczeń produkcyjnych wykazała, że nasiona bobiku odmian niskotaninowych charakteryzującą się największą przydatnością w żywieniu zwierząt gospodarskich. Najniższa ze wszystkich roślin strączkowych koncentracja substancji antyżywniowych powoduje, że jego udział w mieszance może stanowić nawet 25%. Nasiona grochu i łubinu żółtego mogą być również wykorzystywane w większych ilościach (20%) w żywieniu kurcząt broilerów. Większa koncentracja rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych spowodowała, że udział nasion łubinu białego w mieszankach dla kurcząt rzeźnych nie powinien przekroczyć 15%, natomiast łubinu wąskolistnego 10%.



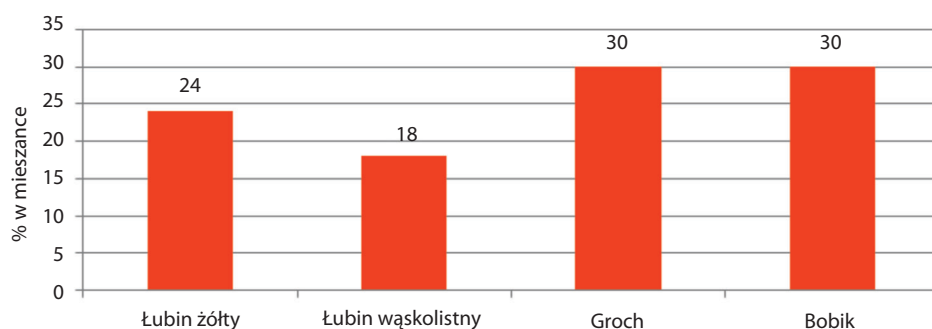
Rys. 22. Proponowane procentowe udziały nasion roślin strączkowych w mieszankach dla kurcząt rzeźnych (na podstawie analiz z lat 2011-2014, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

Źródło: opracowanie własne



Rys. 23. Proponowany udział roślin strączkowych w mieszankach dla kur nieśnych
(na podstawie analiz z lat 2012-2015, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

Źródło: opracowanie własne



Rys. 24. Proponowany udział roślin strączkowych w mieszankach dla indyków rzeźnych
(2011-2015, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)

Źródło: opracowanie własne

Bezpieczny udział nasion łubinu żółtego, niepowodujący pogorszenia nieśności i innych parametrów produkcyjnych kur nieśnych wynosi 20%. Przy większym udziale jego nasion w mieszance produkcyjnej obserwowano pogorszenie nieśności i zmniejszenie średniej masy jaj. Uzyskane wyniki wskazują, że kury nieśne wykazują większą tolerancję na łubin biały. Ptaki pobierające mieszankę zawierającą 24% łubinu białego charakteryzowały się bardzo dobrymi wynikami produkcyjnymi, porównywalnymi do grupy kontrolnej pozbawionej łubinu białego. Należy również zaznaczyć, że włączenie do mieszanki dla kur nieśnych 24% łubinu białego umożliwia prawie całkowite wyeliminowanie poekstrakcyjnej śruty sojowej (rys. 23).

Rośliny strączkowe mogą również z powodzeniem być wykorzystywane w żywieniu indyków rzeźnych. Optymalne poziomy roślin strączkowych w mieszankach dla indyków przedstawione zostały na rys. 24. Uzyskane wyniki wskazują, że indyki rzeźne tolerują wyższe koncentracje krajowych źródeł białka roślinnego w porównaniu do kurcząt rzeźnych. W przypadku grochu i bobiku, ich udział w mieszance może stanowić nawet 30% przy braku pogorszenia przyrostów masy ciała i współczynnika wykorzystania paszy. Natomiast udział nasion łubinu żółtego w mieszankach dla indyków rzeźnych może wynosić 24%, a łubinu wąskolistnego 18%.

Zastosowanie krajowych źródeł białka roślinnego jest również możliwe w przypadku trzody chlewnej. Bezpieczny udział nasion roślin strączkowych w dużej mierze uzależniony jest od okresu odchowu. Warchlaki, ze względu na większą podatność na niekorzystne działanie substan-

cji antyżywniowych, tolerują mniejszy udział roślin strączkowych w mieszance w porównaniu do starszych osobników w okresie Tuczni 1 i Tuczni 2. Proponowane udziały nasion różnych roślin strączkowych w mieszankach dla trzody chlewnej przedstawione zostały w tabeli 63.

Tabela 63

Proponowane poziomy roślin strączkowych w mieszankach produkcyjnych dla trzody chlewnej
(2011-2015, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu)

Roślina strączkowa	Proponowany poziom
Łubin żółty	W – 17,5% (zastąpienie do 60% PŚS)
	T1 – 21,5% (zastąpienie w 100% PŚS)
	T2 – 19% (zastąpienie w 100% PŚS)
Łubin biały	do 15% cały okres odchowu
Łubin wąskolistny	W – 22% (zastąpienie do 60% PŚS)
	T1 – 35% (zastąpienie w 100% PŚS)
	T2 – 20% (zastąpienie w 100% PŚS)
Groch	16% cały okres odchowu
Bobik	25% w okresie warchlak

W – okres warchlak (10-30 kg); T1 – okres tuczni 1 (31-70 kg); T2 – okres tuczni 2 (pow. 71 kg)

Zastosowanie 17,5% łubinu żółtego i 22% wąskolistnego w mieszance produkcyjnej w żywieniu warchlaków umożliwia w 60% zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej, bez negatywnego wpływu na wyniki produkcyjne. W przypadku starszych zwierząt (okres Tuczni 1 i Tuczni 2), zawartość nasion obu gatunków łubinów może wzrosnąć do poziomu umożliwiającego całkowite zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej, jednocześnie nie powodując pogorszenia wyników produkcyjnych. Zastosowanie w mie-

szance 15% nasion łubinu białego i 16% grochu pogorszyło parametry produkcyjne, nie stwierdzono natomiast pogorszenia przyrostu masy ciała i współczynnika wykorzystania paszy przy 25% udziale bobiku w mieszance.

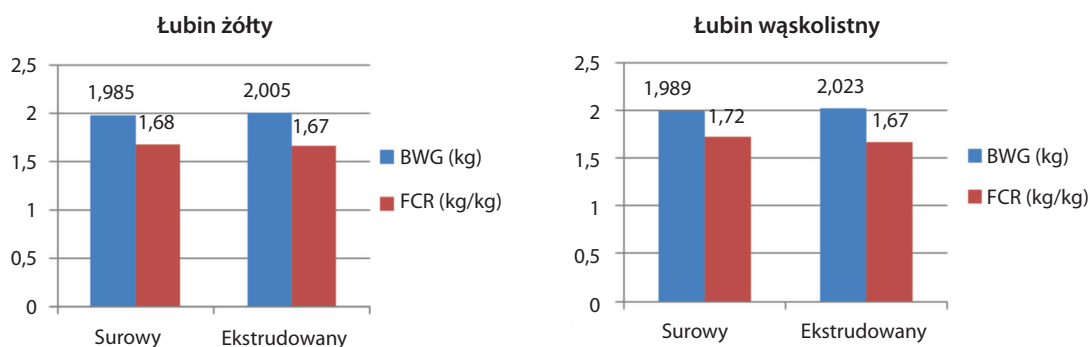
Zadanie 4.4.

Wpływ zabiegów technologicznych na podwyższenie wartości pokarmowej krajowych źródeł białka roślinnego

Wykonywane były wybrane zabiegi technologiczne mające na celu obniżenie udziałów substancji antyodżywczych, a następnie dokonana została ocena jakości uzyskanych tą drogą pasz, które w ostatniej fazie tego zadania wprowadzone zostały do mieszanek paszowych przeznaczonych dla drobiu i świń. Ponadto prowadzona była ocena biologiczna w celu określenia współczynników strawności pozornej dla składników pokarmowych i aminokwasów oraz ustalenia poziomów energii metabolicznej (AME i AMEn) uszlachetnianych nasion roślin strączkowych. Uzyskane wyniki pozwolą na określenie stopnia, w jakim przeprowadzone zabiegi wpłynęły na poprawę wartości odżywczej badanych pasz. Dokonując częściowej lub całkowitej substytucji śruty sojowej w zestawach pokarmowych, należy przeprowadzić ocenę stopnia strawności składników pokarmowych i ener-

tyczności (EM) w potencjalnych zamiennikach (uszlachetnione nasiona roślin strączkowych), a w dalszej kolejności porównania uzyskanych rezultatów z parametrami śruty sojowej. Pozwoli to na optymalizację receptur pełnoporcjowych mieszanek paszowych. Prowadzone były ściśle badania biologiczne (na drobiu i świnia).

Proces ekstruzji nasion łubinu żółtego i wąskolistnego nie wpływa korzystnie na poprawę wyników produkcyjnych kurcząt rzeźnych (rys. 25). Wstępne wyniki dotyczące zastosowania w żywieniu kurcząt rzeźnych ekstrudowanych nasion bobiku oraz grochu wykazały jej korzystny wpływ na wartość pokarmową nasion tych gatunków. Ekstruzja znacząco poprawia wykorzystanie skrobi, jednego z głównych składników nasion grochu oraz bobiku. Niemniej jednak wyniki te wymagają jeszcze weryfikacji w doświadczeniach wzrostowych.



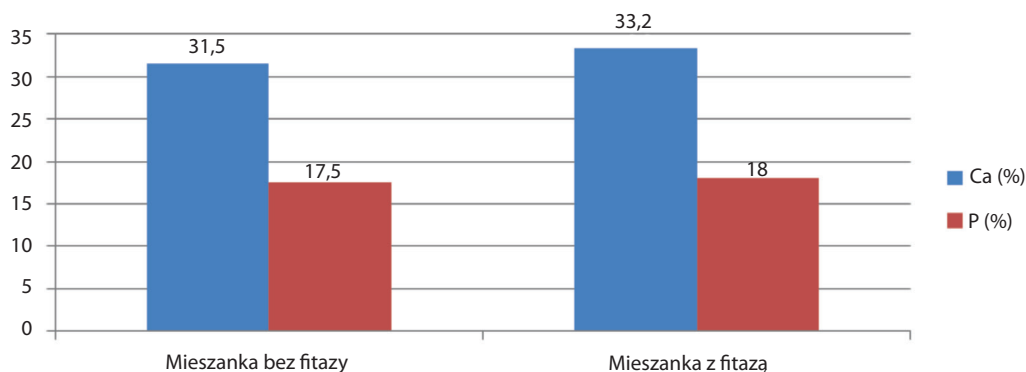
Rys. 25. Wpływ procesu ekstruzji łubinu żółtego i wąskolistnego na przyrosty masy ciała (BWG) i wykorzystania paszy (FCR) przez kurcząt rzeźne

Źródło: opracowanie własne

Inną metodą uszlachetniania krajowych źródeł białka roślinnego było wykorzystanie enzymu paszowego (fitazy) w mieszankach dla zwierząt monogastrycznych. Dodatek tego enzymu do mieszanek z łubinem żółtym i wąskolistnym w żywieniu trzody chlewnej, kur niosek i kurcząt rzeźnych, zniwelował negatywny wpływ fosforu fitynowego na strawność i wykorzystanie składników pokarmowych. Dodatkowo potwierdzono statystycznie istotne zwiększenie wykorzystania energii pochodzącej z mieszanki, jak również związków mineralnych poprzez zwiększenie koncentracji wapnia i fosforu w kości piszczelowej (rys. 26), co w znaczący sposób

poprawia jej wytrzymałość. Dodatek fitazy umożliwia obniżenie kosztu mieszanki z łubinem żółtym i wąskolistnym poprzez zmniejszenie koncentracji drogich komponentów paszowych, takich jak fosforan wapniowy czy olej roślinny.

Potwierdzono pozytywny wpływ proteazy jako enzymu zwiększającego strawność białka, jak również multicarbohydrazy odpowiedzialnej za rozkład rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych na zwiększenie przyrostów masy ciała i poprawę wykorzystania paszy u 56-dniowych indyków żywionych mieszanką zawierającą 30% łubinu żółtego.

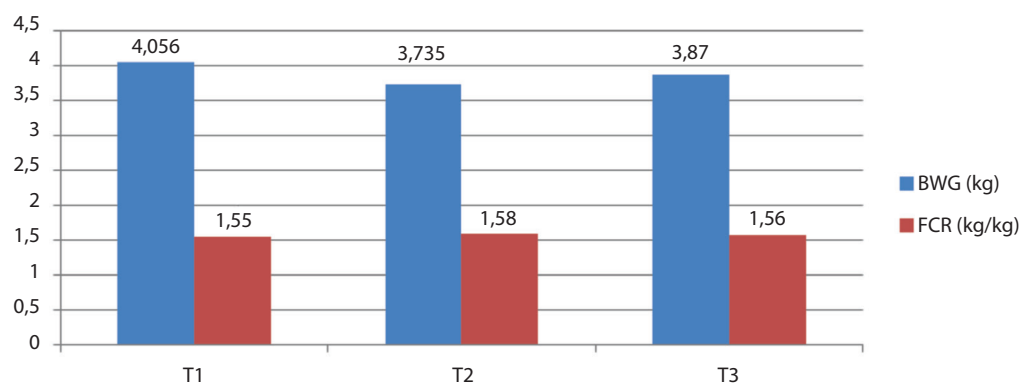


Rys. 26. Wpływ dodatku enzymu fitazy na koncentrację wapnia i fosforu w kości piszczelowej oznaczonej w doświadczeniu na kurczętach rzeźnych

Źródło: opracowanie własne

Śruta z nasion łubinu żółtego zastosowana w 30% jako zamiennik poekstrakcyjnej śruty sojowej w dietach dla indyków do 8. tygodnia życia powoduje pogorszenie parametrów produkcyjnych tych zwierząt, a głównie przyrostów masy ciała i wykorzystania paszy (rys. 27). Natomiast zastosowanie dodatku proteazy w połączeniu z enzymami degradującymi polisacharydy nieskrobiowe łagodzi negatywny wpływ śruty z nasion łubinu na przyrosty masy ciała indyków oraz wykorzystanie paszy.

Potwierdzono skuteczność enzymu multicarbohydrazy w dietach zawierających 30% udział grochu dla indyków do 8. tygodnia życia. Natomiast mniej znaczący wpływ dodatku enzymu u starszych ptaków prawdopodobnie spowodowany był większą ich tolerancją na obecną w nasionach grochu koncentrację polisacharydów nieskrobiowych (rys. 28).



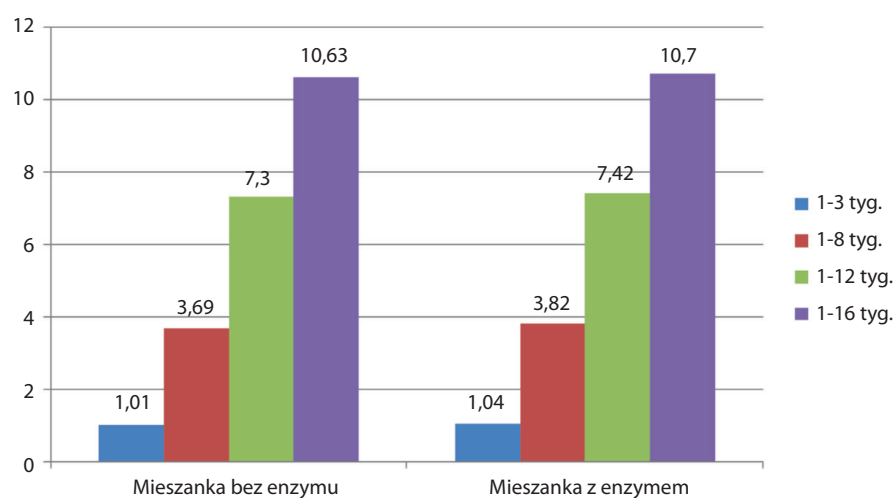
T1 – standardowa dieta kukurydziano sojowa;

T2 – dieta z 30% łubinu żółtego;

T3 – dieta z 30% łubinu żółtego i mieszaniną enzymów (proteaza + multicarbohydraz)

Rys. 27. Wpływ dodatku mieszaniny enzymów (proteaza + multicarbohydraz) na przyrosty masy ciała i wykorzystanie paszy przez indyki rzeźne

Źródło: opracowanie własne



Rys. 28. Wpływ dodatku enzymu (multicarbohydraz) na przyrosty masy ciała 16-tygodniowych indyczek (kg)

Źródło: opracowanie własne

Zadanie 4.5.**Wpływ rodzimych źródeł białka roślinnego na stan funkcjonowania przewodu pokarmowego zwierząt oraz jakość produktów zwierzęcych**

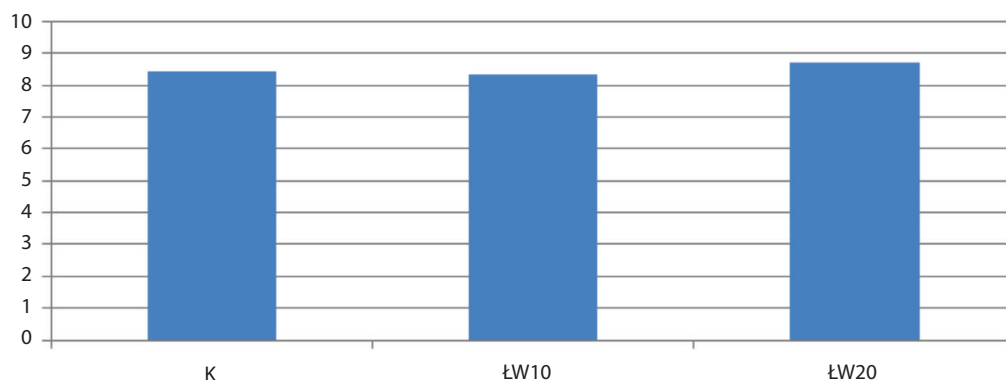
Niezbędne dla praktyki jest poznanie działania niektórych nasion roślin strączkowych na funkcjonowanie przewodu pokarmowego organizmów zwierzęcych, zachodzące procesy fermentacji i wchłaniania. Wykonane zostały prace, których celem była ocena fizjologicznych konsekwencji częściowej lub całkowitej substytucji śruty sojowej przez nasiona roślin strączkowych.

Ptaki żywione mieszankami z 25% udziałem nasion łubinu wąskolistnego lub żółtego infekowano *Clostridium perfringens*. Kurczęta zainfekowane *Clostridium perfringens* spożywały znacznie więcej paszy, co w konsekwencji przełożyło się na wyższy współczynnik wykorzystania paszy. Nie zaobserwowano żadnej interakcji pomiędzy badanymi czynnikami. Zastosowanie łubinu wąskolistnego istotnie zwiększyło lepkość treści jelita cienkiego kurcząt. Treść jelitowa kurcząt infekowanych charakteryzowała się wyższą lepkością w porównaniu do treści kurcząt żywionych dietą kontrolną lub z udziałem łubinu żółtego. Nie odnotowano wpływu badanych czynników na pH treści jelita cienkiego lub ślepego. Na podstawie tych wyników można stwierdzić, iż nasiona łubinu wąskolistnego lub żółtego nie stwarzają korzystnych warunków do rozwoju bakterii patogennych w jelicie cienkim drobiu.

Przeprowadzone zostały doświadczenia określające wpływ zastosowania w mieszance dla kur niosek śruty z nasion łubinu wąskolistnego na morfologię, funkcjonowanie przewodu

pokarmowego kur, skład, aktywność enzymatyczną i podstawowe metabolity mikroflory jelit ślepych oraz jakość sensoryczną jaj.

Nasiona łubinu wąskolistnego stosowane w żywieniu kur niosek nie miały wpływu na lepkość i pH treści jelita cienkiego (jelita czczego), jak również na koncentrację lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) oznaczonych w treści jelita biodrowego. Niewielka zawartość LKT w treści jelita biodrowego, wynosząca ok. 4,5 $\mu\text{mol/g}$, wskazuje na niską aktywność mikroflory jelitowej w końcowym odcinku jelita cienkiego. Zwiększenie zawartości łubinu w mieszance nie miało wpływu na poziom produkowanych LKT w jelicie cienkim. Podobnie niewielkie różnice zaobserwowano w aktywności mikroflory jelit ślepych. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, iż nasiona łubinu wąskolistnego nie stymulują w znaczący sposób mikroflory układu pokarmowego niosek, co jest wynikiem korzystnym z punktu widzenia wykorzystania składników pokarmowych. Jednocześnie zaobserwowano korzystne zmiany w składzie i liczbie bakterii zasiedlających układ pokarmowy niosek żywionych nasionami łubinu wąskolistnego. Można stwierdzić, że nie odnotowano ujemnego wpływu zawartości łubinu w mieszance kur na jakość sensoryczną jaj (rys. 29).



Rys. 29. Ocena ogólna badanych próbek (skala 0-10 jednostek umownych)

Źródło: opracowanie własne

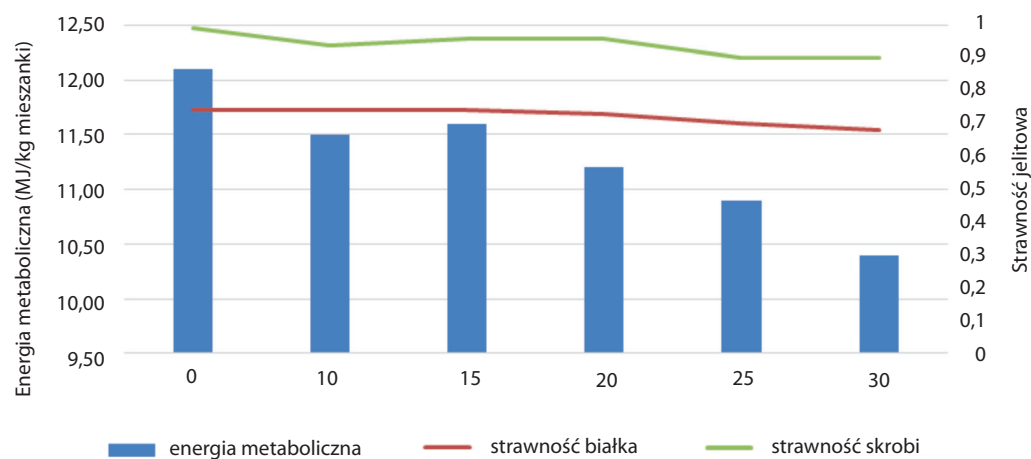
Przeprowadzone zostały doświadczenia obrazujące możliwości wykorzystania krajowych źródeł białka roślinnego (łubinu żółtego, wąskolistnego, białego, grochu, bobiku) na uwodnienie treści jelit, kałomoczu i ściółki. Na podstawie otrzymanych wyników nie stwierdzono negatywnego wpływu badanych źródeł białka (łubinu żółtego, wąskolistnego, białego, grochu, bobiku) na uwodnienie ściółki lub kałomoczu a w związku z tym na warunki zoohigieniczne w budynkach inwentarskich.

Przeprowadzono doświadczenie ukazujące wpływ nasion łubinu białego na mikroflorę jelita cienkiego oraz ślepego świń. Otrzymane wyniki wskazują, iż większy udział nasion łubinu białego (powyżej 30%) obniża spożycie paszy oraz wpływa na zwiększenie lepkości treści jelitowej, co zaburza skład mikroflory przewodu pokarmowego świń.

Przeprowadzono również badania dotyczące wpływu nasion łubinu żółtego i wąskolistnego na mikroflorę układu pokarmowego indyków. Zastosowanie nasion łubinu żółtego w diecie młodych indyków spowodowało niezbyt liczne zamiany wskaźników funkcjonowania jelit, a większość odnotowanych zmian, jak

obniżenie liczby bakterii *Escherichia coli* i *Clostridiaceae* oraz wzrost koncentracji LKT, a obniżenie pH treści jelit ślepych, było korzystne. Podobne zmiany odnotowano w przypadku zastosowania nasion łubinu żółtego. Podobnie niewielkie różnice odnotowano, stosując nasiona niskotaninowych odmian bobiku w żywieniu indyków rzeźnych.

Przeprowadzono badania ukazujące wpływ nasion łubinu białego (różnych jego poziomów) na strawność składników pokarmowych oraz na produkcję mucyn. Wysoki udział nasion łubinu białego (25 i 30%), pogarsza wykorzystanie składników diety oraz obniża AME głównie przez zmniejszenie powierzchni chłonnej jelita cienkiego oraz wzmożoną produkcję mucyn, co jest niekorzystnym procesem (rys. 30).



Rys. 30. Poziom energii metabolicznej, strawność białka i skrobi w zależności od ilości (%) użytego łubinu w mieszance

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że nasiona roślin strączkowych w niewielkim stopniu wpływają na funkcjonowanie oraz na skład i aktywność mikroflory jelitowej układu

pokarmowego drobiu oraz świń. Jednoznacznie można stwierdzić, iż nasiona roślin strączkowych rodzimego pochodzenia nie mają negatywnego wpływu na produkty pochodzenia zwierzęcego.



ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 5

**EKONOMICZNE UWARUNKOWANIA ROZWOJU PRODUKCJI, INFRASTRUKTURY RYNKU I SYSTEMU OBROTU,
A TAKŻE OPŁACALNOŚCI WYKORZYSTANIA ROŚLIN STRĄCZKOWYCH NA CELE PASZOWE W POLSCE**

Jednym z narzędzi realizowania polityki bezpieczeństwa żywnościowego jest różnicowanie źródeł pozyskiwania paszowego białka roślinnego. W warunkach Polski, potrzeby te zaspokajano, wykorzystując gatunki rodzimych roślin strączkowych, głównie groch, bobik i łubiny. Tradycyjna produkcja drobiu oparta była na paszach, których podstawowy składnik stanowiły zboża, a dla trzody chlewnej dodatkowo wykorzystywano ziemniaki. Były to surowce rodzimej produkcji, której wielkość odpowiadała bieżącym potrzebom rynku. Rozpoczęty jednak w kraju w latach 90. ubiegłego stulecia dynamiczny proces rozwoju globalnego handlu wywołał zjawisko zastępowania białka rodzimych gatunków roślin strączkowych w paszach dla drobiu i trzody chlewnej łatwo dostępnym i konkurencyjnym pod względem jakościowym importowanym białkiem sojowym. Było to bezpośrednią przyczyną załamania krajowej produkcji tego surowca, co stworzyło jednocześnie warunki do dalszego zwiększania importu śrutu sojowej. Proces ten doprowadził do sytuacji, w której obecnie krajowe zapotrzebowanie na białko roślinne w około 80% pokrywane jest importowanym z kontynentu amerykańskiego białkiem sojowym. W konsekwencji nastąpiło rynkowe uzależnienie zarówno Polski, jak i wielu innych krajów Unii Europejskiej od zagranicznych źródeł białka roślinnego. Stan taki rodzi zrozumiałe niepokój dotyczący bezpieczeństwa w zakresie zapewnienia niezbędnej ilości białka roślinnego na cele paszowe. Aktualny stał się więc problem restytucji produkcji i rynku gatunków rodzimych roślin strączkowych. Zatem celem zadania realizowanego w Obszarze 5. Programu Wieloletniego w latach 2011-2015 była identyfikacja mikro- i makroekonomicznych czynników warunkujących rozwój produkcji i rynku nasion

rodzimych roślin strączkowych. Cel ten obejmował również opracowanie modelowego systemu rynkowego, umożliwiającego rozwój uprawy rodzimych roślin strączkowych, a także sprawny obrót tym surowcem. Systemu, który umożliwiałby również zarządzanie ryzykiem cenowym i stabilizowanie dochodów podmiotów zajmujących się produkcją, obrotem, a także wykorzystaniem nasion roślin strączkowych w kraju.

Nasiona roślin strączkowych wykorzystywane są na paszę. Zapotrzebowanie na pasze przemysłowe oraz ich produkcja uzależnione są przede wszystkim od wielkości pogłowia trzody chlewnej i drobiu. Badania wykazały, że w ostatnich latach obserwowano w kraju powolny, ale systematyczny wzrost produkcji pasz. Według danych IERIGŻ produkcja pasz przemysłowych w roku 2010 wynosiła 7906 tys. ton i była znacznie wyższa niż w roku 2005 (5278 tys. ton), a w roku 2013 produkowano 8556 tys. ton pasz przemysłowych. Dane te wskazują na duże możliwości rozwoju produkcji pasz w Polsce, a tym samym rynku dla nasion rodzimych roślin strączkowych jako źródła białka roślinnego wykorzystywanego do produkcji pasz dla trzody chlewnej i drobiu.

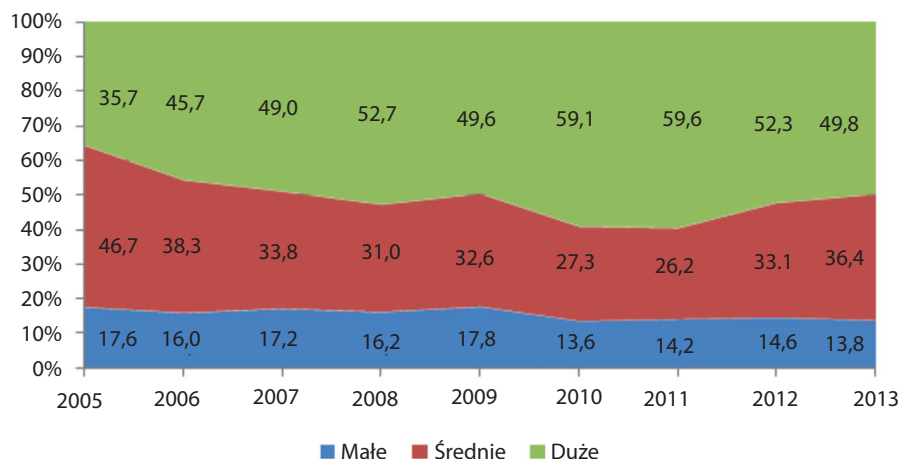
- I. Przeprowadzona w ramach badań identyfikacja czynników ekonomicznych kreujących popyt na nasiona roślin strączkowych pozwoliła sformułować następujące konkluzje:
 1. Wśród podmiotów potencjalnie zainteresowanych przerobem nasion rodzimych roślin strączkowych znajdują się przede wszystkim przedsiębiorstwa produkujące pasze dla zwierząt. Są one ważnym ogniwem przemysłu rolno-spożywczego, bowiem z jednej strony są odbiorcą surowców od rolników, kreującym popyt na rynku, a z drugiej strony

dostarczają pasze do produkcji zwierzęcej. Znaczący postęp w technologii produkcji pasz przemysłowych oraz wzrost zapotrzebowania na tego rodzaju pasze sprawił, iż w latach 2005-2013 działało w Polsce od 107 do 118 podmiotów gospodarczych produkujących pasze dla zwierząt. W tej grupie ponad 95% stanowiły małe i średnie podmioty gospodarcze. Badania wykazały również, że branża paszowa cechuje się dużą przedsiębiorczością oraz jest nastawiona na rozwój. Mimo stosunkowo dużej liczby małych i średnich przedsiębiorstw największe znaczenie pod względem efektów finansowych mają jednak jednostki duże, zatrudniające ponad 250 osób.

2. Liczba zakładów paszowych działających w badanym okresie podlegała zmianom. Największą dynamikę zmian obserwowano w grupie małych przedsiębiorstw. Produkcją pasz w 2010 roku zajmowało się 71 małych przedsiębiorstw, tj. o 14 wytwórni mniej niż w roku 2005, natomiast w roku 2013 odnotowano już 80 małych podmiotów w tej branży.
3. W 2010 roku przychody netto ze sprzedaży produktów w jednostkach produkujących pasze dla zwierząt wyniosły 12 148 mln zł i były o 3,4 mln zł wyższe niż w roku 2009, co stanowiło około 7,2% przychodów całego przemysłu spożywczego. W roku 2013 przychody ze sprzedaży wynosiły 16 539 mln zł i stanowiły 7,5% wartości przychodów przemysłu spożywczego. Produkcja i zyski sektora skoncentrowane były jednak w dużych wytwórniach pasz, których w 2013 r. udział w przychodach ze sprzedaży ogółem wyno-

sił 46,9%. Udział wytwórni średniej wielkości w całkowitych przychodach ze sprzedaży pasz wynosił 36,4% (rys. 31).

4. Sytuację finansową krajowych wytwórni pasz w okresie prowadzenia badań oceniono jako dobrą. W klasyfikacji branż w sektorze przemysłu spożywczego, pod względem efektywności finansowej, wytwórnie pasz zajmowały 4 miejsce, po browarach, jednostkach produkujących pasze dla zwierząt domowych i cukrowniach. Zostały zatem zaklasyfikowane do grupy przedsiębiorstw działających efektywnie. Ponadto przedsiębiorstwa produkujące pasze cechowały się dobrą kondycją finansową, która przejawiała się wysokim stopniem płynności finansowej oraz sprawnym gospodarowaniem posiadanymi zasobami. W zakresie gospodarki finansowej prowadzona jest racjonalna i bezpieczna polityka, zgodna z teoretycznymi regułami finansowania. Przekłada się to na dość wysoki poziom rentowności. Na tej podstawie można wnioskować, że w przyszłości podmioty tej branży powinny bez trudności utrzymać się na rynku i dalej się rozwijać, nawet jeśli okresowo wystąpią niekorzystne warunki gospodarcze.
5. Przedsiębiorstwa produkujące pasze wyposażone były w nowoczesne środki gospodarcze (budynki, maszyny i urządzenia). Ich wartość od roku 2005 do 2013 wzrosła o 82%. Oznacza to, że w tym okresie dokonywane były intensywne działania związane z budową i modernizacją zakładów, co wpłynęło na poprawę wydajności i jakości produkowanych wyrobów oraz poprawę warunków pracy.



Rys. 31. Udział poszczególnych grup przedsiębiorstw produkujących pasze dla zwierząt w przychodach ze sprzedaży (%)

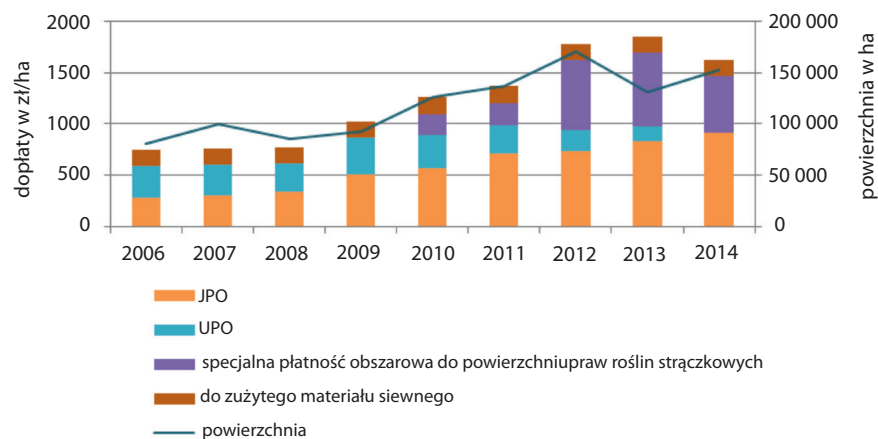
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

II. Przeprowadzona w ramach badań identyfikacja czynników podażowych na rynku rodzimych roślin strączkowych wykazała, że:

1. Przyrost powierzchni uprawy roślin strączkowych silnie skorelowany był z wielkością dopłat UE, które w roku 2010 wynosiły 1256,62 zł/ha, w 2011 r. – 1364,33 zł/ha i w 2012 r. – 1694,93 zł/ha, a w 2013 r. – 1794,30 zł/ha (rys. 32). Wzrost powierzchni uprawy nie miał jednak odzwierciedlenia w adekwatnym wzroście poziomu skupu nasion tych gatunków. Z danych GUS wynika bowiem, że w roku 2013 do skupu trafiło około 3% nasion grochu, ilości, która potencjalnie wynikała z powierzchni zasiewu, łubinu 6% oraz bobiku tylko 1%.
2. Badania wykazały, że głównym powodem uprawy roślin strączkowych w analizowanych gospodarstwach rolnych była poprawa struk-

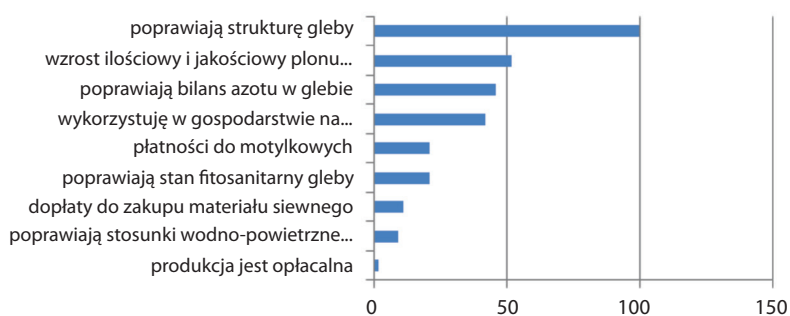
tury gleby i korzystne stanowisko pod roślinę następczą, a nie produkcja towarowa nasion tych gatunków (rys. 33). Pomimo wykazanej bezwzględnej opłacalności produkcji nasion roślin strączkowych (po doliczeniu należnych dopłat UE), wielkość ich produkcji towarowej była mała i w badanym okresie ograniczana. Rolnicy zachęceni dodatkowymi korzyściami finansowymi, wynikającymi z dopłat do powierzchni zasiewu roślin strączkowych, zwiększali ich areał, jednak traktując te uprawy jedynie jako przedplon lub poplon pod rośliny następcze.

Sytuacja taka wywołana była dużymi trudnościami ze sprzedażą tego surowca z powodu braku popytu i zainteresowania nasionami rodzimych roślin strączkowych ze strony przemysłu paszowego w Polsce. Niekorzystną sytuację na tym rynku potęgowała dodatkowo mała skala produkcji w gospodarstwach, a także duże jej



Rys. 32. Relacja między wysokością dopłat, a powierzchnią uprawy roślin strączkowych pastewnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS i ARiMR



Rys. 33. Czynniki decydujące o uprawie roślin strączkowych w gospodarstwach rolnych (n=108)

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych

rozproszenie terytorialne. Powodowało to brak możliwości zebrania odpowiednio dużej i wyrównanej pod względem jakościowym partii materiału, co jest podstawowym warunkiem zainteresowania się tym surowcem przez wytwórnie pasz. Dodatkowo rosnąca konkurencja ze strony rynku soi doprowadziła w konsekwencji do marginalizacji rynku nasion rodzimych roślin strączkowych w Polsce.

Podstawową przyczynę tego stanu upatruje się w dominującej obecności na krajowym rynku paszowym konkurencyjnego pod względem jakościowym, a także marketingowym,

białka pochodzącego z importowanej śruty sojowej, a przez to braku popytu na rynku paszowym na nasiona krajowych roślin strączkowych jako źródła białka roślinnego. Rozwój rynku oraz realne zwiększenie wielkości produkcji nasion rodzimych roślin strączkowych wymaga przede wszystkim koncentracji obrotu w skali kraju (tworzenia dużych i jednorodnych kontraktów towarowych), a także zagwarantowania jakości surowca i płynnych dostaw. Jedynie bowiem w ten sposób można wzbudzić zainteresowanie tym surowcem ze strony dużych zakładów przetwórczych.

III. W wyniku prowadzonych badań stwierdzono, że w istniejących uwarunkowaniach ekonomicznych, ulepszanie krajowego systemu obrotu surowcem pochodzącym z roślin strączkowych możliwe jest poprzez działania w dwóch kierunkach:

1. Rozwój niszowej produkcji regionalnych wyrobów mięsnych, przy wykorzystaniu pasz z rodzimych roślin białkowych (bez GMO), w ramach pionowych powiązań integracyjnych podmiotów (kontraktowe lub kapitałowe). Zakłada się, że model ten może być wykorzystany przez małe lokalne przetwórcze pasz przy współpracy z określonymi grupami producentów żywca wieprzowego czy też drobiu, do produkcji niszowych i regionalnych produktów mięsnych. Skala produkcji oraz tradycyjna technologia wytwarzania, plasować będą ostateczny produkt w górnych przedziałach cenowych, co oznacza, że kierowany będzie do klientów zamożniejszych. W ramach tego systemu rynek rozwijałby się wyłącznie w sposób naturalny pod wpływem impulsów popytowych płynących od konsumentów. System ten z powyższych powodów nie zabezpieczy jednak popytu na rodzime rośliny strączkowe na zakładanym w projekcie poziomie uprawy 450–500 tys. ha.
2. Rozwój produkcji nasion rodzimych gatunków roślin strączkowych poprzez aktywne animowanie obrotu tym surowcem, a także obrotu produktami mięsnymi powstałymi na bazie pasz z tych nasion jako komponentu paszowego w różnych proporcjach w stosunku do soi. Produkt mięsny powstały w ramach tego systemu nie musiałby być produktem bez GMO, ale byłby z pewnością produktem wytworzonym z wykorzystaniem rodzimych

roślin strączkowych. Zakłada się również, że byłby to produkt stosunkowo tani i dostępny w sieciach handlowych i sklepach wielkopowierzchniowych dla wszystkich konsumentów. W modelu tym rozwój obrotu nasionami rodzimych roślin strączkowych w początkowym okresie byłby stymulowany przez animatora rynku, co zagwarantuje jego funkcjonowanie i rozwój. Zakładana powszechność stosowania w paszach nasion roślin strączkowych uprawianych w naszym kraju sprawi, że docelowo powierzchnia zasiewów może osiągnąć poziom 450-500 tys. ha. Uprawa tych roślin na takiej powierzchni pozwoli w około 50% zastąpić importowane białko sojowe.

Generalnie można uznać, że bezpieczeństwo kraju w zakresie zaopatrzenia w białko roślinne zapewnić może jedynie rozwój uprawy rodzimych gatunków roślin strączkowych oraz aktywne animowanie obrotu tym surowcem na rynku. Odzyskanie natomiast znaczącego dla nich udziału na krajowym rynku komponentów paszowych możliwe jest poprzez zaoferowanie konkurencyjnego pod względem jakościowym i cenowym rodzimego produktu białkowego. Oferta ta musi być jednak wsparta działaniami marketingowymi porównywalnymi do tych stosowanych przez głównych operatorów na rynku soi. Wymagać to będzie znacznych nakładów finansowych i czasu.

ZADANIA REALIZOWANE W OBSZARZE 6

PRODUKCJA WYSOKIEJ JAKOŚCI PASZ Z TRWAŁYCH UŻYTKÓW ZIELONYCH

Trwałe użytki zielone (TUZ) zajmują w Polsce ok. 20%, tj. 3184,4 tys. ha. Łąki stanowią 77% powierzchni trwałych użytków zielonych, a ich udział w powierzchni użytków rolnych wykazuje regionalne zróżnicowanie. Znaczna część trwałych użytków zielonych w kraju jest zaniedbana w wyniku zaniechania wykonywania podstawowych zabiegów pratotechnicznych, takich jak: nawożenie (w tym wapnowanie), użytkowanie oraz pielęgnacja. Wskutek tego obniża się ich wydajność, a produkowana pasza ma niską wartość pokarmową.

Pasze objętościowe z użytków zielonych są podstawowym źródłem pasz w żywieniu bydła mięsnego. Jakość tych pasz, w tym podaż wartościowego białka oraz energii, kształtuje zarówno wielkość przyrostów masy ciała zwierząt, jak i jakość produkowanego mięsa. Aby nie nastąpiło obniżenie wartości rzeźnej opasanych zwierząt, średnie dobowe przyrosty masy ciała powinny być wyższe niż 1000 g, a żywienie powinno być oparte na kiszonkach i paszy treściwej z odpowiednim udziałem dodatków witaminowo-mineralnych. Przy żywieniu opasów paszami niskiej wartości pokarmowej wydłuża się czas trwania opasu, zwierzęta zużywają więcej składników pokarmowych na potrzeby bytowe, pogarsza się kulinarna jakość wołowiny, a wzrasta koszt żywienia wynikający z większego

zużycia pasz treściwych. Szczególne znaczenie w chowie bydła mięsnego odgrywają pasze z traw z bobowatymi (motylkowate drobnonasienne), ponieważ zwiększają udział w mięsie pożądaných w diecie człowieka kwasów PUFA n-3 oraz tłuszczu śródmięśniowego. Natomiast źródłem zarówno białka, jak i energii są najcenniejsze odmiany gatunków traw pastewnych.

W aktualnej sytuacji gospodarczej Polski rozwój produkcji bydła mięsnego w znacznej mierze jest uzależniony od produkcji tanich, dobrych jakościowo własnych pasz gospodarskich. Źródłem najtańszych pasz, bogatych w białko i składniki mineralne jest pastwisko. Szacuje się, że pasze pozyskane z użytków zielonych są około dwukrotnie tańsze od pasz zbożowych i jednocześnie są pełnowartościowymi paszami w żywieniu przeżuwaczy.

Warunkiem uzyskania wysokiej wartości pasz objętościowych z trwałych użytków zielonych, które są głównym składnikiem dawek pokarmowych w żywieniu bydła, jest odpowiedni skład gatunkowy runi. Odpowiednio utrzymane oraz pielęgnowane TUZ mogą dawać plony na poziomie około 8-10 t·ha⁻¹ s.m., o optymalnej wartości pokarmowej oraz dobrej smakowitości. Takie plony są możliwe jedynie na łąkach i pastwiskach o odpowiednim składzie botanicznym runi (tab. 64).

Tabela 64

Wskazany procentowy udział traw wysokich, niskich i średnich oraz roślin bobowatych w zależności od sposobu użytkowania

Sposób użytkowania	Trawy wysokie	Trawy niskie i średnie	Rośliny bobowate
Łąkowy	40-60	30-40	20-25
Pastwiskowy	30-40	40-60	20-30
Zmienny (kośno-pastwiskowy)	30-50	30-50	do ok. 25

Źródło: opracowanie własne

Trudności w uzyskaniu wartościowego składu botanicznego (gatunkowego) wynikają z małej stabilności zbiorowisk, szczególnie w siedliskach nadmiernie lub niedostatecznie uwilgotnionych, w tym łąk grądowych, zasilanych głównie wodami opadowymi. Spadek pło-

nowania oraz pojawianie się w runi chwastów i traw o niskiej wartości pokarmowej jest niepokojącym sygnałem wskazującym na zaawansowany proces degradacji. Na pogorszenie się stanu łąk i pastwisk wpływa wiele wzajemnie powiązanych czynników.

Czynniki edaficzne (degradacja siedliska glebowego)	Czynniki klimatyczne	Czynniki antropogeniczne (zależne od rolnika)
– wyjaławianie się gleby ze składników pokarmowych, – wzrost zakwaszenia gleby, – podtopienie, zabagnienia, długotrwałe zalewy, – przesuszenie w wyniku nadmiernego obniżenia poziomu wód gruntowych, – niszczenie darni przez dzikie zwierzęta.	– niskie opady i niekorzystny ich rozkład w sezonie wegetacyjnym, – wysokie temperatury powietrza oraz silne przesuszanie gleby słabo zadarnionej powierzchni, – przymrozki późnowiosenne oraz wczesnojesienne.	– wadliwa regulacja stosunków powietrzno-wodnych, – brak lub niski poziom nawożenia, – zbyt wysokie nawożenie lub niewłaściwe sposoby aplikacji nawozów naturalnych, – zbyt niskie i późne koszenie, – wieloletnie jednostronne użytkowanie lub zaniechanie użytkowania.

Podstawową czynnością na TUZ przeznaczonych do odnawiania powinno być zidentyfikowanie oraz wyeliminowanie czynników powodujących degradację danego zbiorowiska. Bez takiego rozeznania nawet najstaranniej

przeprowadzona renowacja nie przyniesie oczekiwanego rezultatu. Po ustaleniu i wyeliminowaniu niekorzystnych czynników, należy wybrać najwłaściwszą metodę odnawiania.

METODY ORAZ SPOSOBY ODNAWIANIA TRWAŁYCH UŻYTKÓW ZIELONYCH

Poprawę złego stanu zdegradowanej runi TUZ lub jej wzbogacenie odpowiednio dobranymi gatunkami traw oraz roślin bobowatych, w tym koniczyn oraz komonic, można osiągnąć jedną z możliwych metod renowacji:

- renowacja metodą nawożenia i racjonalnego użytkowania,
- renowacja metodą podsiewu (tradycyjna oraz z użyciem specjalistycznych siewników).

Stosunkowo tanią i efektywną metodą renowacji użytków zielonych, polegającą na wprowadzeniu do runi nasion wartościowych gatunków i odmian traw i roślin bobowatych jest podsiew. Metodę podsiewu stosuje się gdy:

- odnawiana powierzchnia jest wyrównana,
- w runi występuje niewielki udział wartościowych gatunków traw oraz roślin bobowatych w stosowanym sposobie użytkowania,

- duży udział stanowią rośliny o małej wartości paszowej,
- występuje nadmierny, ponad 40% udział chwastów,
- udział uciążliwych chwastów tworzących kępy oraz rozłogi nie przekracza 20%,
- darń uległa uszkodzeniu w czasie zimowania lub ucierpiała podczas długotrwałej stagnacji wody.

Podsiew uproszczonych lub zdegradowanych zbiorowisk trawiastych polega na uzupełnieniu lub wzbogaceniu składu botanicznego zbiorowisk roślinnych. Najdogodniejszym wiosennym terminem podsiewu w siedliskach posusznych jest pierwsza dekada kwietnia, a na glebach podmokłych – pierwsza dekada maja. Optymalnym terminem podsiewu letniego jest również okres od końca sierpnia do połowy września.

Niezbędnym zabiegiem zapewniającym dobre warunki do kiełkowania nasion i szybkiego wzrostu młodych siewek jest osłabienie konkurencyjności roślin starej darni. Wyróżnia się trzy podstawowe technologie osłabienia konkurencyjności roślin starej darni:

- mechaniczne (gryzowanie, bronowanie na czarno, talerzowanie),
- chemiczne,
- chemiczno-mechaniczne.

Z mechanicznych zabiegów stosowane są różne narzędzia do powierzchniowego, częściowego zniszczenia roślin starej darni oraz przygotowania wierzchniej warstwy glebowej do wysiewu nasion i zespolenia ich z glebą.

Zalety podsiewów	Wady podsiewów
– znacznie niższe koszty w stosunku do metody całkowitego niszczenia starej darni i ponownego obsiewu, – możliwość uzyskania korzystnego składu gatunkowego runi o dużej różnorodności florystycznej, – utrzymanie w runi pewnej ilości wartościowych gatunków przystosowanych do istniejących warunków siedliskowych, – ograniczenie mineralizacji oraz erozji gleb.	– ograniczone wschody w warunkach wystąpienia okresów posusznych po wykonanych podsiewach, – zawodność podsiewów w warunkach dużego udziału w darni roślin mogących zdominować podsianą run.

Chemiczne osłabienie konkurencyjności starej darni można przeprowadzić za pomocą herbicydów nieselektywnych, do których należą: Reglone, Basta oraz Roundup stosowane w niskich dawkach (0,75-1,5 l·ha⁻¹). Wymienione herbicydy należy stosować do

defoliacji odnawianej runi z niewielkim udziałem chwastów dwuliściennych. W celu wyeliminowania roślin dwuliściennych należy natomiast zastosować herbicydy selektywne, takie jak: Starane, Aminopielik czy Fernando.

Natomiast połączenie dwóch wyżej wymienionych technologii należy traktować jako chemiczno-mechaniczne osłabienie konkurencyjności starej darni.

W nowoczesnych sposobach podsiewu (siew bezpośredni) nasiona wprowadzane są bezpośrednio do gleby. Do tego celu wykorzystywane są specjalistyczne siewniki ze szczelinowymi lub frezującymi sekcjami wysiewającymi.

W gospodarstwach nastawionych na intensywny chów bydła opasowego zwraca się uwagę na zawartość białka oraz cukrów rozpuszczalnych w runi. Powoduje to więc konieczność

uzupełnienia runi przez podsiew krótkotrwałymi gatunkami traw (o podwyższonej zawartości cukrów rozpuszczalnych) i roślinami bobowatymi mimo dobrego składu florystycznego TUZ. Udział roślin bobowatych (koniczyna biała, łąkowa i szwedzka lub komonica zwyczajna) w takich mieszankach powinien wynosić nawet 30% (dobór w zależności od siedliska i sposobu użytkowania). Spośród traw zaleca się: życicę trwałą, wielokwiatową, mieszańcową, (odmiany diploidalne i tetraploidalne), *Festulolium*, kostrzewę łąkową i rajgras wyniosły (tab. 65).

Tabela 65

Mieszanki nasion traw i bobowatych dostosowane do renowacji runi dla różnych warunków glebowych i sposobu użytkowania

Gatunek	Gleba średnia				Gleba lekka			
	użytkowanie łąkowe (podsiew)		użytkowanie łąkowe (pełna uprawa)		użytkowanie pastwiskowe (podsiew)		użytkowanie łąkowe (podsiew)	
	odmiana	udział (%)	odmiana	udział (%)	odmiana	udział (%)	odmiana	udział (%)
Kostrzewa łąkowa	<i>Pasja</i>	15	<i>Pasja</i>	20	<i>Pasja</i>	10	<i>Pasja</i>	15
Tymotka łąkowa	<i>Kaba</i>	15	-	-	-	-	<i>Skala</i>	15
Kupkówka pospolita	<i>Berta</i>	5	<i>Berta</i>	5	<i>Amera</i>	10	-	-
Wiechlina łąkowa	<i>Skiz</i>	10	<i>Skiz</i>	15	<i>Skiz</i>	25	<i>Skiz</i>	5
<i>Festulolium braunii</i> (Kostrzyca)	<i>Sulino</i>	15	-	-	-	-	<i>Felopa</i>	10
Życica trwała (2x)	<i>Bajka</i>	10	<i>Bajka</i>	15	<i>Bajka</i>	10	<i>Bajka</i>	10
Życica trwała (4N)	<i>Jaran</i>	10	<i>Jaran</i>	15	<i>Jaran</i>	15	<i>Jaran</i>	10
Koniczyna łąkowa	<i>Rozeta</i>	10	-	-	-	-	<i>Bona</i>	15
Koniczyna biała	<i>Romena</i>	10	<i>Romena</i>	20	<i>Romena</i>	20	<i>Romena</i>	5
Życica mieszańcowa	-	-	<i>Nadzieja</i>	5	-	-	<i>Gosia</i>	5
Życica wielokwiatowa	-	-	<i>Turtetra</i>	5	<i>Turtera</i>	10	-	-
Rajgras wyniosły	-	-	-	-	-	-	-	10

Źródło: opracowanie własne

W warunkach utrudnionej renowacji stosuje się odnawianie TUZ metodą pełnej uprawy. Pełną uprawę stosuje się po radykalnej zmianie stosunków wodnych lub gruntownym porządkowaniu terenu użytku zielonego oraz gdy w runi występują licznie gatunki tworzące kępy (turzyce, sity, śmiałek darniowy). Odnawianie tą metodą rozpoczyna się od zniszczenia starej darni (w sposób mechaniczny bądź chemiczny). Orkę wykonuje się specjalnymi pługami o odkładnicy śrubowej odwracającymi wyoraną skibę o 180° w terminie jesiennym (na glebach mineralnych) lub wiosną (na organicznych, w celu uniknięcia nadmiernej mineralizacji). Następnie stosuje się inne zabiegi uzupełniające (talezowanie, bronowanie oraz wałowanie) często połączone z naważeniem. Po wysianiu nasion mieszanki (100% normy + ewentualnie roślina

ochronna, którą może być życica wielokwiatowa lub życica westerwoldzka) stosuje się wał ławkowy w celu zapewnienia lepszego podsiąku wody oraz przyciśnięcia nasion do gleby.

Głównymi wadami odnawiania TUZ metodą pełnej uprawy jest:

- duża praco- oraz energochłonność,
- degradacja ekologiczna TUZ oraz nadmierna mineralizacja glebowej materii organicznej.

Duży udział roślin bobowatych w runi wymaga utrzymania odpowiedniego odczynu gleb, zarówno mineralnych (pH 5,5-6,5) jak i organicznych (pH>5,0). Wapnowanie, w razie potrzeby, należy wykonać jesienią, stosując dawki nawozów w ilościach zależnych od pH oraz zawartości węgla w glebie (tab. 66).

Tabela 66

Optymalne dawki nawozu wapniowego na trwałe użytki zielone
na glebach mineralnych, wyrażone w tonach $\text{CaO} \cdot \text{ha}^{-1}$

C %	$\text{CaO}, \text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$			
	pH_{KCl}			
	<4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0
<1,25	1,00	0,50	0,25	-
1,26-2,5	1,50	1,00	0,50	0,25
2,6-5,0	2,00	1,50	1,00	0,50**
5,1-10,0*	3,00	2,50	-	-

* gleby organiczno-mineralne; przy pH powyżej 5,0 nie należy ich wapnować

** % próchnicy = $\text{C} \times 1,724$

Źródło: Sapek 1992

Efekty renowacji TUZ metodą podsiewu w znacznym stopniu są uzależnione od przebiegu warunków meteorologicznych, a szczególnie od wielkości oraz rozkładu opadów. Przykładem są efekty podsiewu wykonanego wiosną 2012 r. w trzech gospodarstwach położonych w rejonie Polski północno-wschodniej. Celem badań była

ocena wpływu renowacji zdegradowanych łąk i pastwisk położonych w różnych warunkach siedliskowych i klimatycznych, poprzez określenie optymalnych warunków uzyskania wysokiej jakości pasz z runi ławkowej z dużym udziałem roślin bobowatych oraz z uwzględnieniem efektów żywieniowych i ekonomicznych.

Z przeprowadzonych w gospodarstwach badań wynika, że wykonanie podsiewu w optymalnych warunkach wilgotnościowych wpływa dodatnio na poprawę wartości użytkowej runi, to jest: większą strawność substancji organicznej oraz koncentrację energii. W wyniku skutecznego podsiewu z zastosowaniem mieszanek krótkotrwałych odmian tetraploidalnych traw i bobowatych, uzyskano poprawę składu botanicznego runi (tab. 67) oraz wzrost plonów białka ogólnego i cukrów prostych (rys. 34):

- w warunkach zmiennego użytkowania – średnio o 400 kg białka ogólnego i 216 kg·ha⁻¹ cukrów prostych,
- w warunkach użytkowania wyłącznie łąkowego o 210 kg białka ogólnego i 266 kg·ha⁻¹ cukrów prostych,
- w użytkowaniu pastwiskowym – 193 kg białka·ha⁻¹ rocznie, a zaledwie 44 kg·ha⁻¹ cukrów prostych.

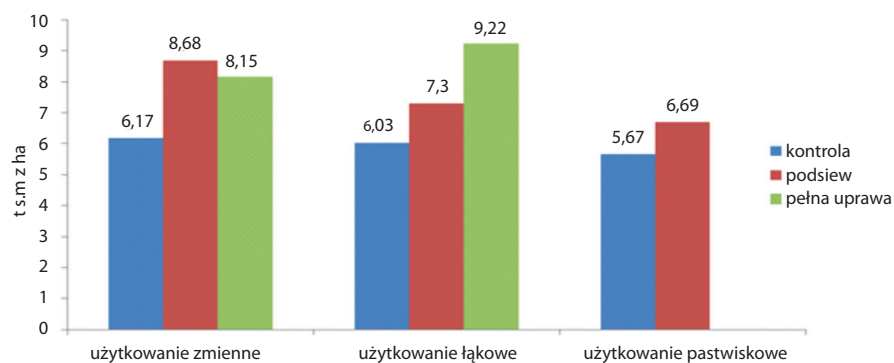
Najlepsze efekty poprawy, mimo swoich wspomnianych wad, zapewnia odnawianie Tuz metodą pełnej uprawy (rys. 34). Jak wykazały badania prowadzone w trzech gospodarstwach, efekty takiego zabiegu są widoczne już w roku zasiewu. Ruń z użytku zagospodarowanego metodą pełnej uprawy charakteryzowała się wyższym udziałem roślin motylkowatych, wyższą zawartością białka ogólnego i strawnej substancji organicznej oraz najwyższą koncentrację energii. Stwierdzono również zwyczaję plonów białka, która wynosiła, w przeliczeniu na ha, od 504 kg (w warunkach użytkowania zmiennego) do 395 kg (w warunkach użytkowania łąkowego). Wzrost plonów cukrów rozpuszczalnych uzyskany w warunkach doświadczeń produkcyjnych wynosił średnio 285 kg z ha w warunkach użytkowania zmiennego i 702 kg w użytkowaniu łąkowym.

Tabela 67

Uproszczony skład florystyczny runi oraz liczba wartości użytkowej
w kolejnych latach po renowacji

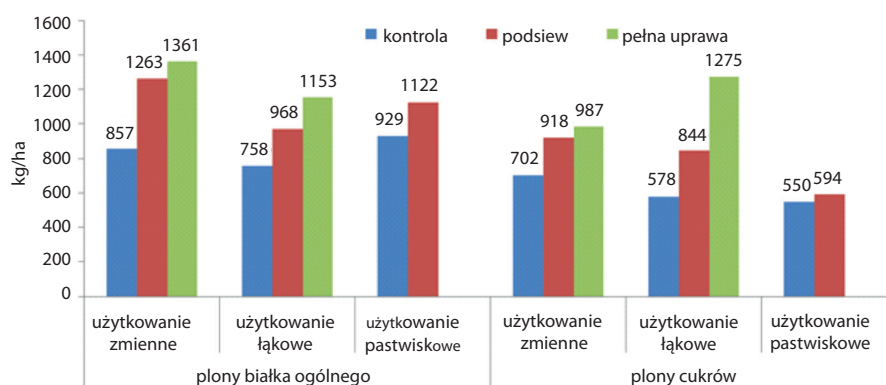
Rok	Grupy roślin/ Lwu	Użytkowanie zmienne			Użytkowanie łąkowe			Użytkowanie pastwiskowe	
		kontrola	podsiew	pełna uprawa	kontrola	podsiew	pełna uprawa	kontrola	podsiew
2012	Trawy	60	64	82	58	63	-	55	60,5
	Bobowate	10	15	16	5	18	-	20	25
	Zioła i chwasty	30	21	2	37	19	-	25	13,5
	Lwu	7,16	8,07	9,60	7,4	8,5	-	7,9	8,7
2013	Trawy	59	66	46	65	66	58	61	66
	Bobowate	5	4	45	6	22	42	14	23
	Zioła i chwasty	33	26	3	29	12	+	25	11
	Lwu	6,5	7,2	9,1	7,5	8,4	9,9	7,4	8,6
2014	Trawy	78	84	54	65	68	56	60	66
	Bobowate	3	3	46	6	18	43	8	13
	Zioła i chwasty	19	13	+	29	14	1	32	21
	Lwu	7,2	7,3	9,6	6,4	8,0	9,4	6,5	7,7
2015	Trawy	68	55	70	67	67	50	58	72
	Bobowate	1	15	5	3	13	45	6	15
	Zioła i chwasty	31	30	25	30	20	5	36	13
	Lwu	6,7	7,4	8,3	7,1	7,8	9,0	6,5	8,7

Źródło: opracowanie własne



Rys. 34. Plonowanie łąk i pastwisk (w t s.m.-ha⁻¹) w zależności od zastosowanej metody renowacji (średnia z lat 2012-2014)

Źródło: opracowanie własne

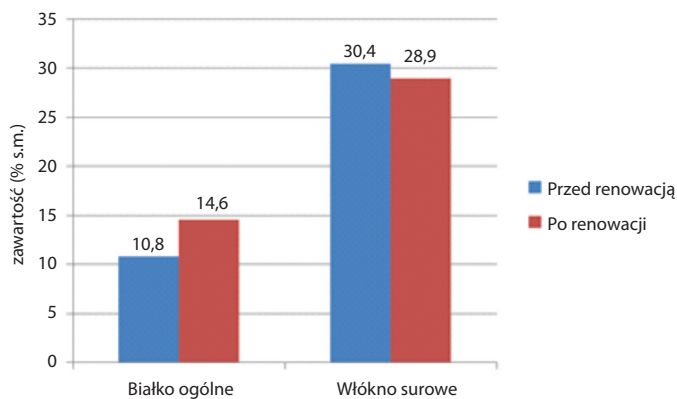


Rys. 35. Średnie plony białka ogólnego oraz cukrów rozpuszczalnych (kg-ha⁻¹) w zależności od zastosowanej metody renowacji (2012-2014)

Źródło: opracowanie własne

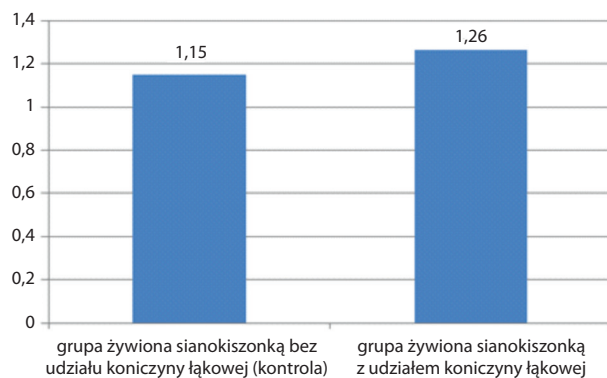
Poprawa składu gatunkowego runi użytków zielonych pozwala nie tylko zwiększyć ich plony ale również poprawić jakość pasz objętościowych (rys. 36) i zwiększyć efekty żywieniowe zwierząt żywionych tymi paszami. Potwierdziły to badania żywieniowe przeprowadzone w gospodarstwach objętych programem na buhajkach ras mięsnych żywionych zbilansowanymi dawkami z udziałem pasz objętościowych z TUZ po poprawie ich stanu (rys. 36).

Skarmianie sianokiszzonek z traw z koniczyną łąkową w porównaniu do sianokiszzonek sporządzonych z runi łąkowej nie podsiewanej (kontrola), zwiększyło dobowe przyrosty masy ciała buhajków o około 0,11 kg/sz. (rys. 37). Ponadto żywienie opasów paszami z udziałem roślin bobowatych dało wymierne efekty ekonomiczne, polegające na obniżeniu kosztów dziennej dawki pokarmowej oraz kosztów ponoszonych na uzyskanie 1 kg przyrostu masy ich ciała (rys. 38).



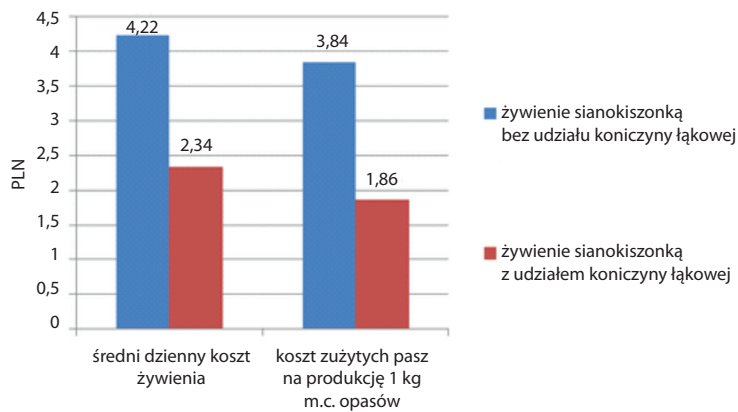
Rys. 36. Procentowa zawartość białka i włókna surowego w paszach przed i po renowacji TUZ (średnie z gospodarstw)

Źródło: opracowanie własne



Rys. 37. Średnie dobowe przyrosty masy ciała buhajków (kg/dzień) żywionych sianokiszonką z udziałem koniczyny łąkowej

Źródło: opracowanie własne



Rys. 38. Średni dzienny koszt żywienia buhajków oraz koszty zużytych pasz w przeliczeniu na produkcję 1 kg masy ciała opasów (PLN/1 kg masy ciała)

Źródło: opracowanie własne



Fot. 15. Podсів pastwiska za pomocą agregatu siewnego
Źródło: J. Barszczewski



Fot. 16. Darń po przejeździe agregatu siewnego
Źródło: J. Barszczewski

Jednym z najistotniejszych parametrów jakości mięsa, na który zwracają uwagę konsumenci, są twardość i kruchość. Im mięso jest bardziej miękkie, tym jest wyższa akceptacja konsumencka. Jednym z czynników kształtujących jakość mięsa jest skład dawki żywieniowej. Przeprowadzone badania mięsa wołowego z antrykotu, rostbeffu i łopatki wykazały istotne różnice twardości i kruchości (tab. 68). W wyniku żywienia badanych opasów sianokiszonką z traw i koniczyny łąkowej, uzyskano istotnie lepsze parametry jakości mięsa kulinarnego w porównaniu do grupy opasów żywionych sianokiszonką wyłącznie z traw. Obecnie konsumenci oczekują również produktów o jak najniższej kaloryczności, a co za tym idzie o niższej zawartości tłuszczu. Badane kulinarne wyręby mięsa wołowego wykazały stosunkowo małą



Fot. 17. Opasy na wybiegu objęte badaniami w jednym z gospodarstw uczestniczących w projekcie
Źródło: J. Barszczewski

zawartość tłuszczu (1,23-2,14%). Jednak należy pamiętać, że tłuszcz wołowy jest źródłem CLA oraz ma korzystny stosunek nienasyconych kwasów tłuszczowych n3 do n6.

Tabela 68

Wpływ żywienia na wybrane parametry oceny jakości mięsa

Parametry jakości mięsa		Żywienie					
		sianokiszonka z traw z koniczyną łąkową			sianokiszonka z traw		
		antrykot	rostbeff	łopatka	antrykot	rostbeff	łopatka
Twardość [N]	surowego	33,45	17,32	41,81	32,51	17,65	58,66
	po obróbce termicznej	35,87	29,99	29,60	44,22	32,60	32,28
Kruchość [N]	surowego	19,40	5,96	15,59	17,49	7,75	19,47
	po obróbce termicznej	35,08	26,68	26,81	42,39	27,75	29,81

Źródło: opracowanie własne



Fot. 18. Wypas bydła mięsnego na pastwisku
Źródło: Z. Wasilewski



Fot. 19. Efekt renowacji z wykorzystaniem mieszanki
z koniczyną łąkową
Źródło: B. Wróbel



Fot. 20. Łąka nowozasiana mieszanką
z udziałem traw tetraploidalnych z bobowatymi
Źródło: B. Wróbel



Fot. 21. Spotkanie szkoleniowe z rolnikami i doradcami
na łące w gospodarstwie
Źródło: B. Wróbel



LITERATURA

Wykaz publikacji przygotowanych w czasie realizacji Programu

Obszar 2

Publikacje naukowe

- Frankowski K., Wilmowicz E., Kućko A., Sidłowska M., Kęsy J., Kopcewicz J.: Metabolizm kwasu abscysynowego. *Postępy Biochemii*, 2013, **59(1)**: 83-88.
- Frankowski K., Wilmowicz E., Kućko A., Mączkowski R., Marciniak K., Kopcewicz J.: The generative development of traditional and self-completing (restricted branching) cultivars of white lupin (*Lupinus albus* L.), yellow lupin (*L. luteus* L.) and narrow-lafed lupin (*L. angustifolius* L.) grown under different phytotron conditions. *Plant Breeding and Seed Science*, 2014, **69**: 47-57.
- Frankowski K., Wilmowicz E., Kućko A., Kopcewicz J.: Molecular cloning of *BLADE-ON-PETIOLE* gene and expression analyses during nodule development in *Lupinus luteus*. *Journal of Plant Physiology*, 2015, **179**: 35-39.
- Gawłowska M., Górny A.G., Knopkiewicz M., Ratajczak D., Dziubałka M., Świąćicki W., Tomaszewska M., Beczek K.: Photosynthetic capacity and components of water and nitrogen efficiency in selected pea cultivars from Polish and German collections (*Pisum sativum* L.). W: *Genetics and Genomics in Improving Plants – from a model plant to new variety*, red. Krajewski P., Sawikowska A., Institute of Plant Genetics, PAS, Poznań, 2014: 33.
- Górny A.G., Świąćicki W.K.: Efektywność wykorzystania słonecznej energii promienistej w doskonaleniu odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). *Post. Nauk Roln.*, 2012, **348(64)**: 169-191.
- Knopkiewicz M., Gawłowska M., Świąćicki W.: The application of high resolution melting in the analysis of simple sequence repeat and single nucleotide polymorphism markers in a pea (*Pisum sativum* L.) population. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 2014, **50(2)**: 151-156.
- Knopkiewicz M., Gawłowska M., Świąćicki W.: Poszukiwanie polimorficznych markerów zdefiniowanych sekwencyjnie w populacji grochu Carneval x MP1401. *Fragm. Agron.*, 2012, **29(4)**: 87-94.
- Knopkiewicz M., Gawłowska M., Świąćicki W., Boros L., Fondevilla S., Rubiales D.: The analysis of loci associated with stem lodging and resistance to ascochyta disease in the field pea (*Pisum sativum* L.). *Actas AEL*, 2015, **6**: 129-130.
- Świąćicki W., Gawłowska M., Bednarowicz M., Knopkiewicz M.: Localization of the common markers on the pea maps Wt10245 x Wt11238, Carneval x MP1401 and P665 x Messire (*Pisum sativum* L.) *ScienceMED*, 2012, **3(3)**: 229-234.
- Kućko A., Wilmowicz E., Frankowski K., Piotrowski K., Kęsy J., Marciniak K., Kopcewicz J.: Szlaki biosyntezy auksyn. *Postępy Biologii Komórki*, 2014, **41**: 121-128.
- Marciniak K., Wilmowicz E., Kućko A., Kęsy J., Kopcewicz J.: Kinazy białkowe w szlakach sygnałowych hormonów roślinnych. *Postępy Biologii Komórki*, 2013, **40**: 253-294.
- Marciniak K., Wilmowicz E., Kućko A., Kopcewicz J.: Współdziałanie fitohormonów w regulacji początkowych faz wzrostu i rozwoju wegetatywnego roślin (embriogeneza, kiełkowanie nasion, merystem wierzchołkowy pędu i korzenia). *Postępy Biologii Komórki*, 2014, **41**: 79-98.
- Marciniak K., Glazińska P., Kęsy J., Tretyn A.: Współdziałanie fitohormonów w regulacji wzrostu i rozwoju łodygi, liści i korzenia. *Postępy Biologii Komórki*, 2014, **41**: 99-120.
- Świąćicki W., Kroc M., Kamel K.: Lupins (*Lupinus* spp.). W: Antonio M. De Ron (Ed.) *Grain Legumes, Handbook of Plant Breeding*. Springer Science + Business Media, New York, 2015, 179-218.
- Waśkiewicz A., Stępień Ł., Wilman K., Kachlicki P.: Diversity of pea-associated *F. proliferatum* and *F. verticillioides* populations revealed by FUM1 sequence analysis and fumonisin biosynthesis. *Toxins*, 2013, **5**: 488-503.

- Wilman K., Stępień Ł., Fabiańska I., Kachlicki P.: Plant-pathogenic fungi in seeds of different pea cultivars in Poland. Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju (Archives of Industrial Hygiene and Toxicology), 2014, **65(3)**: 329-337.
- Wilmowicz E., Frankowski K., Sidłowska M., Kućko A., Kęsy J., Gąsiorowski A., Glazińska P., Kopcewicz J.: Biosynteza jasmonianów u roślin – najnowsze odkrycia. Postępy Biochemii, 2012, **58**: 26-33.
- Wilmowicz E., Kućko A., Sidłowska M., Frankowski K., Maciejewska B., Glazińska P., Kopcewicz J.: Rola jasmonianów w regulacji rozwoju generatywnego roślin. Kosmos, 2012, **4**: 603-612.
- Wilmowicz E., Frankowski K., Kućko A., Kęsy J., Sidłowska M., Studzińska-Czyszka A., Marciniak K., Kopcewicz J.: Mechanizm odcinania organów u roślin. Postępy Biologii Komórki, 2014, **41**: 599-616.

Materiały konferencyjne

- Adamski T., Kaczmarek Z., Krystkowiak K., Kuczyńska A., Mikołajczak K., Ogrodowicz P., Surma M.: Otrzymywanie i zmienność populacji SSD grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). X Międzynarodowe Sympozjum „Genetyka Ilościowa Roślin Uprawnych”, Jugowice 04-06.06.2014, 9-10.
- Adamski T., Kaczmarek Z., Kuczyńska A., Krystkowiak K., Mikołajczak K., Ogrodowicz P., Surma M., Trzeciak R.: Variability of pea populations derived by SSD technique in combination with *in vitro* culture of embryos dissected from immature seeds. GPZ 2014: Genetic variation in plant breeding, Kiel, September 23-25, 2014: 23.
- Lahuta L.B., Dzik T., Świącicki W., Rybiński W.: Charakterystyka jakościowa i ilościowa oligosacharydów rodziny rafinozy i galaktozylocyklitolu w nasionach *Pisum sativum* L., *Vicia faba* var. *minor*, *Lupinus* sp. i *Lathyrus* sp. z krajowych zasobów genowych. Mat. Konf. „Strategie wykorzystania roślin strączkowych. X Ogólnopolskiej Konferencji Polskiego Towarzystwa Łubinowego”, II Ogólnopolska Konferencja Roślin Strączkowych, Zakopane, 29 maja – 1 czerwca, 2012: 21.
- Lahuta L.B., Szablińska J.: Dynamika zmian cukrowców rozpuszczalnych podczas cyklicznego uwadniania/odwadniania nasion grochu (*Pisum sativum* L.). Materiały konferencyjne „XII Ogólnopolskiej konferencji naukowej pt. „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych”, Zakopane 2-6 lutego, 2015: 326-327.
- Mikołajczak K., Górny A. G., Ratajczak D., Gawłowska M., Świącicki W. K.: Physiological efficiency in water and nutrient utilization and yielding capacity of fodder and edible peas under water shortage. Plant Biology Europe, Int. EPSO/FESPB Congress, Dublin, czerwiec 2014: 247.
- Ogrodowicz P., Kuczyńska A., Krystkowiak K., Adamski T., Surma M.: *In vitro* culture of immature embryos in production of single seed descent lines in pea and lupine. BioTechnologia, 2012, **93(2)**: 215.
- Ratajczak D., Górny A.G., Gawłowska M., Świącicki W.K.: Photosynthetic capacity and transpiration efficiency in conventional, *acacia* and *afla* genotypes of field pea at the leaf- and whole-plant level. Int Conf PhenoDays, Wageningen, 2012: 57.
- Surma M., Adamski T., Kaczmarek Z., Kuczyńska A.: Krystkowiak K.: SSD populations – statistical characteristics and practical approach in grain legumes. Applied Statistics, Ribno (Bled), 22-25 September, 2013: 69.
- Surma M., Adamski T., Świącicki W., Barzyk P., Kaczmarek Z., Kuczyńska A., Krystkowiak K., Mikołajczak K., Ogrodowicz P.: Preliminary results of *in vitro* culture of pea and lupin embryos for the reduction of generation cycles in single seed descent technique. Acta Societatis Botanicorum Poloniae DOI: 10.5586/asbp, 2013: 021.

Obszar 3

Publikacje naukowe

- Borowska M., Kaszkowiak E., Prusiński J.: Produkcyjne i ekonomiczne efekty intensyfikacji technologii uprawy łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2015 (w druku).
- Borowska M., Prusiński J., Kaszkowiak E.: Production results of intensification of cultivation technologies in three lupin species (*Lupinus* L.). Plant Soil Environ., 2015: **61(9)**: 426-431. doi: 10.17221/455/2015-PSE (www.agriculturejournals.cz).
- Fordoński G., Pszczółkowska A., Krzebietke S., Olszewski J., Okorski A.: Yield and mineral composition of leguminous and spring wheat seeds and their residual effect on yield and chemical composition of winter rape seeds. Journal of Elementology, 2015: **20(4)**. DOI: 10.5601/jelem.2015.20.2.877. www.uwm.edu.pl/jelemento (baza artykułów).
- Fordoński G., Pszczółkowska A., Okorski A., Olszewski J., Gorzkowska A.: Wpływ przedplonu i nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego. Journal of Elementology, 2016 (w druku).
- Fordoński G., Pszczółkowska A., Okorski A., Olszewski J., Gorzkowska A.: Wpływ przedplonu i nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. Journal of Elementology, 2016 (w druku).
- Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Swędryńska D., Sawinska Z., Piechota T.: Wieloletnie oddziaływanie sposobów uprawy roli na plonowanie grochu (*Pisum sativum* L.) i wybrane właściwości gleby, 2015 (w druku).
- Następczy wpływ mieszanek zbożowo-strączkowych na rozwój i plonowanie pszenicy, żyta i rzepaku ozimego. Praca pod red. Andrzeja Koteckiego, Wrocław 2015.
- Podleśny A., Podleśna A.: The effect of high temperature during flowering on growth, development and yielding of blue lupine – barley mixture. J. Food Agric. Environ., 2012, **10(2)**: 500-504.
- Podleśny A., Podleśna A.: Wpływ wysokiej temperatury w okresie kwitnienia na wzrost, rozwój i plonowanie łubinu żółtego. Acta Agrophysica, 2012, **19(4)**: 825-834.
- Podleśny J., Bieniaszewski T.: Plonowanie grochu siewnego w różnych rejonach kraju. Fragm. Agronomica, 2012, **29(4)**: 125-135.
- Podleśny J., Podleśna A.: Dynamika gromadzenia suchej masy i plonowanie termoneutralnych i nietermoneutralnych odmian łubinu wąskolistnego w zależności od terminu siewu. Acta Agrophysica, 2010, **16(1)**: 137-147.
- Podleśny J., Podleśna A.: Effect of high temperature in the flowering period on growth, development and yielding of faba bean (*Vicia faba* L. spp. *minor*). Ecological Chemistry and Engineering A., 2013, **20(1)**: 71-76.
- Podleśny J., Podleśna A.: Effect of rainfall amount and distribution on growth, development and yields of determinate and indeterminate cultivars of blue lupin. Polish Journal of Agronomy, 2011, **4**: 16-22.
- Podleśny J., Podleśna A.: Ocena porażenia roślin łubinu żółtego w różnych rejonach Polski przez patogeny grzybowe. Progress in Plant Protection, 2014, **54**: 423-429.
- Podleśny J., Podleśna A.: Określenie przydatności siewu punktowego w uprawie tradycyjnych i wąskolistnych odmian grochu siewnego. Inżynieria Rolnicza, 2011, **1(26)**: 223-228.
- Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D.: The pleiotropic effect of rhizobial lipochitooligosaccharides on growth, development and yielding of pea (*Pisum sativum* L.). Cent. Eur. J. Biol., 2014, **9(4)**: 398-409.
- Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D.: The responses of two pea genotypes to Nod factor (LCOs) treatment. J. Food Agricult. Environ., 2014, **12(2)**: 554-558.

- Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D., Perzyński A.: Looking for ecological methods to enlarge of symbiotic nitrogen fixation efficiency by pea (*Pisum sativum* L.). J. Res. Appl. Agric. Eng., 2015, **60(4)**: 67-70.
- Podleśny J., Podleśna A.: Ocena porażenia roślin grochu siewnego przez grzyby i organizmy grzybopodobne w różnych rejonach Polski. Progress i Plant Protection, 2012, **52(3)**: 663-670.
- Prusiński J.: White lupin (*Lupinus albus* L.) – biological value and the use of seeds. Acta Agriculturae Scandinavica, sec. B – Soil and Plant Science, 2015 (w druku).
- Prusiński J.: Łubin biały (*Lupinus albus* L.) – historia udomowienia i postępu biologicznego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2015, **580**: 105-119.
- Pszczółkowska A., Okorski A., Puksztó Ł., Jastrzębski J. P., Fordoński G.: The complete mitogenome of *Colletotrichum lupine*. MITOCHONDRIAL DNA, 2015 (w druku).
- Rośliny strączkowe w rolnictwie integrowanym. Praca zbiorowa pod red. Andrzeja Koteckiego, 2012: 7-62.
- Rośliny wysokobiałkowe. Praca pod red. Andrzeja Koteckiego, 2014: 6-70.
- Święcicki W. K., Surma M., Koziara W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-Broda I., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K.: Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej – przyjazne dla człowieka i środowiska. Polish Journal of Agronomy, 2011, **7**: 102-119.
- Współrzędna uprawa bobiku i łubinu żółtego z pszenżytem jarym. Praca zbiorowa pod red. Andrzeja Koteckiego. 2014: 7-104.
- Wysokiński A., Faligowska A., Kalembasa D.: Ilość azotu biologicznie zredukowanego przez łubin żółty (*Lupinus luteus* L.) – wyniki wstępne. Fragm. Agron., 2014, **31(1)**: 121-128.
- Znaczenie roślin strączkowych w agrotechnice rzepaku ozimego. Praca zbiorowa pod red. Andrzeja Koteckiego, 2013: 9-73.

Publikacje popularne

- Księżak J.: Content of anti-nutritional substances in legume seeds depending on cultivar and region of cultivation. Breeding for nutrient efficiency, Joint Meeting of EUCARPIA Section Organic&Low-Input Agriculture, Göttingen, 24-26, september 2013: 67.
- Księżak J.: Ocena materiałów paszowych wybranych gatunków roślin pastewnych w zależności od czynników agrotechnicznych. XLII Sesja Naukowa Sekcji Żywnienia Zwierząt Komitetu Nauk Zootechnicznych PAN, UT-P Bydgoszcz, 18-20.09.2013: 12-15.
- Księżak J.: Ocena materiałów paszowych z wybranych gatunków roślin pastewnych w zależności od czynników agrotechnicznych. ATR Bydgoszcz, 2013: 25-37.
- Księżak J.: Produkcja i wykorzystanie nasion roślin strączkowych w Polsce. Mat. konf. „Rola nauki i doradztwa we wspieraniu innowacyjności polskiego rolnictwa”. Puławy, 18-19.06.2013: 131-149.
- Księżak J.: Rola roślin strączkowych w rolnictwie. Mat. sem. „Stan aktualny i perspektywy uprawy roślin strączkowych w Polsce na tle warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych”. CDR Radom, 21.03.2013: 33-69.
- Księżak J.: Rola roślin strączkowych w rolnictwie. Mat. sem. „Rola płodozmianu i technologii produkcji we współczesnym rolnictwie”, PODR Szepietowo, 1.10.2013: 43-78.
- Księżak J.: Wybrane elementy agrotechniki mieszanek roślin strączkowych ze zbożami. Mat. sem. w ramach Progr. Wielot. „Ulepszanie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach”, 2013: 43-63.

- Księżak J., Kęsik K.: Nakarmić w normie i na czas. Top Agrar. Polska, Strączkowe w mistrzowskiej uprawie, 2013: 8-13.
- Księżak J., Kaźmierczak J.: Strączkowe w mieszkankach paszowych. Agrotechnika, 2013, **2**: 36-39.
- Księżak J., Szukała J.: Ważniejsze elementy agrotechniki roślin strączkowych. W: Uprawa roślin strączkowych. FAPA 2013: 19-31.
- Księżak J.,: Rośliny strączkowe. W: Szkody łowieckie. Praca pod red. K. Zalewskiego, 2015: 180-190.
- Księżak J., Szukała J.: Ważniejsze elementy agrotechniki roślin strączkowych. W: Uprawa roślin strączkowych. FAPA 2014: 19-31.
- Księżak J., Szukała J.: Ważniejsze elementy agrotechniki roślin strączkowych. W: Wybrane zagadnienia uprawy roślin strączkowych. FAPA, Warszawa, 2015: 17-27.
- Lechowicz M.: Nowe technologie w produkcji rolnej i obrocie ziemiołodami. W: Synteza wykładów szkoleniowych w Strzelnie. Tygodnik Lokalny Pałuki, pod red. W. Świącickiego, J. Szukały, A. Rutkowskiego i M. Jerzaka, 2015: 11.
- Podleśny J.: Groch czy pszenica. Rolnik Dzierżawca, 2011, **1**: 58-61.
- Podleśny J.: Groźna choroba łubinów. Rolnik Dzierżawca, 2011, **4**: 104-105.
- Podleśny J.: Oprzędzik na ziarnku grochu. Rolnik Dzierżawca, 2011, **3**: 84-88.
- Podleśny J.: Problemy produkcji nasion strączkowych. Agrotechnika, 2011, **2**: 23-25.
- Podleśny J.: Znaczenie siewu w uprawie łubinu. Agrotechnika, 2011, **3**: 46-48.
- Podleśny J.: Groch z bobikiem. Czym zastąpić śrutę sojowa. Rolnik Dzierżawca, 2012, **2**: 99-101.
- Podleśny J.: Lepiej punktowo niż rzędowo. Jak wysiewać łubin. Rolnik Dzierżawca, 2012, **3**: 100-101.
- Podleśny J.: Wzbogacając glebę. Strączkowe w płodozmianie. Rolnik Dzierżawca, 2012, **10(187)**: 70-71.
- Podleśny J.: Agrotechnika łubinu. Nasza Rola, 2013, **6**: 8-9.
- Podleśny J.: Zabiegi agrotechniczne, zmianowanie i nawożenie jako istotne elementy integrowanej ochrony roślin strączkowych na przykładzie łubinów. Mat. szkol.: Wybrane problemy integrowanej ochrony roślin pastewnych (łubinów, lucerny i wyki). IOR Poznań, 2013: 1-10.
- Podleśny J., Podleśna A., Kaźmierczak J.: Ocena porażenia roślin łubinu żółtego w różnych rejonach Polski przez patogeny grzybowe. Mat. 54. Sesji Naukowej IOR, Poznań, 6-7 lutego 2014: 125.
- Podleśny J., Podleśna A., Wielbo J., Antoniak M.: Znaczenie czynników Nod w stymulacji przebiegu symbiotycznego wiązania azotu przez groch siewny (*Pisum sativum* L.), Mat. konf., Kudowa Zdrój, 8-10 września 2014: 61-65.
- Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D., Perzyński A.: Wpływ dolistnego stosowania preparatu czynników Nod (LCOs) i nawożenia molibdenem na plonowanie grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). Mat. konf. „Badania i innowacje w produkcji roślinnej”. UR w Krakowie. Kraków, 17-19.09.2015: 138.
- Podleśny J.: Występowanie chorób grzybowych na roślinach łubinu wąskolistnego w różnych rejonach Polski. Mat. 55. Sesji Naukowej IOR. Poznań, 12-13 lutego 2015: 102.
- Prusiński J.: Azot mineralny czy symbiotyczny? Wieś Jutra, 2011, **7-8**: 35-36.
- Prusiński J.: Łubin biały (*Lupinus albus* L.) – wartość nasion w diecie człowieka. Wieś Jutra, 2015, **3 (184)**: 1-3.

Prusiński J.: Nowa strategia badań nad roślinami strączkowymi. *Wiś Jutra*, 2013, **3(176)**: 33-35.

Prusiński J.: Nie jestem entuzjastą uprawy soi w Polsce. *Wiś Jutra*, 2014, **2(179)**: 43-46.

Szukała J.: Najczęściej popełniane błędy w agrotechnice roślin strączkowych". Mat. konf. „Sposób na odbudowę arealu roślin strączkowych w Polsce”, Kujawsko-Pomorski ODR w Minikowie, 2012: 10-14.

Szukała J.: Problemy w agrotechnice roślin strączkowych. W: *Rośliny strączkowe w rolnictwie integrowanym.*, pod redakcją A. Koteckiego, UP Wrocław, 2012: 21-28.

Szukała J.: Czy strączkowe podbiją polskie pola. *Top Agrar Polska*, 2014, **2**: 110-114.

Szukała J.: Łubin na różne sposoby. *Top Agrar Polska*, 2014, **3**: 150 -154.

Szukała J.: Krajowe Strączkowe. *Poradnik Rolniczy*, 2015, **13(566)**: 26-27.

Szukała J., Koziara W., Stawiński S., Panasiewicz K., Faligowska A., Szymańska G., Kuzuś R.: Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych. W: *Wybrane zagadnienia uprawy roślin strączkowych*, Warszawa, FAPA, 2015: 28-30.

Waligóra R., Szukała J.: Ochrona chemiczna strączkowych. *Agrotechnika*, 2014, **3**: 62-63.

Obszar 4

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Publikacje naukowe

Drażbo A., Mikulski D., Zdunczyk Z., Szmatawicz B., Rutkowski A., Jankowski J.: Fatty acid composition, physicochemical and sensory properties of eggs from laying hens fed diets containing blue lupine seeds. *Europ. Poult. Sci.*, 2014: 78. doi: [10.1399/eps.2014.61](https://doi.org/10.1399/eps.2014.61).

Hejdysz M., Kaczmarek S. A., Rutkowski A.: Factors affecting the nutritional value of pea (*Pisum sativum*) for broilers. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2015, **24(3)**: 252-259.

Kaczmarek S. A., Cowieson A. J., Hejdysz M., Rutkowski A.: Microbial phytase improves performance and bone traits in broilers fed diets based on soybean meal and containing lupin meal. *Animal Production Science*, 2015. <http://dx.doi.org/10.1071/AN14856>.

Kaczmarek S.A., Kasprówicz-Potocka M., Hejdysz M., Mikula R., Rutkowski A.: The nutritional value of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) for broilers. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2014, **23**: 160-166.

Rutkowski A., Kaczmarek S. A., Hejdysz M., Nowaczewski S., Jamroz D.: Concentrates Made from: Legume Seeds (*Lupinus Angustifolius*, *Lupinus Luteus* and *Pisum Sativum*) and Rapeseed Meal as Protein Sources in Laying Hen Diets; *Annals of Animal Science*, 2015, **15**: 129-142.

Zdunczyk Z., Jankowski J., Rutkowski A., Sosnowska E., Drażbo A., Zdunczyk P., Juskiewicz J. The composition and enzymatic activity of gut microbiota in laying hens fed diets supplemented with blue lupine seeds; doi:10.1016/j.anifeedsci.2014.01.016.

Instrukcje upowszechnieniowe

Rutkowski A., Kasprówicz-Potocka M., Mikula R., Hejdysz M.: Możliwości zastosowania roślin strączkowych w żywieniu zwierząt gospodarskich W: *Uprawa roślin strączkowych w Polsce*. FAPA, 2013.

Rutkowski A., Hejdysz M., Kaczmarek S., Mikula R., Kasprówicz-Potocka M., Zaworska A.: Możliwości wykorzystania roślin strączkowych w żywieniu zwierząt monogastrycznych. W: *Uprawa roślin strączkowych w Polsce*. FAPA, 2014.

Rutkowski A., Kasprówicz-Potocka M., Mikula R., Hejdysz M.: Możliwości zastosowania roślin strączkowych w żywieniu zwierząt gospodarskich. W: *Wybrane zagadnienia uprawy roślin strączkowych*. FAPA, 2015.

Rutkowski A., Hejdysz M., Kaczmarek S., Mikula R., Kasprówicz-Potocka M., Zaworska A.: Możliwości wykorzystania roślin strączkowych w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Wydawnictwo FAPA, 2015.

Hejdysz M., Kaczmarek S., Mikula R., Kasprówicz-Potocka M., Zaworska A., Rutkowski A.: Możliwości wykorzystania nasion roślin strączkowych w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Wydawnictwo FAPA, 2015.

Publikacje popularne

Hejdysz M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Bobik niskotaninowy – nowa perspektywa w żywieniu drobiu. *Polskie Drobiarstwo*, 2013, **12**: 16-19.

Hejdysz M.: Bobik niskotaninowy - alternatywą dla poekstrakcyjnej śrutu sojowej w żywieniu drobiu? <http://www.cenyrolnicze.pl/produkcja-zwierzeca/95-drob/3828-bobik-niskotaninowy-alternatywa-dla-poekstrakcyjnej-srutu-sojowej-w-zywieniu-drobiu>, 2014.

Hejdysz M., Kaczmarek S., Mikula R., Rutkowski A.: Białkowy Program Wieloletni - nowa szansa dla roślin strączkowych. *Polskie Drobiarstwo*, 2014, **4**: 36-39.

- Hejdysz M., Zaworska A.: Możliwości wykorzystania koncentratów białkowych powstałych na bazie krajowych źródeł białka roślinnego w żywieniu kur nieśnych, [www.cenyrolnicze.pl 01/2015](http://www.cenyrolnicze.pl/01/2015).
- Hejdysz M., Zaworska A.: Ekstruzja a wartość pokarmowa roślin strączkowych. <http://www.cenyrolnicze.pl/produkcja-zwierze/95-drob/4052-ekstruzja-a-wartosc-pokarmowa-roslin-straczkowych>.
- Hejdysz M., Zaworska A.: Fitaza, nowa metoda uszlachetniania roślin strączkowych. <http://www.cenyrolnicze.pl/produkcja-zwierze/95-drob/4151-fitaza-nowa-metoda-uszlachetniania-roslin-straczkowych>.
- Hejdysz A., Kaczmarek S., Mikuła R., Rutkowski A.: Możliwości wykorzystania łubinów w żywieniu kurcząt rzeźnych. *Polskie Drobiarstwo*, 2015, **3**: 12-18.
- Kasprowicz-Potocka M.: Nasiona roślin strączkowych w żywieniu świń - bób i bobik. *Trzoda chlewna*, 2012, **6**: 44-46.
- Kasprowicz-Potocka M.: Strączkowe w żywieniu świń – groch. *Trzoda chlewna*, 2012, **11**: 32-38.
- Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Mikuła R., Rutkowski A.: Nasiona roślin strączkowych w żywieniu świń – łubin żółty. *Trzoda chlewna*, 2012, **12**: 52-57.
- Kasprowicz-Potocka M., Rutkowski A., Józefiak D., Zaworska A.: Nasiona roślin strączkowych w żywieniu świń. *Wieści z Piasta*. 2013, **1**: 16-17.
- Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Rutkowski A.: Łubin biały i andyjski – perspektywy hodowli i wykorzystania. *Trzoda chlewna* 2013, **2**: 28-31.
- Kasprowicz-Potocka M.: Koncentraty z udziałem krajowych pasz białkowych w żywieniu trzody chlewnej. *Trzoda chlewna*, 2013, **8**: 50-55.
- Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Rutkowski A.: Nasiona roślin strączkowych w żywieniu świń – łubin wąskolistny. *Trzoda chlewna*, 2013, **1**: 36-40.
- Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Mikuła R., Morawski A., Rutkowski A.: Krajowe źródła białka w żywieniu świń – wyniki badań w gospodarstwach produkcyjnych i ekologicznych, cz. 2. *Trzoda chlewna*, 2014, **10**: 46-48.
- Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Mikuła R., Morawski A., Rutkowski A.: Krajowe źródła białka w żywieniu świń – wyniki badań w gospodarstwach produkcyjnych i ekologicznych, cz. 1. *Trzoda chlewna*, 2014, **9**: 36-39.
- Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Rutkowski A.: Żywnienie świń w oparciu o krajowe źródła białka roślinnego. *Trzoda chlewna*, 2015, **10**: 50-54.
- Zaworska A., Kasprowicz-Potocka M.: Polskie odmiany łubinu wąskolistnego oraz ich wartość pokarmowa. *Hodowca Drobiu*, 2014, **3**: 38-43.
- Zaworska A.: Suszony wywar kukurydziany. *Indyk Polski*, 2013, **4**: 24-27.
- Zaworska A., Kasprowicz-Potocka M.: Czy rośliny strączkowe uprawiane na terenie kraju mogą stać się alternatywą dla drogiej soi? *Indyk Polski*, 2013, **4**: 10-16.
- Zaworska A., Kasprowicz-Potocka M.: Polskie odmiany łubinu żółtego. *Hodowca Drobiu*, 2014, **4**: 14-22.
- Zaworska A., Kasprowicz-Potocka M., Hejdysz M.: Wartość pokarmowa nasion bobiku. *Hodowca Drobiu*, 2014, **8**.
- Zaworska A., Kasprowicz-Potocka M., Hejdysz M.: Wieloletni Program Ministerialny - szansą dla roślin strączkowych. *Hodowca Trzody Chlewnej*, 2014, **5-6**: 22.

Zaworska A., Hejdysz M.: Czym zastąpić białko coraz droższej PŚS. <http://www.cenyrolnicze.pl/produkcja-zwierzeca/93-trzoda-chlewna/4178-czym-zastapic-bialko-coraz-drozszej-poekstrakcyjnej-sruty-sojowej>.

Zaworska A.: DDGS obniża koszty żywienia. Hodowca Drobiu, 2014, 11: 22.

Zaworska A., Kasproicz-Potocka M.: Polskie odmiany łubinu białego. Hodowca Drobiu, 2014, 9: 14-22.

Zaworska A., Kasproicz-Potocka M.: Wartość pokarmowa polskich odmian grochu. Hodowca Drobiu, 2014, 5: 18-25.

Zaworska A.: Wady i zalety DDGS'u. Hodowca Drobiu. 2015, 10.

Zaworska A., Hejdysz M.: Produkcja w Polsce nasion roślin strączkowych grubonasiennych z przeznaczeniem na pasze. Hodowca Drobiu, 2015, 3: 12.

Zaworska A.: Nasiona bobiku w dietach dla drobiu. Hodowca Drobiu, 2015, 5: 30.

Materiały konferencyjne

Hejdysz M., Kaczmarek S., Mikuła R., Wiąz M., Rutkowski A.: The full-fat rapeseeds particle size are insignificant when diets are pelleted. XXVI International Poultry Symposium PB WPSA, Kazimierz Dolny nad Wisłą, 2014: 99-100.

Hejdysz M., Kaczmarek S., Mikuła R., Wiąz M., Rutkowski A.: Effect of extrusion on the nutritional value of peas for broiler chickens. XXVI International Poultry Symposium PB WPSA, Kazimierz Dolny nad Wisłą, 2014: 33-34.

Hejdysz M., Kaczmarek S., Mikuła R., Wiąz M., Rutkowski A.: The use of *Vicia faba* L. in broiler chicken nutrition. XXVI International Poultry Symposium PB WPSA, Kazimierz Dolny nad Wisłą, 2014: 101-102.

Hejdysz M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Effect of extrusion cooking on the nutritional value of faba bean for broiler chickens. 20th European Symposium on Poultry Nutrition (ESPN), 2015: 203.

Hejdysz M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Effect of extrusion cooking on the nutritional value of faba bean for broiler chickens. PB WPSA, Bydgoszcz, 2015.

Hejdysz M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Effect of extrusion on the nutritional value of peas for broiler chickens. XIV European Poultry Conference. Stravanger, 2014: B166.

Hejdysz M., Kasproicz-Potocka M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Nutritional value of Polish varieties of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. First Legume Society Conference, Novi Sad. 2013: 295.

Hejdysz M., Kasproicz-Potocka M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Nutritional value of Polish varieties of narrow-leaved lupine (*Lupinus angustifolius* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. First Legume Society Conference, Novi Sad, 2013: 294.

Hejdysz M., Kasproicz-Potocka M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Nutritional value of Polish varieties of pea (*Pisum sativum* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. First Legume Society Conference, Novi Sad, 2013: 296.

Hejdysz M., Rutkowski A.: Phytase have beneficial effect in lupine diets for broiler chickens. XXV International Poultry Symposium PB WPSA, Zegrze, 2013: 28-29.

Kaczmarek S., Wiąz M., Hejdysz M., Rutkowski A.: Adverse effects of *lupine angustifolius* on diet digestibility and AME level in chicken studies. XXIV International Poultry Symposium PB WPSA, Kołobrzeg, 2012.

- Kaczmarek S., Józefiak D., Hejdysz M., Mięka R., Wiąs M., Rutkowski A.: Nutritional value of polish varieties of narrow-leaved lupine (*Lupinus angustifolius* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. XXV International Poultry Symposium PB WPSA, Zegrze, 2013: 80-81.
- Kaczmarek S., Józefiak D., Hejdysz M., Mięka R., Wiąs M., Rutkowski A.: Nutritional value of polish varieties of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. XXV International Poultry Symposium PB WPSA, Zegrze, 2013: 82-83.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Mięka R., Wiąs M., Rutkowski A.: The effect of full-fat rapeseed particle size on AME_N and nutrients digestibility. XXV International Poultry Symposium PB WPSA, Zegrze, 2013: 78-79.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Mięka R., Wiąs M., Rutkowski A.: Nutritional value of polish varieties of pea (*Pisum sativum* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. XXV International Poultry Symposium PB WPSA, Zegrze, 2013: 76-77.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Rutkowski A.: Effects of phytase supplementation of lupine-containing diets for broiler chickens. 19th European Symposium on Poultry Nutrition. Potsdam, 2013: 93.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Rutkowski A.: The effect of full-fat rapeseed particle size on AME_N and nutrients digestibility. 19th European Symposium on Poultry Nutrition. Potsdam, 2013: 47.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Rutkowski A.: Phytase have beneficial effect in lupine diets for broiler chickens. First Legume Society Conference, Novi Sad, 2013: 297.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Rutkowski A.: Raffinose can affect narrow-leaved lupine metabolisable energy for broiler chickens. XIV European Poultry Conference. Stravanger, 2014: S104.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Rutkowski A.: The full-fat rapeseeds particle size are insignificant when diets are pelleted. XIV European Poultry Conference, Stravanger, 2014: S134.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Rutkowski A.: The use of phytase in maize-lupine diets. XIV European Poultry Conference. Stravanger, 2014: P150.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Rutkowski A.: The nutritional value of yellow lupin (*Lupinus luteus*) for broilers. 20th European Symposium on Poultry Nutrition (ESPN), 2015: 35.
- Kaczmarek S., Bari A., Hejdysz M., Rutkowski A.: Effect of different dosages of coated butyric acid on growth performance and energy utilization in broilers. 20th European Symposium on Poultry Nutrition (ESPN), 2015: 137.
- Kaczmarek S., Cowieson A., Hejdysz M., Rutkowski A.: Microbial phytase improves performance and bone traits in broilers fed diets based on soybean meal and containing lupin meal. 20th European Symposium on Poultry Nutrition (ESPN), 2015: 181.
- Kaczmarek S., Hejdysz M., Kubiś M., Rutkowski A.: The nutritional value of yellow lupine (*Lupinus luteus*) for broilers. PB WPSA, Bydgoszcz, 2015.
- Kubiś M., Hejdysz M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: White lupine as protein source in laying hen diets. PB WPSA, Bydgoszcz, 2015.
- Kubiś M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: Effect of white lupine seeds inclusion on broiler chickens performance, digestibility and villi structure. PB WPSA, Bydgoszcz, 2015.
- Lubik P., Hejdysz M., Kaczmarek S., Rutkowski A.: The use of soybean seeds in broiler chicken feeding. PB WPSA, Bydgoszcz, 2015.
- Rutkowski A., Kaczmarek S., Hejdysz M., Kasprówicz-Potocka M.: Nutritional value of Polish varieties of narrow-leaved lupine (*Lupinus angustifolius* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Göttingen, 2013: 94.

- Rutkowski A., Kaczmarek S., Hejdysz M., Kasproicz-Potocka M.: Nutritional value of Polish varieties of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Göttingen, 2013: 92.
- Rutkowski A., Kaczmarek S., Hejdysz M., Kasproicz-Potocka M.: Nutritional value of Polish varieties of pea (*Pisum sativum* L.) determined in experiments conducted on broiler chickens. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Göttingen. 2013: 93.
- Rutkowski A., Kaczmarek S., Hejdysz M., Nowaczewski S., Jamroz D.: Legume seeds (*Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus* and *Pisum sativum*) as protein sources in laying hen diets. XXVI International Poultry Symposium PB WPSA, Kazimierz Dolny nad Wisłą, 2014: 103-104.
- Szwaczkowski T., Rutkowski A., Hejdysz M.: Poultry education in Poland. XIV European Poultry Conference, Stravanger, 2014: S114.

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski Olsztyn

Publikacje naukowe

- Drażbo A., Mikulski D., Zduńczyk Z., Szmatowicz B., Rutkowski A., Jankowski J.: Fatty acid composition, physicochemical and sensory properties of eggs from laying hens fed diets containing blue lupine seeds. Europ. Poult. Sci., 78: doi: 10.1399/eps.2014.61.
- Krawczyk M., Mikulski D., Przywitowski M., Jankowski J.: The effect of dietary yellow lupine (*L. luteus* cv. *Baryt*) on growth performance, carcass characteristics, meat quality and selected serum parameters of turkeys. Journal of Animal and Feed Sciences, 2015, **24**: 61-70.
- Krawczyk M., Przywitowski M., Mikulski D.: Effect of yellow lupine (*L. luteus*) on the egg yolk fatty acid profile, the physicochemical and sensory properties of eggs, and laying hen performance. Poult Sci. 2015, **94**(6): 1360-1367.
- Mikulski D., Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Rogiewicz A., Jankowski J.: The effect of different blue lupine (*L. angustifolius*) inclusion levels on gastrointestinal function, growth performance and meat quality in growing-finishing turkeys. Animal Feed Science and Technology, 2014, **198**: 347-352.
- Przywitowski M., Mikulski D., Mikulska M., Jankowski J.: The effect of dietary faba bean (*Vicia faba* L.) on growth performance, carcass characteristics and meat quality in growing-finishing turkeys. Anim. Feed Sci. Technol, 2015 (w druku).
- Zduńczyk Z., Jankowski J., Rutkowski A., Sosnowska E., Drażbo A., Zdunczyk P., Jusiewicz J.: The composition and enzymatic activity of gut microbiota in laying hens fed diets supplemented with blue lupine seeds. Anim. Feed Sci. Tech., 2014, **191**: 57-66.
- Zduńczyk Z., Jankowski J., Mikulski D., Mikulska M., Lamparski G., Słominski B. A., Juśkiewicz J. Growth performance, gastrointestinal function and meat quality in growing-finishing turkeys fed diets with different levels of yellow lupine (*L. luteus*) seeds. Arch. Anim. Nutr., 2014, **68**(3): 211-226.
- Zduńczyk Z., Krawczyk M., Mikulski D., Jankowski J., Jusiewicz J.: The effect of increasing dietary levels of yellow lupine (*L. luteus*) seed meal on the gastrointestinal tract response of eight-week-old turkeys Anim. Feed Sci. Technol, 2015 (w druku).
- Mikulski D., Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Rogiewicz A., Jankowski J.: The effect of different blue lupine (*L. angustifolius*) inclusion levels on gastrointestinal function, growth performance and meat quality in growing-finishing turkeys. Animal Feed Science and Technology, 2014, **198**: 347-352.

Rozdział w monografii:

Jeroch H., Jamroz D., Jankowski J., Mikulski D.: Nasiona bobowatych grubonasiennych w żywieniu drobiu. W: Nasiona bobowatych w żywieniu zwierząt i ludzi, pod redakcją H. Jerocha i E. Greli (w druku).

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt Jabłonna

Prace naukowe

Smulikowska S., Konieczka P., Czerwiński J., Mieczkowska A., Jankowiak J.: Feeding broiler chickens with practical diets containing lupin seeds (*Lupinus angustifolius* or *Lupinus luteus*): effects of incorporation level and mannanase supplementation on growth performance, digesta viscosity, microbial fermentation, and gut morphology. J. Anim. Feed Sci. 2014, **23**: 64-72.

Konieczka P., Smulikowska S., Czerwiński J., Mieczkowska A.: Raw vs extruded coloured-flower pea as an ingredient in broiler diets: effects on performance, ileal digestibility, gut morphology, and intestinal microbiota activity. J. Animal Feed Sci., 2014, **23**: 244-252.

Prace popularne

Smulikowska S.: Łubin jako źródło białka w żywieniu drobiu. Polskie Drobiarstwo, 2012, **7**: 30-33.

Materiały konferencyjne

Jankowiak J., Czerwiński J., Konieczka P., Smulikowska S.: Wpływ krajowych źródeł białka roślinnego oraz dodatku probiotyku na wyniki odchowu i aktywność mikroflory przewodu pokarmowego u kurcząt brojlerów. Mat. XXVI Międzynarodowego Sympozjum Drobiarskiego PO WPSA, Kazimierz Dolny nad Wisłą, 08-10.09.2014: 105-106.

Konieczka P., Czerwiński J., Smulikowska S.: Effect of diet containing locally produced protein feedstuffs on performance and microbiota activity in gastrointestinal tract of broilers. Proc. IX Conference of Young Researchers. Physiology and Biochemistry in Animal Nutrition. Szczecin, 16-19.09.2012: 57.

Konieczka P., Smulikowska S., Czerwiński J., Mieczkowska A.: Wpływ ekstruzji grochu na strawność jelitową skrobi i wyniki odchowu kurcząt brojlerów. Mat. XXV Międzynarodowego Sympozjum Drobiarskiego PO WPSA, Zegrze, 02-04.2013: 84- 85.

Konieczka P., Smulikowska S.: Viscosity of *Lupinus angustifolius* seeds – comparison of *in vitro* and *in vivo* evaluation in broiler chickens. Proc. 26th Annual Australian Poultry Science Symposium, Sydney, 9-11. 02. 2015: 138-140.

Konieczka P., Smulikowska S.: Viscosity of lupin (*Lupinus angustifolius*) seeds – comparison of *in vitro* and *in vivo* evaluation in broiler chickens. Mat. XI Sympozjum Sprawozdawczego, Jastrzębiec, 26-27.03.2015: 12.

Konieczka P., Smulikowska S.: Wpływ łubinu wąskolistnego na lepkość i aktywność mikroflory w treści jelit brojlerów. Mat. XXVII Międzynarodowego Sympozjum Drobiarskiego PO WPSA, Bydgoszcz, 14-16.09.2015.

Smulikowska S., Konieczka P., Czerwiński J.: Optymalizacja wartości pokarmowej mieszanek dla kurcząt brojlerów zawierających rodzime źródła białka roślinnego. Mat. konf. „Ulepszanie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach” Poznań, 19-21.11.2013.

Smulikowska S., Czerwiński J., Konieczka P.: Nasiona roślin strączkowych jako pasza zastępująca śrutę sojową w żywieniu drobiu. Mat. konf. „Strategie wykorzystania roślin strączkowych”, Zakopane, 29.05-1.06.2012: W 44.

- Smulikowska S., Konieczka P., Czerwiński J., Jankowiak J.: Effect of dietary blue and yellow lupin level and mannanase supplementation on growth performance and gut characteristics of broiler chickens. Proceedings 19th European Symposium on Poultry Nutrition, Potsdam, 26-27.08. 2013: PP II-1.
- Smulikowska S., Konieczka P., Czerwiński J.: Porównanie makuchów i śruty rzepakowej jako źródła białka i lizyny dla kurcząt brojlerów. Mat. XXXII Konferencji Naukowej „Rośliny Oleiste”, Poznań, 19-20.05.2014: 117-118.
- Smulikowska, S., Jankowiak, J., Czerwiński, J., Konieczka, P.: Effects of plant protein feeds and probiotic on ileal and cecal microflora composition and metabolic activity in broilers. Proc. 20th European Symposium on Poultry Nutrition, Prague, August, 24-27.2015: 169.

Inne dane

Wyniki otrzymane w trakcie realizacji projektu wykorzystano w:

Justyna Jankowiak. Wpływ krajowych źródeł białka roślinnego oraz dodatku probiotyku na wyniki odchowu i aktywność mikroflory przewodu pokarmowego u kurcząt brojlerów. Praca magisterska wykonana w 2014 r w Instytucie Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN w Jabłonie, która była podstawą do uzyskania tytułu magistra na Wydziale Hodowli i Biologii Zwierząt Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Praca została wyróżniona II nagrodą na konkursie prac magisterskich wykonanych w 2014 roku przez PO WPSA i I nagrodą na konkursie prac magisterskich wykonanych w 2014 roku przez PTZ.

Obszar 5

Publikacje naukowe

- Czerwińska-Kayzer D.: Wpływ dopłat na dochodowość upraw roślin strączkowych. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2015, **XVII**, **3**: 72-78.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Stanisławska J.: Assessment of the financial situation of food industry in Poland in 2005 and 2010. *Acta Oeconomica*, 2014: 4.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J.: Dochodowość wybranych roślin strączkowych a ryzyko dochodowe i produkcyjne. *Zesz. Nauk. SGGW Warszawa, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 2012.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J.: Opłacalność wybranych upraw roślin strączkowych. *Fragm. Agron.*, 2012.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J.: Sposoby zarządzania ryzykiem działalności gospodarczej w przedsiębiorstwach produkujących pasze. Warszawa, 2012.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J.: Wykorzystanie wybranych modeli analizy dyskryminacyjnej w ocenie sytuacji finansowej przedsiębiorstw produkujących pasze. *Zesz. Nauk. SGGW Warszawa, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 2012.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Jerzak M. A.: Stan aktualny produkcji upraw strączkowych w Polsce. *Fragm. Agron.*, 2012.
- Czerwińska-Kayzer D., Stanisławska J.: Zróżnicowanie płynności finansowej w polskim przemyśle spożywczym w 2011 roku, *Rocz. Nauk. SERiA*, Rzeszów, 2013, **XV(2)**: 52-57.
- Czerwińska-Kayzer D.: Inklinacje rolników indywidualnych do realizacji inwestycji rzeczowych w gospodarstwach rolnych. *Zesz. Nauk. SGGW Warszawa, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 2013, **104**: 5-14.
- Czerwińska-Kayzer D.: Efektywność gospodarowania zapasami w wytwórniach pasz w Polsce w latach 2006-2011. *Rocz. Nauk. SERiA*, Lublin, 2014, **XVI**, 3.
- Czerwińska-Kayzer D.: Inventory Management Systems in Fodder Production Plants. *Proceeding of the International Forum on Agri-Food Logistics*, 2014: 44-47.
- Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Stanisławska J.: The Financial Situation of the Food Industry in Poland in Comparison with 2005 and 2010. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2015, **XVII(1)**: 41-48.
- Florek J., Czerwińska-Kayzer D.: Sposoby zarządzania ryzykiem działalności gospodarczej w gospodarstwach rolnych, *Rocz. Nauk. SERiA*, Rzeszów, 2013, **XV(5)**: 70-75.
- Florek J., Czerwińska-Kayzer D., Stanisławska J.: Klasyfikacja branż sektora przemysłu spożywczego według sytuacji finansowej. *Zarządzanie i Finanse Journal of Management and Finance*, rok 11, 2013, **1(3)**: 151-164.
- Florek J.: Nakłady inwestycyjne w polskim przemyśle spożywczym w latach 2000-2011. *Zesz. Nauk. SGGW Warszawa, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 2013, **104**: 29-40.
- Jerzak M. A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M.: Determinanty produkcji roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka – w ramach nowego obszaru polityki rolnej w Polsce. Warszawa, *Rocz. Nauk Rol.* 2012, seria G, **99(1)**: 113-120.
- Jerzak M. A., Łąkowski H.: Ryzyko gospodarcze w wielkoobszarowych przedsiębiorstwach rolnych produkujących rzepak. *Rocz. Nauk. SERiA Rzeszów*, 2013, **XV(5)**: 137-142.
- Jerzak M. A.: Towarowe instrumenty pochodne w zarządzaniu ryzykiem cenowym w rolnictwie. *Rocz. Nauk. Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 2014, **101(4)**: 78-84.

- Jerzak M. A.: Możliwość restytucji rynku rodzimych roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce, *Rocz. Nauk. SERiA Lublin*, 2014, **XVI(3)**: 104-109.
- Jerzak M. A.: Rozwój rynku rodzimych roślin strączkowych jako czynnik bezpieczeństwa żywnościowego ludności w Polsce. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2015, **XVII(1)**: 91-95.
- Just M., Śmiglak-Krajewska M.: Pomiar zmienności cen na rynku ziarna roślin strączkowych uprawianych w Polsce oraz śrutu sojowej. *Zesz. Nauk. SGGW Warszawa, Problemy Rolnictwa Światowego*, 2013, 13(XXVIII), z. 1.
- Śmiglak-Krajewska M.: Ekonomiczne uwarunkowania uprawy oraz wykorzystania na cele paszowe rodzimych roślin strączkowych. *Białystok, Rocz. Nauk. SERiA*, 2012, **XIV(3)**: 411-415.
- Śmiglak-Krajewska M.: Ryzyko działalności gospodarczej przedsiębiorstw paszowych w Polsce, W: *Perspektywy rozwoju przedsiębiorczości w warunkach niepewności i ryzyka*. Politechnika Łódzka. Red. Nauk. Matejun M., Szymańska K., 2013: 95-103.
- Śmiglak-Krajewska M., Just M. Early warning models as a tool of assesment of the financial conditio of feedproducing enterprises. *Rocz. Nauk. SERiA, Rzeszów*, 2013, **XV(4)**: 177-183.
- Śmiglak-Krajewska M., Just M.: Inwestycje rzeczowe w gospodarstwach rolnych w województwie wielkopolskim w latach 2009-2011, *Zesz. Nauk. SGGW Warszawa, Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 2013, **103**: 29-40.
- Śmiglak-Krajewska M., Just M.: Zastosowanie wybranych modeli analizy dyskryminacji do prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw produkujących pasze. *Zarządzanie i Finanse Journal of Management and Finance* rok 11, 2013, **1(3)**: 412-431.
- Śmiglak-Krajewska M., Łąkowski H.: Czynniki wpływające na rozwój produkcji roślin strączkowych w wielkoobszarowych przedsiębiorstwach rolnych. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 2013, **2**: 90-97.
- Śmiglak-Krajewska M.: Sposoby ograniczania ryzyka w gospodarstwach rolnych z terenu województwa kujawsko-pomorskiego. *Rocz. Nauk. Ekonomiki Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 2014, **101(4)**: 136-143.
- Śmiglak-Krajewska M.: The determinants of pulses production on farms on Wielkopolska Province. *Rocz. Nauk. SERiA* 2014, **XVI(6)**: 493-498.
- Śmiglak-Krajewska M., Łąkowski H. S.: The sales of farm products in Greater Poland Voivodeshipping, *Proceeding of the International Forum on Agri-Food Logistics*, 2014: 185-187.

Publikacje popularne

- Jerzak M. A.: Uwarunkowania rozwoju produkcji i rynku rodzimych roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce. W: *Uprawa roślin strączkowych w Polsce*. FAPA Warszawa, 2014: 49-57.
- Jerzak M. A.: Uwarunkowania rozwoju produkcji i rynku rodzimych roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce. W: *Uprawa roślin strączkowych w Polsce*. FAPA, Warszawa, 2013: 49-59.
- Jerzak M. A.: Rynek terminowy w Polsce jako instrument zmniejszania ryzyka. W: *Rzepak i rośliny białkowe - produkcja system obrotu i wykorzystanie*. Mat. X Forum Producentów Rzepaku i Roślin Białkowych, Poznań 2014: 19-30.
- Jerzak M. A.: Uwarunkowania rozwoju produkcji i rynku rodzimych roślin strączkowych na cele paszowe w Polsce. W: *Wybrane zagadnienia uprawy roślin strączkowych*. FAPA , Warszawa, 2015: 44-43.

Obszar 6

Publikacje naukowe

- Barszczewski J.: Gospodarka magnezem w warunkach zróżnicowanego nawożenia łąki na glebie torfowo-murszowej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2013, **58(3)**: 7-10.
- Barszczewski J., Sakowski T., Wasilewski Z.: Undersowing a permanent meadow with red clover and its effects. *Grassland Science in Europe*, 2013, **18**: 213-215.
- Burs W., Barszczewski J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia łąki trwałej torfowo-murszowej na zasobność gleby w cynk i jego zawartość w runi łąkowej. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2014, **59(3)**: 22-26.
- Ducka M., Barszczewski J.: Gospodarka cynkiem na łące trwałej grądowej nawadnianej oraz bez nawodnień w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2014, **59(3)**: 31-34.
- Ducka M., Barszczewski J.: Obieg magnezu na łące trwałej nawadnianej oraz bez nawodnień w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2013, **58(3)**: 93-98.
- Guzek D., Głabska D., Pogorzelski G., Kozan K., Pietras J., Konarska M., Sakowska A., Głabski K., Pogorzelska E., Barszczewski J., Wierzbicka A.: Variation of meat quality parameters due to conformation and fat class in Limousin bulls slaughtered at 25 to 27 months of age. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2013, **26(5)**: 716-722.
- Guzek D., Głabska D., Głabski K., Pogorzelski G., Barszczewski J., Wierzbicka A.: Relationships between sarcomere length and Basic composition of infraspinatus and longissimus dorsi muscle. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2015, 39 (w druku).
- Terlikowski J.: Określanie ilości azotu mineralnego uwalnianego z gleby łąkowej (mady próchnicznej) na Żuławach Elbląskich. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2013, t. 13, **3(43)**: 149-159.
- Terlikowski J.: Wpływ wzbogacania runi trwałych użytków zielonych specjalistycznymi odmianami traw i motylkowatych na jakość produkowanej paszy objętościowej. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2014, **59(4)**: 107-110.
- Terlikowski J., Barszczewski J.: The effectiveness of permanent grassland renovation under different soil and climatic conditions. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2015 (w druku).
- Wasilewski Z.: Wpływ ekstensywnego użytkowania łąk w siedliskach pobagiennych na skład botaniczny runi. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2013, **58(4)**: 208-211.
- Wasilewski Z.: Znaczenie i wartość koniczyny białej w runi pastwiskowej. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie – Informator ITP*, 2013, **2**: 89-91.
- Wasilewski Z.: Ocena wpływu ekstensywnego użytkowania łąki w siedlisku grądowym na jej stan i plonowanie. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2014, **59(4)**: 114-118.
- Wróbel B.: Wpływ dodatków biologicznych stosowanych w zakiszaniu runi łąkowej. *Materiały Konferencyjne z XLII Sesji Naukowej Sekcji Żywienia Zwierząt Komitetu Nauk Zootechnicznych PAN. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*, 2013: 207-210.
- Wróbel B., Zielińska K., Fabiszewska A.: Ocena efektywności stosowania dodatku bakteryjnego do zakiszania runi łąkowej nawożonej nawozami naturalnymi. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 2013, **58(4)**: 233-237.
- Wróbel B.: Ensilage of meadow sward with a large proportion of red clover. *Grassland Science in Europe*, 2013, **18**: 246-248.

Wróbel B., Zielińska K., Fabiszewska A.: Wpływ nawożenia łąki trwałej nawozami naturalnymi na jakość sianokiszonki. J. Res. Applic. Agricult. Eng., 2014, **59(4)**: 118-125.

Wróbel B., Zielińska K., Fabiszewska: The effect of mineral NPK and organic fertilization on the content of nutritive components and microbial quality of the first regrowth of meadow sward. J. Res. Applic. Agricult. Eng., 2015 (w druku).

Publikacje popularne

Barszczewski J.: Renowacja trwałych użytków zielonych metodą podsiewu z wykorzystaniem roślin motylkowatych. Bydło, 2012, **2**: 30-33.

Barszczewski J.: Zaopiekuj się mną. Farmer, 2012, **6**: 10-12.

Barszczewski J.: Znaczenie roślin motylkowatych i ich mieszanek z trawami w produkcji wysokowartościowych pasz z użytków zielonych. Hodowca bydła, 2013, **2**: 54-57.

Barszczewski J.: Stan i wykorzystanie trwałych użytków zielonych oraz metody ich poprawy. Wiadomości Rolnicze, 2014, **5(295)**:15-17.

Barszczewski J.: Trwałe użytki zielone w kraju, ich wykorzystanie oraz metody poprawy. Gospodarz, 2014, **4(106)**: 9.

Mendra M., Barszczewski J.: Zastosowanie podsiewów w renowacji użytków zielonych. Hodowca Bydła, 2013, **3**: 36-38.

Terlikowski J.: Nawozy sztuczne na użytkach zielonych. Rolnicze ABC. Dodatek bezpłatny do Gazety Olsztyńskiej, 2012, **12(266)**:

Terlikowski J.: Użytki zielone a nawozy naturalne. Rolnicze ABC. Dodatek bezpłatny do Gazety Olsztyńskiej, 2012, **11(265)**: 6-7.

Terlikowski J.: Walory gospodarcze runi pastwiskowej z koniczyną białą. Rolnicze ABC. Dodatek bezpłatny do Gazety Olsztyńskiej, 2015, **5(296)**: 4-5.

Terlikowski J.: Koniczyna biała na pastwisku. Rolnicze ABC. Dodatek bezpłatny do Dziennika Elbląskiego, 2015, **6**: 20-22.

Wasilewski Z.: Zabiegi pielęgnacyjne na użytkach zielonych. Bydło, 2012, **5**: 26-28.

Wróbel B.: Zakiszanie runi łąkowej z dużym udziałem roślin motylkowatych. Bydło, 2012, **4**: 30-33.

Wróbel B.: Zbiór i konserwacja runi łąkowej. Wiadomości Rolnicze, 2014, **6(296)**:14-15.

Wróbel B.: Trwałe użytki zielone zapleczem produkcji pasz objętościowych dla przeżuwaczy. Gospodarz. Poradnik Samorządowy, 2015, **4(118)**: 25.

WYKONAWCY



Koordinator Programu, kierownik Obszaru 1

prof. dr hab. Jerzy Księżak, IUNG-PIB Puławy, e-mail: jerzy.ksiezak@iung.pulawy.pl



Kierownik Obszaru 2

prof. dr hab. Wojciech Świącicki IGR Poznań, e-mail: wswi@igr.poznan.pl



Kierownik Obszaru 3

prof. dr hab. Jerzy Szukała UP Poznań, e-mail: jszukala@au.poznan.pl

Kierownik Obszaru 4

prof. dr hab. Andrzej Rutkowski UP Poznań, e-mail: rutkowski@jay.au.poznan.pl

Kierownik Obszaru 5

dr hab. Michał Jerzak UP Poznań, e-mail: jerzak@up.poznan.pl



Kierownik Obszaru 6

dr hab. Jerzy Barszczewski ITP. Falenty, e-mail: barszczewski@imuz.edu.pl

WSPÓŁPRACA



Instytut Fizjologii Roślin PAN w Krakowie



Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu



Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR Oddział w Przebędowie



Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie



Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR



Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach



Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy



Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu



Zakład Doświadczalny Żywnienia Zwierząt w Gorzynie



Instytut Fizjologii i Żywnienia Zwierząt w Jabłonie



Poznańska Hodowla Roślin w Tulcach



Instytut Rozrodu i Badań Żywności PAN w Olsztynie



Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego, Warszawa



Wytwórnia Pasz „Morawski” w Kcyni