

# „ZWIĘKSZENIE WYKORZYSTANIA KRAJOWEGO BIAŁKA PASZOWEGO DLA PRODUKCJI WYSOKIEJ JAKOŚCI PRODUKTÓW ZWIERZĘCYCH W WARUNKACH ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU”

RAPORT KOŃCOWY Z REALIZACJI  
PROGRAMU WIELOLETNIEGO

2016–2020



## **Główni wykonawcy**

- Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu
- Instytut Uprawy Nawożenia Gleboznawstwa-PIB Puławy
- Uniwersytet Przyrodniczy Poznań
- Instytut Technologiczno-Przyrodniczy Falenty

## **Współpraca**

- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
- Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- Instytut Fizjologii Roślin Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
- Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
- Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie
- Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
- Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk w Jabłonnej
- Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich w Bydgoszczy
- Hodowla Roślin Strzelce
- Hodowla Roślin Smolice, oddział Przebędowo
- Danko Hodowla Roślin, oddział Warka
- Wytwórnia pasz „Morawski”

Projekt okładki, skład:

Marcin Brzeski (IUNG-PIB Puławy)

Druk: Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

tel.: (81) 4786720, (81) 4786730

e-mail: [duw@pulawy.pl](mailto:duw@pulawy.pl); <http://www.iung.pulawy.pl>

Nakład ??? egz., A4

# Spis treści

<b>1. WPROWADZENIE DO RAPORTU</b> .....	<b>5</b>
<b>2. OGÓLNE EFEKTY REALIZACJI PROGRAMU</b> .....	<b>9</b>
<b>3. CHARAKTERYSTYKA REALIZACJI OBSZARÓW BADAWCZYCH I UZYSKANE EFEKTY PROGRAMU</b> ....	<b>25</b>
<b>3.1 Obszar badawczy 2.</b> .....	<b>27</b>
Nowe metody i techniki dla ulepszenia wartości odmian roślin strączkowych	
<b>Zadanie 2.1.</b> .....	<b>29</b>
Poprawa wartości użytkowej grochu ( <i>Pisum sativum L.</i> ), łubinu wąskolistnego ( <i>Lupinus angustifolius L.</i> ) oraz łubinu białego ( <i>L. albus L.</i> ) poprzez obniżenie w nasionach zawartość i antyżywniowych oligosacharydów rodziny rafinozy oraz obniżenie podatności grochu na askochytozę	
<b>Zadanie 2.2.</b> .....	<b>32</b>
Identyfikacja genów warunkujących zawartość alkaloidów oraz zawiązywanie i utrzymywanie organów generatywnych u łubinów	
<b>Zadanie 2.3.</b> .....	<b>35</b>
Zastosowanie metod biotechnologicznych dla zwiększenia i przyspieszenia postępu biologicznego w hodowli roślin strączkowych	
<b>Zadanie 2.4.</b> .....	<b>37</b>
Krzyżowania oddalone w obrębie rodzajów <i>Lupinus</i> , <i>Pisum</i> i <i>Vicia</i> – poszukiwanie nowej zmienności genetycznej i sposobu skrócenia cyklu hodowlanego z wykorzystaniem kultur in vitro	
<b>Zadanie 2.5.</b> .....	<b>39</b>
Analiza zmienności, sposobu dziedziczenia wskaźników fizjologicznych u łubinu wąskolistnego i grochu siewnego oraz możliwości ich wykorzystania w ulepszaniu produktywności roślin	
<b>Zadanie 2.6.</b> .....	<b>42</b>
Fotosynteza liści, formowanie i aborcja organów generatywnych, rozwój korzeni oraz wiązanie azotu atmosferycznego jako procesy istotne dla poziomu i jakości plonu roślin strączkowych w warunkach stresowych	
<b>3.2. Obszar badawczy 3</b> .....	<b>53</b>
Agrotechniczne sposoby zwiększenia wykorzystania potencjału biologicznego roślin strączkowych w aspekcie efektów produkcyjnych, środowiskowych i ekonomicznych	
<b>Zadanie 3.1.</b> .....	<b>59</b>
Doskonalenie technologii uprawy roślin strączkowych, ze szczególnym uwzględnieniem bobiku, łubinu białego i soi w aspekcie efektów produkcyjnych, środowiskowych i ekonomicznych dla rolnictwa zrównoważonego	
<b>Zadanie 3.2.</b> .....	<b>76</b>
Produkcyjność i produktywność roślin strączkowych w uprawie konserwującej z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin	
<b>Zadanie 3.3.</b> .....	<b>80</b>
Rozmieszczenie roślin w łanie a rozwój, plonowanie i jakość nasion najplenniejszych odmian grochu, bobiku, łubinu i soi w różnych regionach kraju	

<b>Zadanie 3.4.</b> .....	<b>84</b>
Efekty stosowania bioregulatorów oraz diagnostyka patogenów grzybowych zasiedlających nasiona roślin strączkowych uprawianych w warunkach integrowanej ochrony roślin	
<b>Zadanie 3.5.</b> .....	<b>89</b>
Określenie możliwości uprawy ozimych form roślin strączkowych, uprawy pasowej oraz efektów stosowania hydrożeli w warunkach agroklimatycznych Polski	
<b>Zadanie 3.6.</b> .....	<b>94</b>
Opracowanie technologii uprawy soi z uwzględnieniem warunków regionalnych kraju	
<b>3.3. Obszar badawczy 4</b> .....	<b>103</b>
Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla drobiu i świń poprzez właściwe skarmianie i uzyskanie produktów zwierzęcych wysokiej jakości	
<b>Zadanie 4.1.</b> .....	<b>105</b>
Monitoring składników pokarmowych i substancji antyżywniowych nowych odmian nasion roślin strączkowych i innych krajowych źródeł białka roślinnego pod kątem ich przydatności żywieniowej	
<b>Zadanie 4.2.</b> .....	<b>109</b>
Ocena przydatności i wartości żywieniowej nasion krajowych odmian soi, optymalizacja procesów redukujących zawarte w nich czynniki antyżywniowe	
<b>Zadanie 4.3.</b> .....	<b>113</b>
Opracowanie nowych receptur koncentratów wysokobiałkowych i programów żywieniowych przydatnych w produkcji pasz dla lokalnych wytwórni i gospodarstw rolnych	
<b>Zadanie 4.4.</b> .....	<b>119</b>
Ocena jakościowa surowców zwierzęcych wyprodukowanych na bazie rodzimych źródeł białka roślinnego	
<b>Zadanie 4.5.</b> .....	<b>122</b>
Zwiększenie wartości odżywczej wybranych komponentów pasz pochodzących z rodzimych źródeł białka roślinnego	
<b>Zadanie 4.6.</b> .....	<b>128</b>
Rodzime źródła białka jako modulator trawienia i prozdrowotnego funkcjonowania przewodu pokarmowego u zwierząt monogastrycznych	
<b>3.4. Obszar badawczy 5</b> .....	<b>135</b>
Doskonalenie i rozwój systemu rynkowego obrotu surowcami rodzimych roślin białkowych poprzez komercjalizację produktów, wykreowane modelowej stymulującej rozwój popytu na rodzime rośliny białkowe strategii biznesowej kreatora rynku, a także monitorowanie skutków ekonomiczno-finansowych podmiotów uczestniczących w rynku rodzimych roślin białkowych	
<b>3.5. Obszar badawczy 6</b> .....	<b>149</b>
Zwiększenie wykorzystania potencjału paszowego trwałych użytków zielonych w produkcji białka poprzez ich renowację	

**1.**

**WPROWADZENIE  
DO RAPORTU**



**Jednym z priorytetowych kierunków polityki rolnej kraju jest zwiększenie samowystarczalności produkcji krajowego białka paszowego oraz zmniejszenie uzależnienia od importu wysokobiałkowych surowców paszowych, głównie zmodyfikowanej genetycznie poekstrakcyjnej śruty sojowej.**

Polska od blisko 10 lat prowadzi działania zmierzające do rozwoju upraw roślin białkowych. Należą do nich: realizacja kompleksowych projektów badawczych, obejmujących najważniejsze problemy z zakresu produkcji i wykorzystania krajowych surowców białkowych w żywieniu zwierząt, stosowanie wsparcia związanego z produkcją do roślin wysokobiałkowych, realizacja programów hodowlanych dedykowanych soi i roślinom strączkowym, inicjatywy promujące korzystanie ze źródeł europejskiej soi i wreszcie – od niedawna – dobrowolne znakowanie żywności i pasz jako produktów „Bez GMO”.

Brak wystarczających ilości rodzimych źródeł białka to nie tylko polski problem. Nad strategią promocji roślin białkowych pracował Parlament Europejski, a Komisja Europejska w 2018 roku opracowała raport nt. rozwoju rynku białka roślinnego w UE. W raporcie Komisja wskazuje na potrzebę stymulowania regionalnych i krajowych działań, które przy wykorzystaniu instrumentów WPR powinny wspierać produkcję białka roślinnego.

W najnowszych strategiach unijnych opublikowanych w roku 2020 i wyznaczających kierunek działania Unii Europejskiej na najbliższych kilka lat – m.in. w strategii „od pola do stołu”, jako czołowa dla bezpieczeństwa żywnościowego została wskazana potrzeba zmniejszenia uzależnienia UE od importu krytycznych białkowych materiałów paszowych.

Stworzenie warunków do zmniejszenia importu białka paszowego o ok. 50%, co w konsekwencji wpłynęłoby na podniesienie poziomu białkowego bezpieczeństwa kraju, było też celem głównym zrealizowanego w latach 2016-2020 programu wieloletniego „Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju”. Program ten był kontynuacją programu realizowanego w latach

2011-2015 pn. „Ulepszanie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach”. W obu programach prowadzone były prace nad odmianami roślin strączkowych, agrotechniką ich uprawy, zasadami żywienia drobiu i trzody chlewnej z wykorzystaniem rodzimych roślin strączkowych. W obu programach analizowano powiązania między produkcją a obrotem nasionami rodzimych roślin białkowych i na tej podstawie oceniano możliwości zbudowania rynku roślin strączkowych. Dodatkowo oceniano potencjał trwałych użytków zielonych (TUZ) w produkcji białka dla przeżuwaczy.

Uzyskiwane wyniki były na bieżąco przekazywane do hodowli i praktyki rolniczej.

Dyskusja odnośnie przydatności wyników obu programów skupia się głównie wokół faktycznej możliwości wykorzystania krajowego białka paszowego w żywieniu drobiu i świń, gdyż to właśnie te grupy zwierząt są najbardziej uzależnione od zagranicznych dostaw białka paszowego.

W badaniach przeprowadzonych w trakcie realizacji programu oceniona została wartość pokarmowa krajowych surowców (łubin, groch, bobik, soja), w tym zawartość makro- i mikroelementów, wartość energetyczna i strawność. Opracowano receptury koncentratów wysokobiałkowych na bazie krajowych źródeł białka oraz receptury mieszanek pełnoporcjowych. Badania wdrożeniowe przeprowadzone w gospodarstwach drobnotowarowych i u rolników indywidualnych pokazały, że rodzime białko gwarantuje większą stabilność kosztów produkcji pasz w porównaniu z materiałami paszowymi importowanymi. Jednak, aby z całą pewnością można było mówić o potencjale, jaki niosą ze sobą rodzime strączkowe, podobne badania wdrożeniowe należałoby jeszcze wykonać na skalę produkcji wielkotowarowej.

Pomimo bardzo obiecujących wyników, rodzime rośliny strączkowe wciąż pozostają na drugim planie jako podstawowe źródło białka w paszach. Co prawda w ostatniej dekadzie obserwuje się systematyczne zwiększanie powierzchni upraw roślin strączkowych pastewnych, nie przekłada się to jednak na wzrost wielkości produkcji towarowej tego surowca. Badania

w programie wieloletnim wykazały, że rolnicy decydowali się na uprawę roślin strączkowych w celu poprawy struktury gleby i przygotowania korzystnego stanowiska pod roślinę następczą, a nie ze względu na produkcję towarową nasion tych roślin.

Zasadniczy problem związany z zastosowaniem na szeroką skalę w przemyśle paszowym tej grupy roślin obejmuje kwestie finansowe oraz technologiczne. Dla „dużego” przemysłu paszowego, który zaopatruje w pasze ok. 70% rynku krajowego, białkowe surowce krajowe przegrywają konkurencję z wystandaryzowaną śrutą sojową. Wciąż brakuje dużych, jednolitych partii nasion, które byłyby interesujące dla przemysłu. Niezorganizowany rynek, niewielkie dostawy i niejednolite partie nasion sprawiają, że przemysł paszowy ze względów technologicznych nie chce ryzykować zastosowaniem ich w produkcji. Strączkowe są wykorzystywane jedynie w przetwórstwie lokalnym na niewielką skalę oraz we własnych gospodarstwach. Wypracowane w programie analizy pokazują, że bez zastymulowania popytu przetwórstwa na surowce krajowe nie wzrośnie poziom bezpieczeństwa białkowego. Obecnie klu-

czowym czynnikiem rozwoju produkcji nasion roślin strączkowych jest stworzenie mechanizmów i struktury rynkowej zapewniających łatwy ich zbyć. Powodzenie zaproponowanych w programie wieloletnim modeli rynkowego obrotu nasionami roślin strączkowych zależy od tego, czy uruchomione zostaną inne działania wspierające, np. zmiany przepisów, które będą regulowały obowiązkowe udziały krajowych surowców białkowych w paszach. Można zatem podsumować, że wyniki programu już mogą być wdrażane w gospodarstwach ekstensywnych natomiast w obszarze produkcji wielkotowarowej i na masową skalę wymagana jest dalsza praca. Konieczna jest wspólna praca świata nauki i przemysłu.

Podsumowując, można jednoznacznie stwierdzić, że wykorzystanie licznych, wykazanych w badaniach programu wieloletniego szans dla krajowego rynku roślin strączkowych, przy jednoczesnej poprawnej organizacji logistyki dostaw, może przyczynić się do efektywnej restytucji oraz dalszego rozwoju rynku rodzimych roślin białkowych w Polsce.

**2.**

**OGÓLNE EFEKTY  
REALIZACJI PROGRAMU**



## INFORMACJA O PROGRAMIE I JEGO NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI

**Koordinacja: Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach.**

### Wykonawcy Programu:

- Instytut Genetyki Roślin Polska Akademia Nauk w Poznaniu,
- Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
- Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach.

### Główny cel programu:

Stworzenie możliwości do zwiększania bezpieczeństwa białkowego kraju na cele paszowe i żywnościowe w warunkach zrównoważonego rozwoju.

Poza głównymi wykonawcami programu w jego realizacji brało udział 8 jednostek naukowych, stacje hodowli roślin oraz podmioty rolno przetwórcze i gospodarstwa indywidualne.

W programie koncentrowano się na pracach doświadczalnych z zakresu genetyki i hodowli roślin strączkowych, agrotechniki upraw oraz receptur paszowych i żywieniowych dla drobiu i świń opartych na krajowych źródłach białka roślinnego. Badania uwzględniały również ocenę ekonomicznych uwarunkowań rozwoju produkcji roślin białkowych w połączeniu z czynnikami decydującymi o aktualnej wielkości i opłacalności wykorzystania krajowych źródeł białka na cele paszowe. Oceniany był też wpływ renowacji trwałych użytków zielonych (TUZ) poprzez podsiewy roślinami bobowatymi drobnonasiennymi a także jakość uzyskiwanej z nich paszy dla krów mlecznych. Wiodące tematy badawcze programu 2016-2020 były oparte na uzyskanych efektach badań i wniosków z programu realizowanego w latach 2010-2015. Przeprowadzono 382 ścisłe doświadczenia polowe i szklarniowe, 78 doświadczeń żywieniowych z udziałem trzody chlewnej (warchlaki i tuczniki), drobiu (indyki, brojlery, kaczki, gęsi) oraz 9 z udziałem krów mlecznych. Wykonano także 40 polowych doświadczeń łąnowych (wdrożeńowych) oraz 12 wdrożeń żywieniowych (trzoda, drób).

W doświadczeniach agrotechnicznych i genetyczno-hodowlanych oceniono 240 odmian roślin strączkowych. Do oceny w badaniach rejestracyjnych COBORU przekazano 58 rodów, które charakteryzują się wyższym poziomem plonowania, większą zawartością białka oraz mniejszą koncentracją substancji antyżywniowych.

Poza pracami naukowymi i doświadczalnymi w programie prowadzono na skalę całego kraju upowszechnianie wiedzy o wynikach, jakie powstawały w trakcie prac.

W tym okresie zorganizowano 224 spotkania (szkolenia, seminaria, konferencje), na których omawiano zagadnienia związane z uprawą roślin strączkowych i ich wykorzystaniem w paszach dla trzody chlewnej i drobiu oraz omawiano bieżące problemy jakie towarzyszyły temu zagadnieniu. Przeprowadzono 6 lustracji doświadczeń polowych (woj. bydgoskie, dolnośląskie, lubelskie, mazowieckie, poznańskie, podkarpackie, podlaskie i warmińsko-mazurskie). W wizytacjach doświadczeń uczestniczyli wszyscy wykonawcy realizujący prace badawcze, pracownicy RZD i Stacji Hodowli roślin, a w przypadku doświadczeń w obszarze 6 także rolnicy prowadzący te doświadczenia. W czasie ich trwania oceniano poprawność metodyki prowadzenia doświadczeń oraz efekty zastosowanych czynników badawczych. Przeprowadzone dyskusje i konsultacje w gronie uczestników służyły weryfikacji i uzupełnieniu metodyk doświadczeń.

Każdego roku organizowane były spotkania podsumowujące wyniki wykonanych prac. Łącznie zorganizowano 21 takich spotkań oraz 4 seminaria, na których odbyło się roczne podsumowanie wyników prac prowadzonych we wszystkich obszarach badawczych. Efektem realizacji programu były też pierwsze rozwiązania rynkowe. Utworzono platformę internetową służącą wymianie informacji o możliwościach sprzedaży i dostępności nasion roślin strączkowych. W wyniku działań szkoleniowych w woj. warmińsko-mazurskim

zarejestrowany został pierwszy w kraju klaster – Agroporcie Bartoszyce skupiający około 500 rolników zajmujących się uprawą bobiku. W ramach działalności klastra prowadzone są wspólne zakupy materiału siewnego, nawozów i środków ochrony roślin. Organizowana jest sprzedaż, eksport i negocjacje cen za wyprodukowane nasiona. Duże jednolite partie nasion dostarczane terminowo zapewniają lepszą opłacalność uprawy tego gatunku rolnikom skupionym w klastrze.

Poza aktywnością ściśle związaną z nadzorem nad zadaniami i bieżącym przekazywaniem wyników do praktyki rolniczej program był podstawą organizacji wydarzeń naukowych dedykowanych zagadnieniu roślin strączkowych.

Poza tym tematyce wynikającej z programu wieloletniego poświęcone były 4 posiedzenia Komisji Rolnictwa i Rozwoju Wsi Sejmu RP a wyniki programu były monitorowane w ramach realizacji krajowego programu białkowego przez Podkomisję Nadzwyczajną ds. monitorowania programu białkowego przy Komisji Rolnictwa i Rozwoju Wsi Sejmu RP. Utworzono i prowadzono stronę internetową Programu [www.http://bialkoroslinne.iung.pl](http://bialkoroslinne.iung.pl) oraz udzielano wywiadów dla telewizji i prasy rolniczej.

### Statystyka programu:

1. Liczba opublikowanych prac naukowych – 115 (2016 r. – 18 , 2017 r.- 24, 2018 r. – 28, 2019 r. -25, 2020 r.-20).
2. Liczba analiz fizjologicznych i analiz wartości siewnej nasion – 2135 (2016 r. – 431, 2017 r. – 396, 2018 r. -404 , 2019 r. -322, 2020 r.-582).
3. Liczba analiz biochemicznych, molekularnych i bioinformatycznych – 10937 (2016 r. – 1316, 2017 r.- 2821, 2018 r. – 2260, 2019 r -2270, 2020 r- 2270).
4. Liczba linii hodowlanych i odmian roślin strączkowych scharakteryzowanych pod względem cech jakościowych i agronomicznych – 460 (2016 r. -100, 2017 r.- 150, 2018 r. -90, 2019 r. -40, 2020 r. -80).
5. Liczba uzyskanych lub przeanalizowanych kombinacji krzyżówkowych, populacji mieszańcowych oraz linii in vitro i dihaploidów (ang. doubled haploid, skrót DH) – 776 (2016 r. -20, 2017 r.-44, 2018 r. -164, 2019 r. -518 2020 r.-30).
6. Liczba zidentyfikowanych lub przebadanych genów i markerów związanych z cechami użytkowymi roślin strączkowych – 32 – (2016 r. – , 2017 r.-16).
7. Liczba opracowanych technologii uprawy dla poszczególnych gatunków, odmian, uwzględniających ilość wiązanego azotu, termin siewu, sposób uprawy, rozmieszczenie roślin w łanie, szczepienie nasion, zastosowanie hydrożeli – 80 (2016 r.-14 , 2017 r.-15 , 2018 r. -17, 2019 r. -17, 2020 r.-17).
8. Liczba krajowych komponentów białkowych przebadanych pod kątem wartości pokarmowej – 60 (2016 r. -16, 2017 r.-11, 2018 r. -11, 2019 r. -11, 2020 r.-11).
9. Liczba receptur koncentratów wysokobiałkowych – 18 (2017 r. – 6, 2018 r. – 6, 2020 r. -6).
10. Liczba receptur mieszanek pełnoporcjowych na bazie krajowych źródeł białka – 33 (2017 r.- 11, 2018 r. -11, 2019 r. -11).
11. Liczba opracowań metodycznych dotyczących analizy czynników makroekonomicznych i mikroekonomicznych funkcjonowania rynku i rozwoju produkcji rodzimych roślin białkowych. – 5 – (2016 r. -2 , 2017 r.-1 , 2018 r. -2).
12. Liczba badań analitycznych dotyczących funkcjonowania rynku rodzimych roślin białkowych 5- (2017 r.- 1, 2018 r. -2 , 2019 r. -2).
13. Liczba modeli ekonomicznych funkcjonowania rynku rodzimych roślin białkowych w warunkach dominującej w kraju pozycji rynku importowanej śrutu sojowej (Narodowy Cel Wskaźnikowy) – 2.
14. Liczba mieszanek traw i roślin motylkowatych – 6 (2016 r – 6).
15. Liczba doświadczeń z podsiewami roślinami motylkowatymi oraz trawami cukrowymi – 30 (2016 r. -6, 2017 r.- 6, 2018 r. -6 , 2019 r. – 6 2020 r.- 6).
16. Liczba oznaczeń wartości pokarmowej runi łąkowej oraz pasz pozyskiwanych z doświadczeń łąkowych – 513 (2016 r. -45, 2017 r.-117, 2018 r. -117, 2019 r. -117, 2020 r.- 117).
17. Liczba doświadczeń żywieniowych na bydło mlecznym – 9 (2017 r.-3, 2018 r.-3, 2019 r. -3).

18. Liczba badań dotyczących oceny podstawowych parametrów mleka. – 56 (2016 r. – 8, 2017 r.-16, 2018 r. -16, 2019 r. -16).

W latach 2016-2020 w różnych rejonach kraju przeprowadzono 84 szkolenia, a w roku 2020 wykonawcy programu brali udział w 16 webinarach. Łącznie w szkoleniach uczestniczyło ok. 7500 osób

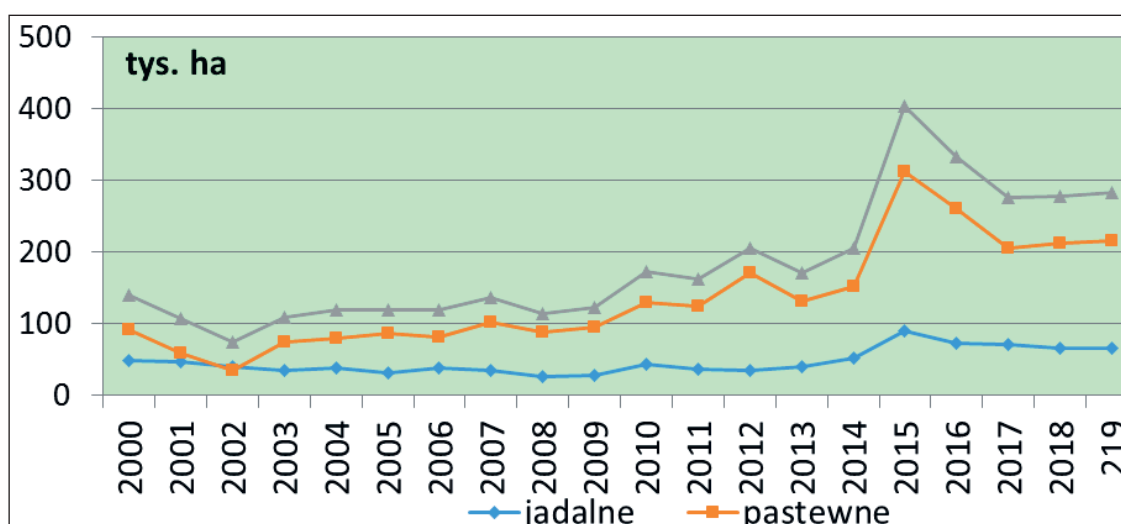
W propagowaniu i upowszechnianiu wyników programu wykorzystano także inne narzędzia i techniki – nakręcono filmy instruktarzowe, przygotowano ulotki upowszechnieniowe oraz prowadzono webinaria. Organizowane szkolenia i warsztaty cieszyły się dużym zainteresowaniem wśród rolników, pracowników ośrodków doradztwa rolniczego oraz gminnych służb rolnych. Zagadnienia dotyczące możliwości zastosowania uproszczeń i uprawy pasowej w uprawie roślin strączkowych, możliwości wykorzystania nasion rodzimych gatunków roślin strączkowych w żywieniu różnych grup wiekowych zwierząt monogastrycznych oraz organizacja rynku skupu i obrotu nasionami tych gatunków wzbudzały największe zainteresowanie wśród uczestników spotkań. Najwięcej problemów jakie zgłaszali uczestnicy spotkań dotyczyło możliwości sprzedaży nasion i opłacalności uprawy tych roślin.

## Ocena sytuacji na krajowym rynku roślin strączkowych w okresie realizacji programu

### Powierzchnia uprawy i udział strączkowych w strukturze zasiewów

Powierzchnia zasiewów roślin strączkowych w Polsce, w ostatnim okresie ulegała znaczącym zmianom (rys. 1) W latach 2000 do 2010 średni areal ich uprawy wynosił niecałe 120 tys. ha, na powierzchni około 80 tys. ha były uprawiane rośliny strączkowe pastewne a pozostały areal stanowiły rośliny wykorzystywane na cele jadalne. W latach 2001 do 2007 na większej powierzchni był uprawiany groch i mieszanki roślin strączkowych ze zbożami uprawiane na ziarno (rys. 2). Od roku 2008 wzrasta znaczenie uprawy łubinów, głównie wąskolistnego. Wzrost zainteresowania rolników tym gatunkiem wynika ze znacznego postępu hodowlanego dotyczącego zwiększonej wytrzymałości strąków na pęknięcie i odporności na groźną chorobę łubinów – antraknozę.

Od 2010 roku zainteresowanie uprawą tych roślin znacząco wzrosło. Wynikało to z uruchomienia dopłat do uprawy roślin białkowych. W roku 2015 powierch-



Rysunek1. Powierzchnia zasiewów pastewnych i jadalnych roślin strączkowych Polsce uprawianych na nasiona w latach 2000 – 2019 (GUS)

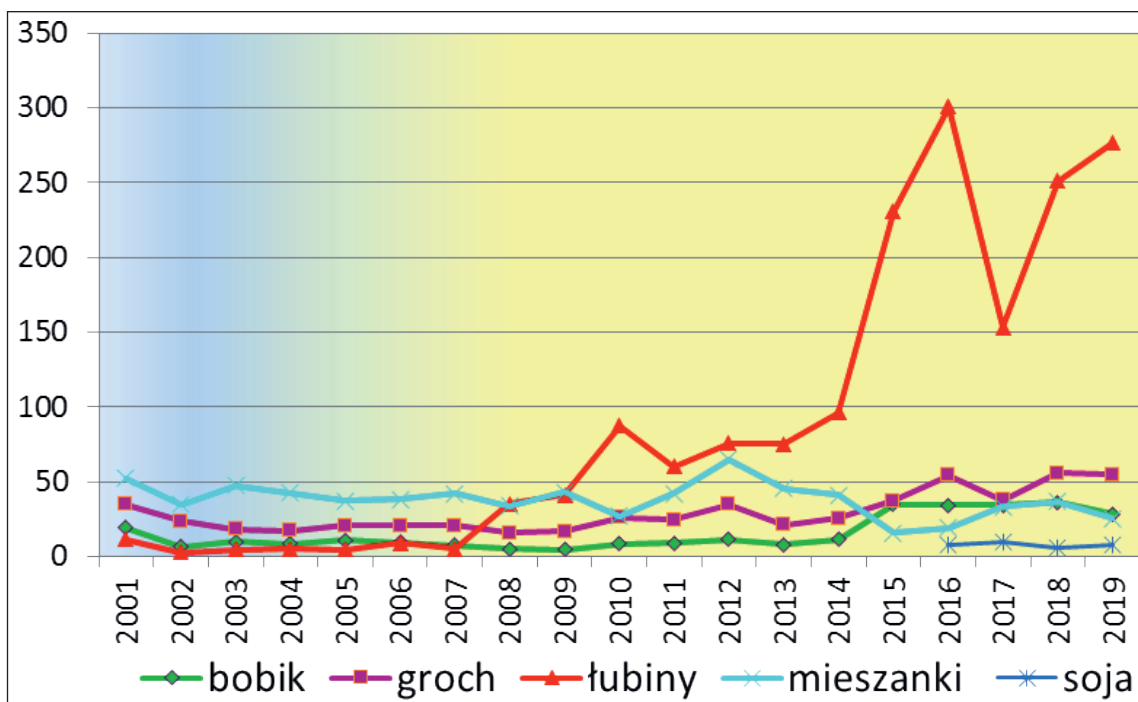
nia ich uprawy wynosiła ponad 400 tys. przy czym około 75% stanowiły rośliny strączkowe pastewne a jadalne około 25%. W tym okresie znacznie wzrosło znaczenie uprawy łubinów, głównie wąskolistnego W roku 2016 zasiewy łubinowe stanowiły około 75% powierzchni obsianej roślinami strączkowymi. Znaczną powierzchnię uprawy zajmują w Polsce mieszanki strączkovo-zbożowe, mało znane w innych krajach i w statystyce zaliczane do zasiewów zbożowych. Rośliny strączkowe uprawiane są w Polsce także na zielonkę. Pasza z tych roślin, ze względu na wysoką zawartość białka stanowi znaczący element pasz gospodarskich. Zasiewy roślin strączkowych przeznaczane na ten cel w latach 2016-2019 zajmowały około 30 tys. ha.

Impulsem do uprawy tych gatunkami były głównie dopłaty a do roku 2017 również możliwość zaliczenia areалу uprawy tych roślin do tzw. obszarów proekologicznych i uzyskiwanie dofinansowania także z tego tytułu.

Oprócz ogólnoużytkowych odmian grochu siewnego ważne miejsce wśród jadalnych gatunków roślin strączkowych zajmują fasola i bób. W uprawie polowej rozpowszechnione są głównie formy karłowe fasoli

zwyczajnej. Obecnie areal zasiewów tego gatunku wynosi około 20 tys. ha, a średnie plony nasion wynoszą około 2 t/ha. Fasola jest jedynym gatunkiem strączkowym, której areal od lat utrzymuje się na zbliżonym poziomie i której większość produkcji jest eksportowana do krajów europejskich. Rośliny strączkowe jadalne na nasiona, głównie groch i fasola (na przetwórstwo i konsumpcję) są uprawiane przede wszystkim w gospodarstwach indywidualnych. Jednak skala produkcji oraz stosowane technologie w poszczególnych gospodarstwach i rejonach kraju znacznie się różnią. Ponadto w uprawie fasoli występuje problem z mechanizacją zbioru. Możliwe jest to tylko w gospodarstwach posiadających nadwyżki siły roboczej, co korzystnie wpływa na jakość surowca.

Coraz większym zainteresowaniem zaczyna cieszyć się soja. Powierzchnia zasiewów soi według różnych źródeł w ostatnich latach wynosi od około 8 tys. ha do około 15 tys. ha. Rodzima produkcja soi, gatunku, który jest jednym z najważniejszych gatunków roślin uprawnych na świecie, nie ma jeszcze w Polsce dużego znaczenia gospodarczego, ze względu na mniej korzystne do jej uprawy warunki klimatyczne. Hodow-



Rysunek 2 . Powierzchnia uprawy gatunków roślin strączkowych w latach 2001-2019

la odmian o krótszym okresie wegetacji daje pewne nadzieje na zwiększenie powierzchni jej zasiewów, ale głównie w południowych rejonach kraju. Inne gatunki roślin strączkowych uprawiane głównie na cele konsumpcyjne takie jak: soczewica, bób i lędzwan stanowią marginalny udział w strukturze zasiewów.

Uprawa gatunków roślin strączkowych w poszczególnych rejonach Polski zajmuje zróżnicowana powierzchnię (tab. 1). Najwięcej łąbin uprawia się w woj. łódzkim, mazowieckim, wielkopolskim, pomorskim, zachodniopomorskim, bobiku w woj. warmińsko-mazurskim, grochu w woj. północnych – pomorskim i zachodniopomorskim. woj. lubelskim i mazowieckim. Natomiast mieszanki tych gatunków ze zbożami najczęściej są uprawiane w woj. lubelskim i mazowieckim, soja w woj. dolnośląskim i podkarpackim. Rośliny strączkowe na bardzo małej powierzchni uprawiane są w woj. małopolskim, opolskim, śląskim i podkarpackim.

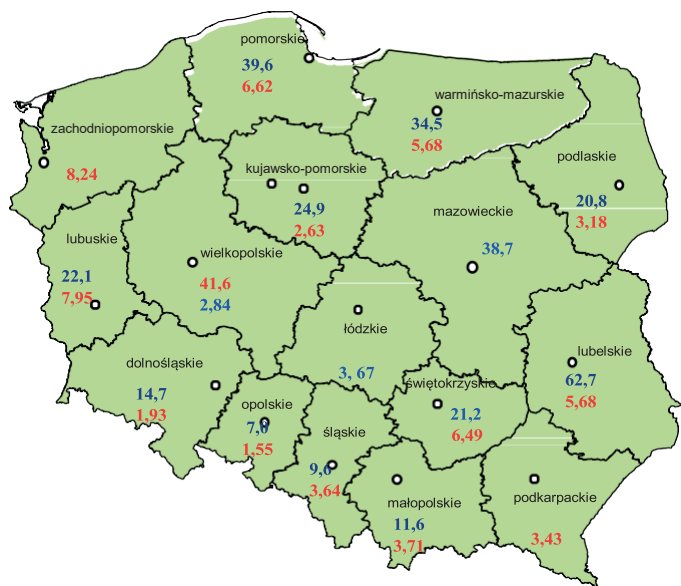
W roku 2015 rośliny strączkowe stanowiły w strukturze zasiewów naszego kraju 4,1% odsetek gruntów ornych, największy wynoszący około 8% był w woj. lubuskim i zachodniopomorskim. Natomiast w roku 2019 był mniejszy i wynosił 2,68%, a największy podobnie jak w roku 2015 był w lubuskim, zachodniopomorskim i pomorskim (rys. 3, 4).

Po wprowadzeniu w roku 2017 zakazu możliwości stosowania środków ochrony w uprawach zaliczanych do EFA i ograniczeniu dopłat do areałów (większe dopłaty do 75 ha, mniejsze powyżej 75 ha) nastąpiło ograniczenie powierzchni uprawy i zmniejszanie produkcji nasion. Od 2015 roku wzrósł eksport nasion tych gatunków, głównie łąbinu wąskolistnego, bobiku i grochu. Odbiorami tych nasion były głównie Holandia, Niemcy, Hiszpania oraz Norwegia. Nasiona roślin strączkowych i śruta rzepakowa sprzedawane są za granicę a jednocześnie znaczna ich część wraca na rynek krajowy w postaci gotowej paszy.

Tabela 1. Powierzchnia uprawy (ha) roślin strączkowych w poszczególnych województwach kraju w roku 2015 i 2019 (tys. ha)

Województwa	Groch pastewny		Groch jadalny		Bobik		Łubiny		Mieszanki strączkowo-zbożowe		soja	
	2015	2019	2014	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2016	2019
<b>Polska – ogółem</b>	<b>13,7</b>	<b>22,6</b>	<b>16,4</b>	<b>31,9</b>	<b>34,9</b>	<b>28,2</b>	<b>230,6</b>	<b>276,4</b>	<b>15,9</b>	<b>25,6</b>	<b>7,6</b>	<b>7,9</b>
Dolnośląskie	0,6	1,8	0,8	1,4	1,1	0,5	7,0	5,5	0,6	0,2	2,0	0,9
Kujawsko-pomorskie	1,0	2,0	1,3	2,4	1,1	1,1	11,0	11,4	1,0	2,8	0,2	0,3
Lubelskie	2,1	1,1	4,0	4,9	2,3	1,6	20,4	18,3	2,1	6,9	0,9	0,4
Lubuskie	0,008	1,0	0,06	1,6	0,4	1,6	15,1	22,1	0,4	0,1	0,2	0,5
Łódzkie	0,7	1,0	0,4	0,8	0,2	0,6	20,5	28,5	1,1	1,2	0,2	0,06
Małopolskie	0,2	0,5	0,6	0,4	3,8	1,6	1,4	1,8	0,7	1,6	0,7	1,6
Mazowieckie	1,1	1,1	0,9	0,7	1,4	1,4	21,7	40,9	2,6	3,3	0,4	0,5
Opolskie	0,4	1,0	0,4	2,1	0,5	0,2	2,7	3,5	0,3	0,4	0,7	0,8
Podkarpackie	0,3	0,3	0,4	0,045	3,4	1,6	4,8	4,5	0,6	0,3	1,2	1,3
Podlaskie	1,3	0,4	0,2	0,7	0,7	0,6	8,9	8,3	0,7	1,9	0,03	0,2
Pomorskie	1,0	2,5	1,2	3,8	4,5	2,7	23,5	31,4	1,5	2,3	0,1	0,01
Śląskie	0,4	0,5	0,3	0,4	0,7	0,2	5,7	8,1	0,3	0,39	0,2	0,06
Świętokrzyskie	2,3	1,2	2,3	3,2	1,3	0,5	4,8	9,0	0,8	0,4	0,1	0,09
Warmińsko-mazurskie	0,4	1,9	0,8	2,0	11,2	10,1	12,2	16,2	1,5	1,1	0,04	0,2
Wielkopolskie	1,2	2,8	1,3	2,5	0,3	1,1	28,4	32,6	1,3	2,2	0,6	0,6
Zachodniopomorskie	0,4	3,3	1,0	4,7	1,8	2,9	42,2	34,2	0,5	0,7	0,0	0,4

\*- źródło GUS



Rysunek 3. Powierzchnia uprawy – 2015 r – 440,94 tys. ha, Udział w strukturze zasiewów – 4,10%

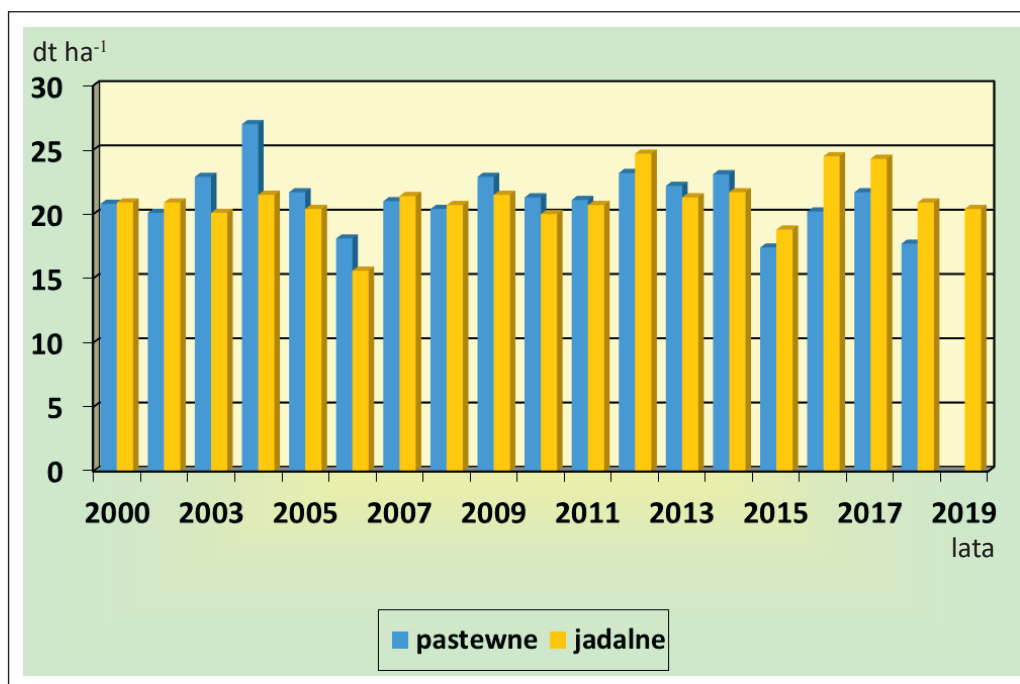


Rysunek 4. Powierzchnia uprawy – 2019 r – 289,95 tys. ha, Udział w strukturze zasiewów – 2,68%

### Plony roślin strączkowych, udział białka w produkcji ogólnej strączkowych

Plony roślin strączkowych w Polsce utrzymują się na poziomie 2-2,5 t·ha<sup>-1</sup>. (rys. 5) Średnio rośliny strączkowe

jadalne plonują nieco niżej niż strączkowe pastewne. Spośród roślin strączkowych uprawianych na nasiona w latach 2016-2020 najlepiej plonował bobik. Większy poziom plonowania od bobiku charakteryzował mieszanek strączkowo-zbożowe. Znacznie mniejsze plony



Rysunek 5. Plony nasion roślin strączkowych w Polsce w latach 2000-2019

Tabela 2. Plony nasion roślin strączkowych (dt ·ha-1) w poszczególnych województwach kraju w roku 2015 i 2019

Województwa	Groch pastewny		Groch jadalny		Bobik		Łubiny		Mieszanki strączkowo-zbożowe		soja	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
<b>Polska – ogółem</b>	<b>19,1</b>	<b>18,1</b>	<b>27,2</b>	<b>22,1</b>	<b>24,6</b>	<b>23,7</b>	<b>14,0</b>	<b>12,6</b>	<b>21,4</b>	<b>29,3</b>	<b>19,3</b>	<b>19,4</b>
Dolnośląskie	20,7	22,6	31,4	31,4	23,6	22,3	12,5	12,5	18,5	40,6	22,1	20,1
Kujawsko-pomorskie	21,5	18,2	29,8	23,9	25,8	22,3	14,9	14,5	24,0	30,0	20,0	17,0
Lubelskie	20,1	20,0	23,2	19,2	21,3	24,5	15,2	18,8	21,0	27,0	21,3	20,3
Lubuskie	13,5	8,3	24,2	14,0	13,0	9,8	11,0	7,1	16,6	23,8	12,3	13,7
Łódzkie	15,9	13,9	22,3	17,3	22,1	17,6	10,7	9,9	16,1	23,4	14,3	4,2
Małopolskie	18,3	21,7	27,4	27,3	24,3	26,3	16,7	19,0	23,8	31,0	17,2	23,9
Mazowieckie	19,4	13,9	25,7	19,8	15,9	17,8	9,8	11,5	22,1	27,6	17,3	13,7
Opolskie	22,9	25,9	29,1	24,9	20,2	27,4	14,3	17,5	27,4	0,0	23,2	25,2
Podkarpackie	17,6	21,0	29,0	27,6	18,9	25,5	16,1	18,0	23,0	27,7	15,6	20,3
Podlaskie	12,3	10,5	20,8	14,8	19,5	18,5	11,0	11,3	23,1	27,4	20,9	9,6
Pomorskie	19,9	18,7	27,2	26,8	28,7	31,5	14,7	13,7	17,2	30,0	12,9	12,9
Śląskie	18,1	19,6	27,7	20,6	21,6	20,1	14,6	11,8	21,5	18,6	21,3	19,8
Świętokrzyskie	19,5	18,5	25,2	19,2	22,5	21,8	14,6	13,7	22,5	22,4	15,8	14,3
Warmińsko-mazurskie	20,7	24,5	30,7	27,1	27,7	27,9	18,0	18,2	27,5	30,3	15,7	13,7
Wielkopolskie	21,2	17,5	29,5	19,7	19,5	15,3	12,5	11,8	20,7	35,1	18,9	16,4
Zachodniopomorskie	21,2	17,1	36,9	22,0	27,3	17,7	17,9	11,5	29,5	35,6	0,0	14,9

\* – źródło GUS

w tym okresie charakteryzowały pastewne odmiany grochu i łubinów, najniższe zaś wykę siewną, co wynika z jej uwarunkowań genetycznych.

Poziom plonowania roślin strączkowych i ich mieszanek jest również znacząco zróżnicowany w poszczególnych województwach (tab. 2).

Większe plony od średnich w kraju odmian grochu jadalnego zbiera się w woj. dolnośląskim i podkarpackim, odmian grochu pastewnego w woj. dolnośląskim, opolskim i warmińsko-mazurskim, bobiku w woj. ma-

łopolskim, pomorskim i warmińskomazurskim, natomiast mieszanek ze zbożami w woj. kujawsko-pomorskim, warmińsko-mazurskim i zachodniopomorskim, a soi w woj. opolskim i małopolskim. Natomiast najniższe plony uzyskuje się w woj. lubuskim .

Jedną z przyczyn niskiego plonu nasion roślin strączkowych jest duża wrażliwość na przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji, a zwłaszcza na brak opadów w II i III dekadzie czerwca i I dekadzie lipca (kwitnienie i zawiązywanie strąków). Niewłaściwie dobrane

Tabela 3. Produkcja białka z roślin strączkowych uprawianych w Polsce w latach 2015-2019 (tys. ton)

Rok	bobik	groch	łubiny	soja	łącznie
2015	24,9	18,8	103,6		147,3
2016	26,8	31,0	151,5	5,0	214,3
2017	27,2	22,8	75,5	7,9	133,4
2018	25,3	28,3	101,9	3,9	159,4
2019	20,0	30,8	119,5	5,6	175,9

są gatunki roślin do warunków glebowych i stanowiska w zmianowaniu, opóźnianie terminu siewu oraz zbyt płytkie umieszczanie nasion w glebie, zaniedbywanie ochrony roślin zwłaszcza bobiku (mszyca) i łubinów (antraknoza).

Z roślin strączkowych w Polsce w latach 2015- 2019 najczęściej białka zapewniała uprawa łubinów głównie wąskolistnego. Było to wynikiem znacznie większego areалу na jakim były uprawiane te gatunki, natomiast pochodzące z soi stanowiło tylko niewielki udział w całej produkcji (tab. 3).

## Potencjał plonowania

Postęp biologiczny wprowadzany do praktyki w postaci nowych odmian i dobrego materiału siewnego stanowi jeden z najtańszych i najefektywniejszych środków produkcji, jednak jego wpływ na rezultaty uzyskiwane w produkcji jest ograniczony.

Wykorzystanie potencjalnych możliwości produkcyjnych roślin strączkowych w latach 2015 – 2019 wynosiło od 45,7% do 70,4% (tab. 4). Najwyższy wskaźnik wykorzystania charakteryzował łubiny oraz bobik, odpowiednio 70,4% i 60,2%. Pomimo znacznego wzrostu plonów odmian grochu jadalnego i pastewnego sięgającego na przestrzeni lat nawet 50%, plony uży-

skiwane w produkcji tylko nieznacznie wzrosły. Jedną z przyczyn tego stanu jest w dalszym ciągu brak odpowiedniego zaplecza technologicznego umożliwiającego właściwe wykonanie zabiegów agrotechnicznych. Istotny wydaje się również zanik tradycji uprawy tych roślin oraz błędy popełniane w ich agrotechnice.

## Produkcja nasion

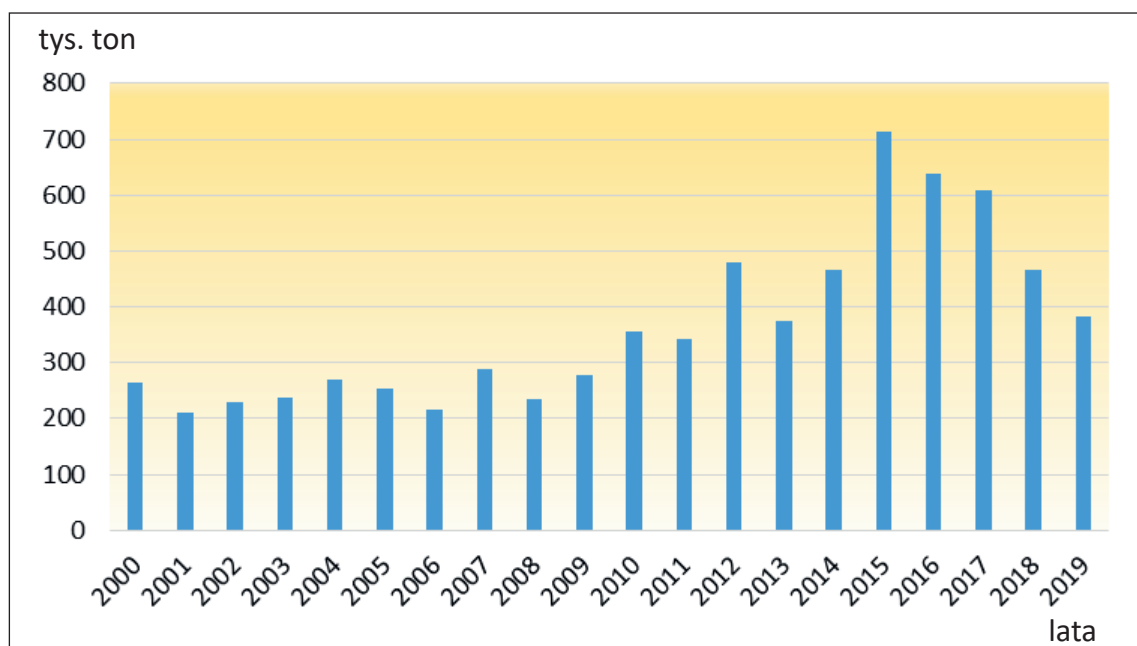
Zmiany powierzchni uprawy w latach oraz niezbyt wysokie i zmienne plony determinują krajową produkcję nasion roślin strączkowych. Pozycja naszego kraju jako producenta nasion roślin strączkowych jest zmienna, bowiem zbiory nasion wahały się od ponad 700 tys. ton w 2015 roku do około 220 tys. ton w roku 2006 (rys. 6). Produkcja nasion tych gatunków w latach 2015 -2019 w Polsce kształtowała się na poziomie 382,7-714,8 tys. ton. Średnio w tych latach produkcja przekroczyła 550 tys. ton, w tym około 160 tys. ton z przeznaczeniem na konsumpcję. Nasiona roślin strączkowych wykorzystywane są przede wszystkim jako cenna pasza oraz wartościowy składnik diety człowieka. W Polsce 70- 75 % produkowanych nasion roślin strączkowych przeznaczają się na paszę, głównie dla zwierząt monogastrycznych i około 25–30 % na cele spożywcze (Rynek pasz).

Tabela 4. Wykorzystanie potencjału genetycznego roślin strączkowych w latach 2015 -2019

	gatunek	2015	2016	2017	2018	2019	średnia
Plony wg. COBORU	Bobik	45,6	44,7	49,8	40,5	31,6	42,4
	Groch (pastewny i jadalny)	50,8	48,3	51,9	46,6	38,1	47,1
	Łubin <sup>1</sup>	20,2	24,6	21,4	17,2	19,5	20,6
	Soja		34,6	34,6	40,0	33,1	35,8
Plony w produkcji	Bobik	24,6	27,0	27,0	23,3	23,7	25,1
	Groch (pastewny i jadalny) <sup>2</sup>	19,1	23,6	24,5	19,8	20,1	21,4
	Łubin	14,0	16,3	16,3	13,0	12,6	14,4
	Soja		19,3	21,7	18,9	19,4	19,8
	Bobik	53,9	60,4	54,2	57,5	75,0	60,2
	Groch (pastewny i jadalny) <sup>2</sup>	37,5	48,8	47,2	42,5	52,7	45,7
	Łubin	69,3	66,3	76,2	75,6	64,6	70,4
	Soja		55,8	61,3	47,3	58,6	55,8

<sup>1</sup> średnia plonu łubin żółty i wąskolistny

<sup>2</sup> średnia plonu groch pastewny i jadalny



Rysunek 6. Krajowa produkcja nasion roślin strączkowych (GUS, 2000-2019)

## Powierzchnia uprawy kwalifikowanego materiału siewnego

Powierzchnia plantacji nasiennych tej grupy roślin w 2019 roku zmalała w stosunku do roku 2015 o około 55% (z 22,7 tys. do 10,4 tys.) (tab. 5). Najsilniejsze zmniejszenie areálu zanotowano w roku 2016 w porównaniu do roku 2015. Materiał siewny łubinu wąskolistnego i grochu siewnego reprodukowany jest na znacznie większej powierzchni niż pozostałych

gatunków. Ponadto zanotowano silne ograniczenie (ponad 4 krotnie) produkcji kwalifikowanych nasion soi. Wykorzystanie postępu biologicznego oraz produkcja materiału kwalifikowanego ma bardzo duże znaczenie gdyż przekłada się to na wzrost wartości biologicznej nasion zależną od stopnia kwalifikacji, a efektem jest dalsze zwiększenia plonu z jednostki powierzchni.

Tabela 5. Powierzchnia zakwalifikowanych plantacji nasiennych roślin strączkowych w Polsce w latach 2015 -2019 (ha)

Gatunek	lata					średnia
	2015	2016	2017	2018	2019	
Łubin wąskolistny	6924	4945	4301	2732	4068	4594
Groch siewny	4984	3543	3618	2832	2239	3443
łubin żółty	3035	1940	1738	1164	937	1763
bobik	2095	754	1187	1098	1379	1303
wyka siewna	1554	2058	1099	731	791	1246
łubin biały	70	7,7	16,8	61	99	51
soja	4073	1716	1671	1231	977	1934
razem	22735	14964	13631	9849	10490	

\*- źródło COBORU

## Produkcja wysokobiałkowych surowców paszowych

W Polsce wykorzystanie surowców wysokobiałkowych w ostatnich 20 latach systematycznie się zwiększa (tab. 6).

Jest to spowodowane przede wszystkim ze stale rozwijającą i zwiększającą się produkcją drobiarską. Wzrasta również zapotrzebowanie na te pasze w chowie trzody chlewnej wynikającej głównie ze zmian technologii żywienia zwierząt, ale także szybko postę-

pującym procesem koncentracji produkcji. Znacząco zwiększa się również zużycie pasz wysokobiałkowych w żywieniu krów mlecznych spowodowany wzrostem intensywności produkcji mleka, ale także organizacją żywienia zwierząt. Ponadto zakaz stosowania pasz pochodzenia zwierzęcego w następstwie wystąpienia gąbczastej encelalopatii bydła (BSE) spowodował zwiększenie zapotrzebowania na surowce pochodzenia roślinnego. Sytuacja ta przyczyniła się także do zwiększenia importu śruty sojowej.

Tabela 6. Zużycie wysokobiałkowych surowców paszowych w Polsce (tys. ton)

	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19 szacunek	2019/2020 prognoza
<b>Śruty nasion oleistych</b>	2776	3258	3269	3474	3938	3722	3914
– sojowa	1719	2021	2311	2248	2423	2363	2450
– rzepakowa	596	849	593	858	1070	959	1039
– słonecznikowa	446	383	360	363	440	396	420
– pozostałe	6	5	5	6	6	5	5
<b>Mączka rybna</b>	29	31	35	38	38	41	41
<b>Nasiona strączkowe</b>	278	333	467	383	373	277	290
<b>Razem zużycie</b>	3074	3621	3770	3895	4349	4040	4245

\*- źródło- rynek pasz

Tabela 7. Produkcja surowców paszowych w Polsce (tys. ton)

Wyszczególnienie	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17/	17/18	18/19	2019/2020
Ziarno zbóż	16916	17314	18766	16236	15913	17660	17615	21026	17446	19561	21380	16256	18285
Prod. ub. przemysłu zbożowego	1591	1590	1564	1521	1528	1352	1354	1352	1342	1349	1308	1343	1376
<b>Razem surowce zbożowe</b>	<b>18507</b>	<b>18904</b>	<b>20330</b>	<b>17757</b>	<b>17441</b>	<b>19012</b>	<b>18969</b>	<b>22378</b>	<b>18788</b>	<b>20910</b>	<b>22688</b>	<b>17599</b>	<b>19661</b>
Śruty nasion oleistych	962	1200	1440	1310	1270	1167	1244	1494	1182	1530	1680	1488	1584
Nasiona strączkowych	210	175	212	268	251	395	291	352	543	458	436	328	313
Mączki poch. zwierzęcego	17	18	19	20	20	21	21	22	23	23	24	25	25
<b>Razem surowce wysokobiałkowe</b>	<b>1189</b>	<b>1393</b>	<b>1671</b>	<b>1598</b>	<b>1541</b>	<b>1583</b>	<b>1556</b>	<b>1868</b>	<b>1748</b>	<b>2011</b>	<b>2140</b>	<b>1841</b>	<b>1922</b>
<b>Surowce paszowe ogółem</b>	<b>19696</b>	<b>20297</b>	<b>22001</b>	<b>19355</b>	<b>18982</b>	<b>20595</b>	<b>20525</b>	<b>24246</b>	<b>20536</b>	<b>22921</b>	<b>24828</b>	<b>19440</b>	<b>21583</b>

\*- źródło- rynek pasz

W naszym kraju najważniejszym źródłem białka paszowego jest w dalszym ciągu poekstrakcyjna śruta sojowa, której import zwiększa się i wynosi już około 2,5 mln. ton (tab. 8).

Znacząca jest także produkcja śrut oleistych, głównie śruty rzepakowej oraz śruty słonecznikowej. W ostatnich latach w bilansie śrut zwiększa się udział pasz produkowanych w Polsce, a zmniejsza udział pasz importowanych w tym zwłaszcza udział poekstrakcyjnej śruty sojowej (tab. 8).

Spowodowane jest to głównie wzrostem produkcji śruty rzepakowej oraz produkcji nasion roślin strączkowych (tab. 9).

Śruta sojowa do Polski importowana jest głównie z Ameryki Południowej w tym przede wszystkim z Argentyny, z której import w ciągu ostatnich 6 lat podwoił się.

Zwiększa się też przywóz z Brazylii i USA, ale przede wszystkim z Paragwaju. W ostatnich kilku latach rosło też znaczenie dostaw śruty sojowej z Rosji, natomiast import z Ukrainy jest mały i utrzymuje się na stałym poziomie. Systematycznie ograniczany jest zakup z krajów UE (Niemcy i Holandia), (tab. 10).

Duże zainteresowanie przemysłu paszowego śrutą sojową wynika głównie z możliwości zakupu dużej, jednolitej partii surowca o takich samych wskaźnikach

Tabela 8. Bilans śrut w Polsce (tys. ton)

Wyszczególnienie	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	2019/2020 prognoza
Prod. kraj	988	1225	1440	1310	1270	1167	1244	1494	1182	1530	1680	1488	1584,4
Import śrut	2166	1941	2248	2424	2636	2367	2326	2555	2763	2724	2941	2904	3044
w tym: sojowa	2007	1706	1876	1927	1892	1762	1179	2083	2332	2283	2434	2427	2490
słonecznikowa	140	217	357	454	669	534	480	409	377	396	478	415	440
rzepakowa	11	9	12	14	18	53	61	58	49	39	23	34	35
pozostałe	8	9	3	29	57	18	6	5	5	6	5	5	5
Zużycie krajowe	2682	2579	3062	3129	3375	2864	2765	3256	3268	3484	3934	3741	3968
Eksport śrut	472	587	626	605	531	670	805	793	677	770	687	651	660
Zużycie śrut w %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0
w tym													
Prod. kraj. w %	19,2	24,7	26,6	22,5	21,9	17,3	15,9	21,5	15,5	21,8	25,2	22,4	23,3
Import	80,8	75,3	73,4	77,5	78,1	82,7	84,1	78,5	84,5	78,2	74,8	77,6	76,7
Udział śrut sojowych	74,8	66,1	61,3	61,6	56,1	61,5	64,3	64,0	71,4	65,5	61,9	64,9	62,8

\*- źródło- rynek pasz

Tabela 9. Bilans nasion strączkowych w Polsce (tys. ton)

Wyszczególnienie	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17/	17/18	18/19 szacunek	2019/2020 prognoza
Produkcja	210	175	212	268	251	395	291	352	543	458	436	328	313
Import	30	16	15	20	20	17	16	15	16	17	28	20	30
Zużycie krajowe	228	177	216	284	259	398	278	333	467	383	373	277	290
eksport	12	14	11	4	12	14	29	35	92	92	91	71	53

\*- źródło- rynek pasz

Tabela 10. Kierunki importu śrutę sojowej (tys. ton) Polska

Wyszczególnienie	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 (I półrocze)
Ogółem	1660,2	1957,9	2141,3	2283,1	2408,4	2510,7	1176,9
UE-28	117,1	98,1	171,1	84,2	70,4	138,1	43,5
w tym Niemcy	36,7	41,9	166,5	53,7	54,3	84,2	20,3
Holandia	73,5	30,9	1,0	23,6	10,3	46,4	9,8
Ameryka Południowa	1109,7	1601,0	1709,3	1991,0	2260,5	2122,7	886,4
w tym Argentyna	982,5	1253,1	1273,4	1484,0	1757,1	1229,2	491,9
Brazylia	73,4	98,5	93,8	45,6	68,3	536,3	237,9
Paragwaj	38,9	249,4	341,8	61,7	412,5	342,9	156,6
USA	377,2	59,2	78,3	33,3	27,9	86,8	128,2
Kanada	-	-	-	42,2	-	17,6	-
Rosja	48,9	178,1	168,3	112,9	32,0	81,7	18,9
Ukraina	5,2	4,8	12,3	17,7	13,4	54,0	92,3
Pozostali	2,1	16,7	2,0	1,8	4,2	9,8	13,3

\*źródło – rynek pasz

jakościowych, co znacznie ułatwia mieszalnikom pasz ustalenie i przestrzeganie wymaganej receptury. Powszechność stosowania śrutę sojowej wynika także z łatwego do niej dostępu. Dostępność śrutę sojowej ma z kolei bardzo duży wpływ na powierzchnię uprawy rodzimych gatunków roślin strączkowych. Utrudnienia związane z zakupem śrutę sojowej w drugiej połowie lat 80-tych spowodowały znaczny wzrost arealu uprawy roślin strączkowych nie tylko w Polsce, ale także w wielu innych krajach europejskich. Łatwy dostęp do śrutę sojowej w ostatnich latach spowodował zmniejszenie zainteresowania przemysłu paszowego nasionami rodzimych gatunków roślin strączkowych. Importowana do Polski śruta sojowa pochodzi w ponad 90% z upraw genetycznie modyfikowanych. W sytuacji wprowadzenia zakazu stosowania tego typu surowców przełoży się to na bardzo duży deficyt wysokobiałkowych surowców roślinnych. Według wstępnych analiz importowaną śrutę sojową można by zastąpić poeks-

trakcyjną śrutą rzepakową oraz nasionami rodzimych gatunków roślin strączkowych. Jednak powierzchnia ich uprawy powinna zwiększyć się do około 500 tys. ha, czyli do obszaru uprawy zbliżonego z końcem lat 80-tych XX wieku. Śruta sojowa jest obecnie powszechnie stosowana jako źródło białka pochodzenia roślinnego głównie ze względu na bardzo cenny skład chemiczny (tab. 11) co umożliwia jej zastosowanie w żywieniu wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich.

Wysoka zawartość białka (około 45-47%) oraz zrównoważony skład aminokwasowy pozwalają na łatwe bilansowanie z innymi komponentami paszowymi, w tym zwłaszcza ze zbożami. Zawiera ona szczególnie dużo lizyny – aminokwasu egzogenego ograniczającego syntezę białka w organizmie zwierząt. Ujemną cechą śrutę sojowej jest mała zawartość tłuszczu nie przekraczająca 2%, podczas gdy nasiona niektórych rodzimych gatunków roślin strączkowych zawierają w swoim składzie nawet około 10% tłuszczu.

Tabela 11. Podstawowy skład chemiczny śrutę sojowej i nasion rodzimych gatunków roślin strączkowych (%),

[opracowanie własne]

Wyszczególnienie	Śruta sojowa	Groch siewny	Bobik	Łubin wąskolistny	Łubin żółty
Białko	45-47	20-22	25-27	34-36	44-46
Włókno surowe	2,5-3,5	5,5-6,5	6,5-7,5	16-17	15-16
Tłuszcz	1,5-2,0	1-2	1-2	5-6	5-6

## Wsparcie finansowe dla rolników do uprawy roślin strączkowych

Podstawowe wsparcie finansowe dla rolników do uprawy roślin strączkowych stanowiły dopłaty z tytułu wsparcia bezpośredniego do uprawy roślin strączkowych.

Od 2017 r. wsparcie bezpośrednie w sektorze roślin wysokobiałkowych przyznawane jest w ramach dwóch płatności:

1. Płatność do roślin strączkowych na nasiona przysługiwała do powierzchni uprawy następujących gatunków (również w przypadku upraw tych roślin w formie mieszanek): bobik; groch siewny, w tym peluska, z wyłączeniem grochu siewnego cukrowego i grochu siewnego łuskowego; łubin biały; łubin wąskolistny; łubin żółty; soja zwyczajna. Warunkiem przyznania płatności jest dokonanie zbioru nasion. Płatność ma charakter degresywny, wyższa stawka

stosowana jest do pierwszych 75 ha uprawy w gospodarstwie, niższa do powierzchni powyżej 75 ha. W latach 2017-2020 stawka dopłat do 75 ha wynosiła odpowiednio (zł); 606,5; 721,0; 765,8; 724,38 zł, a do powierzchni ponad 75 odpowiednio (zł): 303,3; 360,5; 382,9; 362,19 zł (tab. 12).

2. Płatność do roślin pastewnych przysługiwała do powierzchni uprawy roślin wykorzystywanych głównie do produkcji pasz objętościowych: esparceta siewna; koniczyna czerwona; koniczyna biała; koniczyna białoróżowa; koniczyna perska; koniczyna krwistoczerwona; komonica zwyczajna; lędźwian; lucerna siewna; lucerna mieszańcowa; lucerna chmielowa; nostryk biały; seradela uprawna; wyka kosmata; wyka siewna.

Płatność przysługuje również w przypadku uprawy tych roślin w formie mieszanek oraz w przypadku

Tabela 12. Płatności bezpośrednie do roślin strączkowych w latach 2017-2020

		2017	2018	2019	2020
<b>Koperta finansowa</b>	mIn EUR	51,2	51,5	51,8	
	mIn PLN	220,3	220,2	226,6	
<b>Powierzchnia zgłoszona do wsparcia (ha)</b>	do 75 ha	360 238	300 721	292 210	324200
	ponad 75 ha	5 889	9 194	7 391	
<b>Stawka do 75 ha</b>	EUR	140,91	168,57	174,91	
	PLN	606,52	721,04	765,80	724,38
<b>Stawka ponad 75 ha</b>	EUR	70,46	84,28	87,46	
	PLN	303,26	360,52	382,90	362,19
<b>Liczba wnioskujących</b>	do 75 ha	125 017	93 332	87 927	
	ponad 75 ha	162	182	164	

Tabela 13. Płatności bezpośrednie do roślin pastewnych latach 2017-2020

		2017	2018	2019	2020
<b>Koperta finansowa</b>	mIn EUR	17,1	17,2	17,3	
	mIn PLN	73,4	73,4	75,5	
<b>Powierzchnia zgłoszona do wsparcia (ha)</b>	do 75 ha	189 997	167 270	162 892	164700
<b>Stawka</b>	EUR	89,79	102,56	105,91	
	PLN	386,46	438,71	463,71	468,05
<b>Liczba wnioskujących</b>	do 75 ha	83 400	71 647	67 279	

uprawy tych roślin w formie mieszanek z roślinami strączkowymi przeznaczonymi na nasiona. W przypadku wyki siewnej i wyki kosmatej dopuszcza się ponadto uprawę z rośliną podporową spoza tej listy. Uprawa zgłoszona do wsparcia nie może zostać przeznaczona na zielony nawóz. Płatnością może być objęte nie więcej niż 75 ha uprawy w gospodarstwie. W czterech ostatnich latach stawka wynosiła odpowiednio (zł): 386,5; 438,7; 463,7; 468,05 zł. (tab. 13)

**Łączna pula środków płatności do upraw roślin strączkowych przedstawia się** następująco (tab. 14).

Poza dopłatami bezpośrednimi, jakie obowiązywały od roku 2010 w roku 2015 wprowadzono nowy komponent systemu płatności, tzw. płatności za praktyki rolnicze korzystne dla klimatu i środowiska, czyli zazielenienie. Zasadniczym celem tej praktyki było jednak wzmocnienie funkcji środowiskowej instrumentów Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) a nie wspieranie produkcji. W ramach tej płatności nie ma możliwości stosowania środków ochrony roślin a płatność służy nie uzyskiwaniu dobrych wyników produkcyjnych tylko proekologiczne utrzymaniu kondycji gruntów.

Tabela 14. Łączna pula środków na płatności do roślin wysokobiałkowych w latach 2017-2020  
(do roślin strączkowych na nasiona i roślin pastewnych)

		2017	2018	2019	2020
<b>Sektor roślin wysokobiałkowych</b>	mIn EUR	68,24	68,62	69,01	67,82

**3.**

**CHARAKTERYSTYKA  
REALIZACJI  
OBSZARÓW  
BADAWCZYCH  
I UZYSKANE EFEKTY  
PROGRAMU**



### 3.1 OBSZAR BADAWCZY 2.

#### Nowe metody i techniki dla ulepszenia wartości odmian roślin strączkowych

**Cel:** Opracowanie nowych metod i technik uwzględniających ulepszenie procesów fizjologicznych roślin wpływających na cechy plonotwórcze, jakość nasion i zwiększających efektywność hodowli odmian.

**Wykonawca:** Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

W celu realizacji przyjętych założeń w obszarze 2 zaplanowano 6 zadań, które przeprowadzono we współpracy z 3 jednostkami naukowymi oraz jednostką Hodowli Roślin.

**Współpraca w ramach poszczególnych zadań:**

- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (UWM Olsztyn) (zad. 2.1),
- Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu (UMK Toruń) (zad. 2.2),
- Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o., Grupa IHAR (HR Strzelce) (zad. 2.3),
- Instytut Fizjologii Roślin Polskiej Akademii Nauk w Krakowie (IFR PAN Kraków) (zad. 2.6).

Cel główny obszaru 2 zrealizowano zgodnie z założonymi celami szczegółowymi w ramach 6 zadań. W latach 2016-2020 przeprowadzono szereg prac badawczych, które pozwoliły ocenić kilka ważnych aspektów z zakresu genetyki, fizjologii i hodowli roślin strączkowych. Uzyskane wyniki istotnie wzbogaciły wiedzę o tej grupie roślin. Duża część wyników ma praktyczne znaczenie dla hodowli nowych odmian. Przekazywane na bieżąco (łącznie z wynikami I-szej edycji Programu Wieloletniego) są już wdrażane w firmach hodowlanych.

#### Opis obszaru i podsumowanie uzyskanych wyników

Głównymi związkami ograniczającymi wykorzystanie nasion roślin strączkowych w żywieniu ludzi i zwierząt są oligosacharydy z grupy rafinoz. Zidentyfikowano geny odpowiedzialne za poziom oligosacharydów w nasionach grochu. Kilkuletnie testowanie materiałów hodowlanych wykazało istotne obniżenie zawartości tych związków. Wyselekcjonowano także formy o korzystnym (tzw. fasolowym) składzie jakościowym RFOs (przewaga stachiozy nad werbaskozą). Co szczególnie ważne, stwierdzono, że obniżenie to nie powoduje degradacji fizjologicznej nasion. Natomiast uzupełniające badania dla łubinów sugerują, że w nasionach łubinu wąskolistnego możliwe jest istotne zmniejszenie zawartości rafinoz na korzyść mniej szkodliwych galaktozylocyklitolii.

Ważnymi związkami antyżywniowymi u łubinów są alkaloidy. Dotychczasowy postęp w hodowli niskoalkaloidowych, pastewnych odmian uzyskano dzięki wykorzystaniu wyjściowych materiałów kolekcyjnych. Dalsze obniżenie zawartości do śladowego poziomu (poniżej 0,001% w s.m.) możliwe będzie dzięki poznaniu sposobu dziedziczenia nie tylko zawartości ogólnej, ale także składu jakościowego. W badaniach mechanizmów regulujących szlak biosyntezy alkaloidów wykazano ich odrębność u poszczególnych gatunków. Sugeruje to konieczność odrębnego postępowania w hodowli odmian każdego z tych gatunków.

Dotychczasowe wyniki badań nad składem jakościowym nasion poszczególnych gatunków strączkowych w połączeniu z wynikami badań żywieniowych jednoznacznie wskazują na konieczność wyjaśnienia przyczyn zróżnicowanej ich przydatności w żywieniu. Zdecyduje to o właściwym ukierunkowaniu prac hodowlanych i ostatecznie – o zwiększonym wykorzystaniu krajowych źródeł białka.

Dla askochytozy – jednej z najgroźniejszych chorób grochu określono, które geny uczestniczą w odpowiedzi odpornościowej na porażenie patogenem *Didymella pinodes*.

Wprowadzanie nowych odmian jest ograniczone długotrwałym procesem hodowli, który dla jednej odmiany wynosi od 10 do 12 lat. Skrócenie tego procesu u roślin strączkowych np. dzięki uzyskiwaniu kilku pokoleń w roku jest trudne ze względu na nieprzystosowanie gatunków do uprawy w nienaturalnych warunkach. Dla trzech gatunków, łubinu, grochu i bobiku opracowano metodykę pojedynczych nasion połączoną z kulturą zarodków *in vitro*, umożliwiającą uzyskanie od 2 do 4 pokoleń rocznie. Opracowano i wdrożono do praktyki hodowlanej metodę hodowli odmian syntetycznych bobiku, zwiększając szansę przyspieszenia postępu biologicznego.

W krzyżowaniach oddalonych, międzygatunkowych, a nawet międzyrodzajowych dąży się do połączenia wartościowych, istniejących cech, ale także dzięki rekombinacji genów, do wytwarzania nowej zmienności – nowych, dotychczas nieistniejących cech. Są to cele pasjonujące, ale bardzo trudne do osiągnięcia. Uzyskane wyniki wskazują, że u gatunków strączkowych najbardziej realne do uzyskania są mieszańce łubinu białego z łubinem wąskolistnym oraz grochu z lędźzwanem.

Jedną z największych wad roślin strączkowych jest przedwczesne opadanie kwiatów i zawiązków strąków. Ograniczanie tego zjawiska mogłoby istotnie zwiększyć plonowanie. Badania na poziomie molekularnym pozwoliły wytypować szereg cząstek regulatorowych (geny, RNA, fitohormony), kluczowych dla plonowania

łubinu żółtego, w tym wpływających na rozwój kwiatów i strąków oraz tolerancji na suszę. Kontrola ich aktywności zapobiega negatywnym przyczynom ograniczającym produktywność i wspomaga poszczególne etapy uprawy roślin. Wynik ten stanowi istotny wkład w badaniach nad ograniczeniem opadania organów generatywnych u roślin strączkowych. Wytypowano także kilka stymulatorów wzrostu (np. Asahi), których użycie ma wpływ na zmniejszone opadanie kwiatów.

Dotychczasowy postęp w hodowli odmian osiągnięto głównie dzięki poprawieniu indeksu żniwnego, tj. intensywnemu rozwojowi części generatywnych kosztem masy wegetatywnej. Natomiast duże, jeszcze niewykorzystane rezerwy tkwią w sprawności procesów fizjologicznych. Badania wykazały, że możliwe jest zwiększenie produktywności łubinów, bobiku i grochu poprzez testowanie w hodowli wskaźników fizjologicznych, przede wszystkim określenia przepływu elektronów w przeliczeniu na powierzchnię fotosyntetyzującej próbki oraz aktywnego centrum reakcji fotoukładu PSII. Realne szanse stwarza zarówno zmienność wyjściowych materiałów kolekcyjnych, jak i dostępna, mobilna aparatura pomiarowa.

Dla wysokości i jakości uzyskanego plonu grochu istotne znaczenie ma efektywność asymilacji CO<sub>2</sub>, wykorzystania energii promienistej, wody, składników mineralnych oraz aktywność bakterii *Rhizobium*. Kompleksowe uwzględnienie tych czynników pozwala znaleźć genotypy fizjologicznie efektywniejsze, o zwiększonych zdolnościach adaptacyjnych. Dla oceny aktywności bakterii *Rhizobium* przydatna może być opracowana prosta metoda określenia udziału azotu w nasionach, pochodzącego z biologicznego wiązania.

## ZADANIE 2.1

**Poprawa wartości użytkowej grochu (*Pisum sativum* L.), łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) oraz łubinu białego (*L. albus* L.) poprzez obniżenie w nasionach zawartości antyżywniowych oligosacharydów rodziny rafinozy oraz obniżenie podatności grochu na askochytozę.**

**Cel zadania:** potwierdzenie współwystępowania genów uczestniczących w wykształcaniu wybranych użytkowych cech grochu (metabolizm cukrowców i odporność na askochytozę) ze zidentyfikowanymi wcześniej QTL, odpowiedzialnymi za skład jakościowy nasion i odporność roślin na porażenie patogenem oraz uzyskanie linii hodowlanych i odmian grochu, łubinu wąskolistnego i białego o maksymalnie zredukowanej zawartości antyżywniowych oligosacharydów rodziny rafinozy (ang. RFOs).

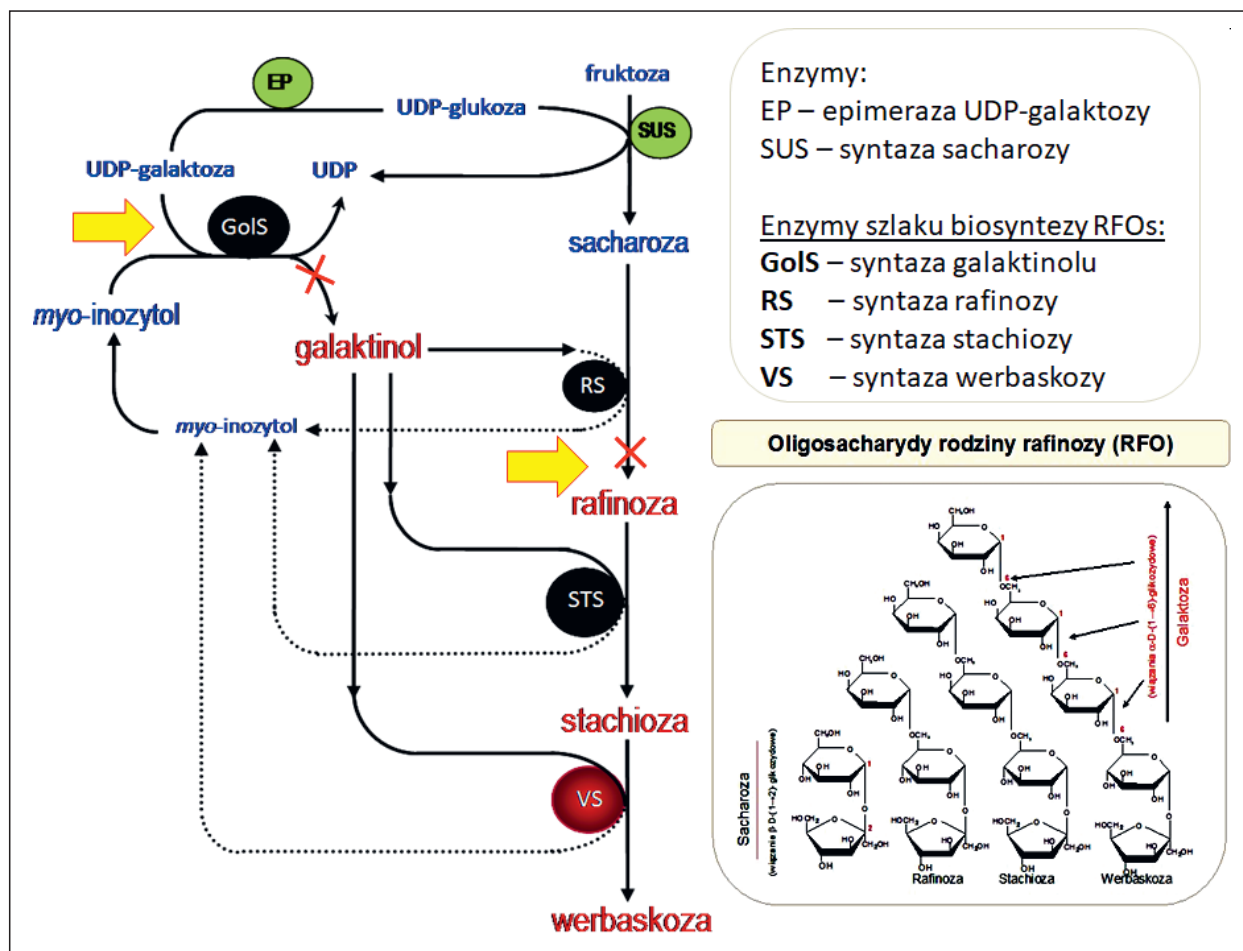
Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń laboratoryjnych i polowych.

W badaniach przeprowadzonych na nasionach kilku odmian grochu, stwierdzono, że gromadzenie RFOs rozpoczyna się na początku gromadzenia materiałów zapasowych i nasila podczas dojrzewania nasion. Szlak biosyntezy RFOs jest zdeterminowany wczesną ekspresją i aktywnością syntazy galaktinolu (GolS), a następnie sekwencyjną aktywacją kilku enzymów (rys. 1).

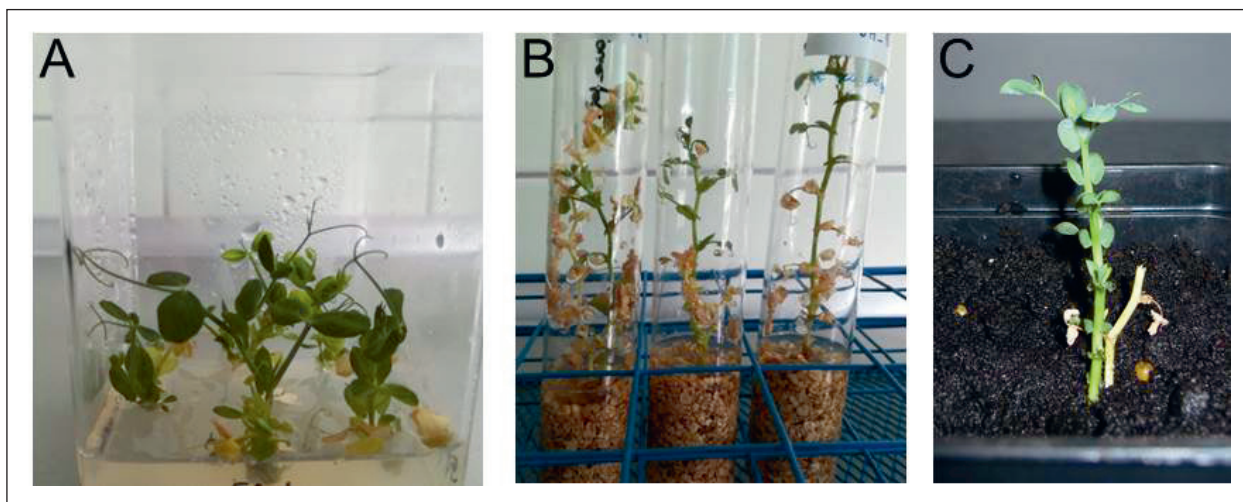
Proces ten podlega bardzo silnej modyfikacji przez czynniki środowiskowe, co powoduje, że obniżenie poziomu RFOs w nasionach na drodze klasycznej hodowli jest bardzo trudne, np. w obiektach o znacznie (20-30%) obniżonej zawartości RFOs w danym roku. Takiego obniżenia w kolejnych pokoleniach można już nie obserwować. Co więcej, redukcja poziomu werbaskozy jest kompensowana podwyższeniem zawartości jej niższych homologów – stachiozy/rafinozy. Dlatego inną drogą redukcji RFOs może być zablokowanie szlaku ich biosyntezy poprzez wyciszenie ekspresji GolS.

Intensywne prace w tym kierunku, obejmujące przygotowanie konstruktów DNA (zawierających fragment genu GolS pod kontrolą promotora wirusa mozaiki tytoniu CaMV35S) i ich wprowadzenie do osi zarodkowych niedojrzałych nasion odmiany Hubal przy użyciu wektora *Agrobacterium tumefaciens* lub z wykorzystaniem wirusa PEBV, oraz transformacja grochu odmiany Champagne z wykorzystaniem wirusa BPMV, umożliwiły uzyskanie kilkunastu transgenicznymi linii grochu pokoleń T0 i T1 (rys. 2). Jednak dwa czynniki – niska efektywność transformacji i niska przeżywalność roślin zregenerowanych w kulturach *in vitro*, po ich przeniesieniu do warunków *ex vitro* – utrudniają pozyskanie większych ilości nasion dla wyprowadzenia linii homozygotycznych. Prace nad optymalizacją warunków transferu i hodowli roślin transgenicznymi są kontynuowane.

Inną drogą redukcji poziomu RFOs może być transgeneza grochu ukierunkowana na wytwarzanie izomerów lub metylowych pochodnych myo-inozytolu (d-chiro-inozytolu, d-pinitolu) – cyklitolu o właściwościach prozdrowotnych. Obecność tych cyklitolu może przekierować transfer galaktozy ze szlaku biosyntezy RFOs na syntezę galaktozylocyklitolu, podobnie jak w nasionach łubinu (białego, żółtego i wąskolistnego) i wyki (różnych gatunków). Wykazano, że wprowadzenie egzogenego chiro-inozytolu i pinitolu do grochu nie zakłóca kiełkowania nasion i wzrostu siewek, pozostając również bez wpływu na profil metaboliczny tkanek. Dokonanie więc transgenezy grochu ukierunkowanej na wytwarzanie nowych cyklitolu, lub łubinu z podwyższoną ekspresją szlaku biosyntezy cyklitolu, może być nowym, obiecującym kierunkiem modyfi-



Rysunek 1. Szlak biosyntezy galaktinolu i RFOs w dojrzewających nasionach. Strzałki żółte pokazują kluczowe enzymy, których zablockowanie prowadzi do zatrzymania akumulacji RFOs.



Rysunek 2. Hodowla in vitro (A i B) i ex vitro linii grochu GoIS1RNAi, Pisum sativum odmiany Hubal, na pożywce zestalonej agarem (A), na pożywce płynnej z perlitem (B) oraz na podłożu uniwersalnym Substral Osmocote (C).

kacji składu  $\alpha$ -D-galaktozydów nasion roślin strączkowych. Ważne jest stwierdzenie, że obniżenie poziomu RFO w nasionach grochu i łubinów nie powoduje degradacji ich jakości fizjologicznej (żywołności, wigoru, odporności na stresy).

Występujące w nasionach roślin strączkowych  $\alpha$ -D-galaktozydy sacharozy (oligosacharydy rodziny rafinozy – RFOs), stanowią czynnik antyżywniowy, ze względu na wywoływany przez nie efekt wzdymający w przewodzie pokarmowym.

### **Badanie w nasionach grochu zawartości antyżywniowych oligosacharydów rodziny rafinozy.**

Odmiany Lasso, Mecenas i Wt2501 zidentyfikowano jako genotypy wysokooligosacharydowe, natomiast Wt2 i Wt2902 zawsze należały do grupy niskooligosacharydowych. Do badań ekspresji wybrano dwa geny (syntazy galaktinolowej i rafinozowej). Badano poziom ekspresji genu, poziom aktywności enzymu i ostateczną zawartość RFO w nasionach. Badania prowadzono w 3 punktach czasowych (początek napełniania strąków, dojrzałość woskowa, dojrzałość pełna). Aktywności enzymów PsGols i PsRs dla grupy wysokooligosacharydowych grochów były około 1,5x wyższe niż w grupie grochów niskooligosacharydowych w terminie dojrzałości woskowej. Na etapie pełnej dojrzałości poziom ekspresji genu PsRs i PsGols dla odmian wysokooligosacharydowych był 3,8-6x wyższy niż w grupie niskooligosacharydowych. W mapowaniu genetycznym gen syntazy rafinozowej *rfs1* został zlokalizowany w III grupie sprzężeń. Aktywność PsGols była około 60x wyższa niż aktywność PsRs i była najwyższa w przypadku obu enzymów, w terminie dojrzałości woskowej. Dlatego PsGols jest proponowany jako kluczowy enzym w regulacji syntezy RFO.

### **Obniżenie podatności grochu na askochytozę.**

Jedną z chorób u grochu, wywołujących obniżenie plonu i pogorszenie jakości nasion, jest askochytoza. *Didymella pinodes* jest najczęstszym gatunkiem spośród grzybów chorobotwórczych. Pomimo intensywnych poszukiwań, nie wskazano do tej pory źródeł całkowitej odporności. Stosowane środki grzybobójcze również nie są w pełni skuteczne.

Przeprowadzono doświadczenie oceniające odporność na askochytozę (PI41369, Wt401, Radley, Pisum syriacum P665 – linie mniej podatne, Cud Kelwedonu, Wenus, Messire, Wt2266 – linie podatne). Wykonano obserwacje porażenia 3 miesiące po siewie. Najmniej podatną linią okazała się linia P665 (3,9), najbardziej podatną – Cud Kelwedonu (7,2). Najwyraźniejszą indukcję genu syntazy izoflawonowej uzyskano dla 4 godz. i kolejno 24 godz. po inokulacji w 2017 r. W 2018 r. był to termin 14 dni po inokulacji. W przypadku chitynazy było to 4 godz. po inokulacji.

Wykazano, że gen syntazy izoflawonu jest indukowany podczas odpowiedzi odpornościowej na porażenie przez *D. pinodes*. Izoflawonoidy uczestniczą w reakcji roślin na stresy abiotyczne i biotyczne oraz indukują geny brodawkowania.

Profilowanie ekspresji genów pozwoliło uzyskać obraz genów i szlaków metabolicznych, aktywnych w formach wysoko- i niskooligosacharydowych, oraz uaktywnianych podczas odpowiedzi na porażenie patogenem, wytypowanie najważniejszych genów odporności. Wskazano geny uczestniczące w odpowiedzi odpornościowej (w tym moment najsilniejszej odpowiedzi obronnej na poziomie ekspresji genu), oraz geny odpowiedzialne za poziom zawartości oligosacharydów.

## ZADANIE 2.2

### Identyfikacja genów warunkujących zawartość alkaloidów oraz zawiązywanie i utrzymywanie organów generatywnych u łubinów.

**Cel zadania:** identyfikacja genów uczestniczących w szlaku syntezy alkaloidów u łubinu białego i żółtego z zastosowaniem techniki RNA-seq oraz charakterystyka molekularnych i fizjologicznych przemian regulujących zawiązywanie oraz utrzymywanie organów generatywnych u łubinu żółtego (współpraca).

Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń laboratoryjnych, fitotronowych i polowych.

Alkaloidy, zawarte w nasionach łubinów obniżają ich wartość użytkową, ze względu na toksyczne działanie na układ nerwowy oraz gorzki smak. Molekularny mechanizm biosyntezy i akumulacji tych związków był do tej pory analizowany głównie dla łubinu wąskolistnego. Wykazano, że alkaloidy syntezowane głównie w zielonych częściach rośliny, są dalej magazynowane w nasionach. Zrozumienie procesów leżących u podstawy gromadzenia alkaloidów w nasionach łubinu białego i żółtego może przyczynić się do znacznego postępu hodowlanego obu gatunków łubinów.

Jako geny kandydackie w szczególności brano pod uwagę odpowiedniki znanych genów biosyntezy i modyfikacji alkaloidów, geny regulacyjne oraz geny odpowiedzialne za transport metabolitów. Analiza danych transkryptomicznych wykazała, że zarówno znane geny syntezy alkaloidów u łubinów (*LDC*, *LaAT*, *CAOX*), jak i zidentyfikowane dla łubinu wąskolistnego (*RAP2-7*, *DHDPS*) nie ulegają wyższej ekspresji u gorzkich linii łubinu białego i żółtego.

Dla łubinu białego wykorzystano dostępną populację mapującą Kiev x P27174 oraz mapę genetyczną, na której zlokalizowano wcześniej pauper, uważany za gen główny, warunkujący niską zawartość alkaloidów.

Mapowanie loci cech ilościowych dla zawartości alkaloidów w nasionach potwierdziło, że głównym rejonem genomu, warunkującym zawartość alkaloidów u łubinu białego jest obszar obejmujący gen pauper, w grupie sprzężeń 18. Jednocześnie wykazano, że w pobliżu locus Pauper znajduje się gen aminotransferazy *LaAT*, uczestniczącej w końcowych etapach szlaku biosyntezy alkaloidów. Analiza ekspresji genów prowadzona zarówno w fazie pąków kwiatowych, jak i w pełni kwitnienia potwierdziła brak różnic lub bardzo niewielkie różnice w ekspresji genów *LDC*, *RAP2-7* i *LaAT* w liściach i łodygach linii słodkich i gorzkich łubinu białego, jak i w liściach łubinu żółtego. Dodatkowo, wytypowane do dalszych analiz geny kodujące białka transporterowe (*MATE*, *P5CS*, *ABCG15*, *PUP1*, *2TGD2*) oraz represor transkrypcji (*OFP13*), również nie wykazały znaczących różnic w poziomie ekspresji analizowanej w liściach i łodygach, pomiędzy grupą linii gorzkich łubinu białego. Natomiast ekspresja w liściach genu transferazy (*I-MAT7*) nie różnicowała obu grup u łubinu żółtego.

Dane uzyskane dla łubinu białego wskazują, że najbardziej obiecującym genem kandydackim jest aminotransferaza *LaAT*, jednak obserwowany poziom ekspresji jest podobny w grupie roślin słodkich i gorzkich. Na podstawie analizy sekwencji nukleotydowej genu *LaAT* w materiale roślinnym uwzględnionym w badaniach stwierdzono możliwość występowania różnych alleli genu w obrębie gatunku tj. poza allelem słodkim pauper i gorzkim Pauper, wyróżniono allel słodki i gorzki, obserwowane w odmianie Dieta. Analiza ekspresji genów szlaku syntezy, oraz transporterów w czasie kwitnienia i po kwitnieniu wykazała, że dla genu *LDC* i *LaAT* najbardziej znaczące różnice w poziomie ekspresji obserwowane były w przypadku linii o genotypie charakterystycznym dla odmiany Dieta.

Wyniki wskazują na inny mechanizm regulacyjny szlaku biosyntezy alkaloidów u łubinu białego i żółtego, w stosunku do łubinu wąskolistnego. Zidentyfikowane geny kandydackie mogą mieć udział w biosyntezie alkaloidów u tych gatunków, natomiast nie są kluczowe dla wyjaśnienia obserwowanej zmienności fenotypowej. Jest to ważne spostrzeżenie praktyczne, sugerujące konieczność indywidualnego traktowania poszczególnych gatunków łubinów w procesie hodowli odmian niskoalkaloidowych. Wyniki stanowią ważny krok w kierunku wyjaśnienia podłoża genetycznego zawartości alkaloidów, dając podstawy do wnioskowania, że niska zawartość alkaloidów u obu badanych gatunków nie jest regulowana na poziomie transkryptomu.

Szczególnie istotne dla stabilności plonowania roślin strączkowych jest poznanie fizjologicznych i molekularnych przemian, regulujących zawiązywanie oraz utrzymywanie organów generatywnych w dążeniu do zmniejszonego opadania kwiatów i zawiązków strąków. Zidentyfikowanie oraz określenie profilu ekspresji genów metabolizmu podstawowego (m.in. reduktazy azotanowej i azotynowej, RuBisCo, syntazy chlorofilu) w blaszkach liściowych roślin łubinu żółtego, będących w fazie rozwoju wegetatywnego oraz generatywnego, potwierdziło ich kluczową rolę w procesach anabolicznych, które wpływają finalnie na rozwój generatywny łubinu. Na podstawie aktywności transkrypcyjnej poszczególnych genów zaangażowanych w przemiany azotowe oraz produkcję i transport cukrów można wyznaczyć moment najwyższej efektywności metabolicznej łubinu na poszczególnych etapach rozwoju. Dodatkowo, wiedza na temat poziomu ekspresji genów z rodziny LISPL ułatwia wytypowanie fazy rozwojowej, w jakiej aktualnie znajdują się rośliny, oraz określenie podatności łubinu na działanie egzogennych substancji.

Zestawienie wszystkich wyników umożliwia optymalizację terminu siewu nasion i nawożenia roślin tak, aby przeciwdziałać niekorzystnym zjawiskom wpływającym na stabilność plonu. Identyfikacja genów metabolizmu giberelin (*LIGA3ox*, *LIGA2ox*) i jasmonianów (*LIDAD1*, *LIAOC*, *LIAOS*, *LIOPR3*), ustalenie wzorca ich

ekspresji, oraz zbadanie tkankowej lokalizacji tych fitohormonów podczas rozwoju pręcików, wskazuje na ich zaangażowanie w regulację procesu otwierania komórek pyłkowych. Potwierdzenie hormonalnej regulacji czasu wypylenia sprzyja kontroli procesu uwalniania ziaren pyłku w optymalnym czasie oraz modulacji przebiegu zapylenia i zapłodnienia, a tym samym produkcji pełnowartościowych nasion. Ustalono również, że gen *LIDELLA1* kodujący represor szlaku giberelinowego odpowiada za prawidłowy wzrost, zawiązywanie i rozwój organów generatywnych łubinu żółtego.

Fitohormony regulują również odcinanie organów u badanego gatunku. W funkcjonowanie wytworzonej i aktywnej strefy odcinania kwiatów zaangażowane są gibereliny, które współdziałają z głównym stymulatorem separacji organów, czyli etylenem. Na poziomie molekularnym funkcjonowanie strefy odcinania jest związane ze zmieniającym się poziomem ekspresji genów *LIIDL*, *LIHSL* i *LIMPK6*, które tworzą szlak aktywujący tę strukturę. Poziom mRNA *LIIDL* wzrasta po aplikacji etylenu i kwasu abscysynowego. Syntetyczny peptyd *EPIP* warunkujący aktywność białka *LIIDA*, podany na szypułki kwiatów stymuluje ich separację. Wykazano również, że gen *LIBOP*, uznawany głównie za regulator powstawania strefy odcinania, bierze także udział w separacji organów. Etylen dodatkowo stymuluje gromadzenie się cukrów w ścianach dzielących się komórek strefy odcinania, a jej funkcjonowanie jest również zależne od interakcji etylen-jasmoniany.

Przeprowadzono również kompleksową analizę aktywności transkrypcyjnej genów podczas rozwoju kwiatów pochodzących z najwyższych (100% ulega odpadaniu), oraz najniższych (100% zawiązuje strąki) okółków kwiatostanu, w szypułkach kwiatów odpadających i pozostających na roślinie, a także w czasie rozwoju strąków. Dane o sekwencjach RNA zidentyfikowanych u łubinu żółtego zostały umieszczone w bazie danych (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra>), natomiast informacje o aktywności wszystkich zidentyfikowanych genów w badanych organach można znaleźć w stworzonej przez wykonawców bazie LuluDB (<http://luluseqdb.umk.pl/basic/web/>). Wyniki analiz transkryptomowych sugerują, że ważnym hormonem wpływającym

cym na rozwój i los organów generatywnych łubinu żółtego jest auksyna. Odcięcie kwiatu lub przekształcenie go w strąk jest uzależnione od odpowiedniej równowagi hormonalnej w poszczególnych okółkach kwiatostanu, podczas całego ich rozwoju. Zachwianie tej równowagi przez warunki środowiskowe czy aplikację regulatorów rozwoju wywołuje zmiany ekspresji genów i w konsekwencji zwiększenie stopnia odpada-

nia kwiatów/strąków, bądź ich utrzymywania na roślinie. Zwiększenie ilości zawiązywanych strąków na roślinie jest możliwe w wyniku zahamowania transportu auksyn w obrębie kwiatostanu na wczesnych etapach rozwoju kwiatów. Wykazano również, że ekspresja genu *LIMIR169* jest pozytywnie skorelowana z procesem odcinania kwiatów i może być wskaźnikiem kondycji fizjologicznej kwiatów.

### ZADANIE 2.3

#### Zastosowanie metod biotechnologicznych dla zwiększenia i przyspieszenia postępu biologicznego w hodowli roślin strączkowych.

**Cel zadania:** opracowanie metod wykorzystujących kultury zarodków *in vitro* w powiązaniu z techniką pojedynczych nasion do szybkiego utrwalania zmienności rekombinacyjnej i mutacyjnej łubinu białego (*Lupinus albus* L.), grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) i bobiku (*Vicia faba* var. *minor* L.) w powiązaniu z selekcją genotypów o pożądanych cechach, a także przystosowanie metody hodowli odmian syntetycznych bobiku do wytwarzania mieszańców syntetycznych z wykorzystaniem linii wsobnych.

Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń laboratoryjnych i polowych.

Hodowla nowych odmian roślin strączkowych prowadzona w warunkach polowych jest procesem wieloletnim. Skrócenie tego procesu jest możliwe poprzez zastosowanie techniki pojedynczych nasion (SSD), która może być prowadzona w warunkach szklarniowych.

Przeprowadzono prace badawcze i aplikacyjne dotyczące zastosowania techniki SSD połączonej z kulturą *in vitro* zarodków, do otrzymywania linii hodowlanych łubinu białego oraz bobiku, a także wykorzystanie opracowanej wcześniej metodyki do otrzymania linii SSD grochu i ich oceny pod względem podatności na wybrane choroby.

Określono stadium rozwojowe nasion łubinu białego i bobiku, optymalne z punktu widzenia techniki izolacji zarodków, oraz ich rozwoju w warunkach *in vitro*, a także rodzaj pożywki, temperaturę i fotoperiod w trakcie trwania kultury. Stwierdzono, że w niższych temperaturach (8-16°C) rośliny rozwijają się wolniej, natomiast po wysadzeniu do doniczek lepiej się przyjmują w porównaniu z tymi, których kulturę *in vitro* prowadzono w temperaturze pokojowej. Przeżywalność

roślin łubinu białego, po wysadzeniu do doniczek, była jednak niewystarczająca (ok. 50%). W związku z tym jako alternatywę w stosunku do kultury *in vitro* zarodków zaproponowano kulturę *in vitro* całych nasion zebranych w stadium dojrzałości woskowej. Przeżywalność roślin otrzymanych tą metodą wynosiła 80-100%. Takie podejście pozwoliło otrzymać ok. 2,5-3 pokoleń łubinu białego w ciągu roku.

W przeciwieństwie do łubinu białego, rośliny bobiku adaptowały się bardzo dobrze do warunków szklarniowych – rośliny kwitły i zawiązywały nasiona po ok. 3-4 miesiącach od rozpoczęcia kultury *in vitro*, co oznacza możliwość otrzymywania 3-4 generacji w ciągu roku.

Otrzymane linie SSD grochu siewnego oceniano pod względem podatności na mączniaka właściwego i wędnięcie fuzaryjne. Podatność na wędnięcie fuzaryjne oceniono w warunkach szklarniowych stosując przedsięwzięcie zakażenia podłoża *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*. Podatność grochu siewnego na porażenie mączniakiem właściwym (*Erysiphe pisi*) oceniano w doświadczeniu polowym, w warunkach prowokacyjnych z opóźnionym terminem siewu. W obu doświadczeniach testowano 200 linii SSD oraz ich odmiany wyjściowe. Przeprowadzone obserwacje stopnia porażenia roślin pozwoliły na wybranie linii grochu najmniej podatnych na choroby.

Efektom było opracowanie metodyki otrzymywania linii SSD łubinu białego i bobiku, pozwalającej na uzyskanie 2,5-3 pokoleń w ciągu roku (w porównaniu z 1 pokoleniem rocznie otrzymywanym metodą tradycyjną). To, w powiązaniu z efektami zadania realizowanego w ramach poprzedniego Programu Wieloletniego, dotyczącymi techniki SSD w zastosowaniu do grochu siewnego, łubinu żółtego i wąskolistnego, pozwala stwierdzić, że wykorzystanie tej metodyki w hodowli roślin strączko-

wych może skrócić o około 3 lata czas potrzebny do uzyskania linii wyrównanych pod względem genetycznym, a tym samym przyspieszyć proces hodowli nowych odmian. Uzyskanie w ramach bieżącego zadania, w ciągu 5 lat z mieszańców F1 linii grochu siewnego pokolenia F8, rozmnożenie ich oraz wstępna ocena pod względem podatności na choroby, jest wynikiem świadczącym o możliwości przyspieszenia postępu biologicznego w hodowli roślin strączkowych.

Otrzymane w trakcie realizacji zadania linie SSD przekazano do dalszych prac hodowlanych.

Bobik *Vicia faba L. (partim)* jest gatunkiem z dużą skłonnością do obcozapylenia. Procent obcopylności zależy od przebiegu pogody i efektywności zapylenia przez owady. W wyniku obcozapylenia bobiku powstaje efekt heterozji. Odmiany o wyższym poziomie heterozygotyczności charakteryzują się większym potencjałem plonowania. Chemizacja rolnictwa i zmiany w strukturze zasiewów przyczyniły się do zmniejszenia ilości owadów zapyłających. Coraz trudniej jest uzyskać znaczący postęp w wytwarzaniu nowych odmian dotychczas stosowanymi metodami.

Metoda hodowli odmian syntetycznych polega na wytworzeniu populacji mieszańcowej przy użyciu owadów zapyłających w warunkach izolowanych z linii wsobnych dających wysoki efekt heterozji. W trakcie

przeprowadzonych prac zbadano stopień obcozapylenia bobiku, przez pszczoły *Apis mellifera* i trzmiele *Bombus lapidarius* (rys. 3), w warunkach polowych oraz w izolacji zupełnej.

Stwierdzono, że stopień obcozapylenia po trzykrotnym zapyleniu w warunkach izolowanych był wyższy (52,7%) niż w warunkach polowych (49,2%). Nie stwierdzono istotnej różnicy w poziomie obcozapylenia między pszczołami i trzmielami.

W wyniku prowadzonych prac uzyskano linie homozygotyczne metodą chowu wsobnego, które stanowią materiał wyjściowy do tworzenia mieszańców syntetycznych.

Uzyskano łącznie 50 mieszańców syntetycznych. Ich wartość agronomiczna, w porównaniu do zarejestrowanych odmian niskotaninowych, była sprawdzana w doświadczeniach ścisłych (rys. 4). Uzyskane wyniki wskazują, że wyższą wartość gospodarczą mają mieszańce wytworzone w warunkach izolowanych po trzykrotnym, wspólnym zapyleniu przez pszczoły i trzmiele. W warunkach izolowanych można wyeliminować niekontrolowane zapylenie innymi odmianami. Zastosowanie w praktyce opracowanej metody hodowli odmian syntetycznych bobiku przyspieszy postęp biologiczny i zwiększy szansę wprowadzenia do uprawy nowych odmian, a tym samym konkurencyjność polskich firm hodowlanych.



Rysunek 3. Badanie stopnia obcozapylenia bobiku w izolacji zupełnej przy użyciu pszczoł *Apis mellifera* (Strzelce, 2016).



Rysunek 4. Doświadczenie ścisłe z mieszańcami syntetycznymi bobiku (Strzelce, 2020).

## ZADANIE 2.4

### Krzyżowania oddalone w obrębie rodzajów *Lupinus*, *Pisum* i *Vicia* – poszukiwanie nowej zmienności genetycznej i sposobu skrócenia cyklu hodowlanego z wykorzystaniem kultur in vitro

**Cel zadania:** wytworzenie gospodarczo wartościowych form łubinu (wczesne i odporne na antraknozę) i grochu (sztywna łodyga) poprzez krzyżowanie oddalone oraz próby skrócenia cyklu hodowlanego z wykorzystaniem metody eliminacji chromosomów.

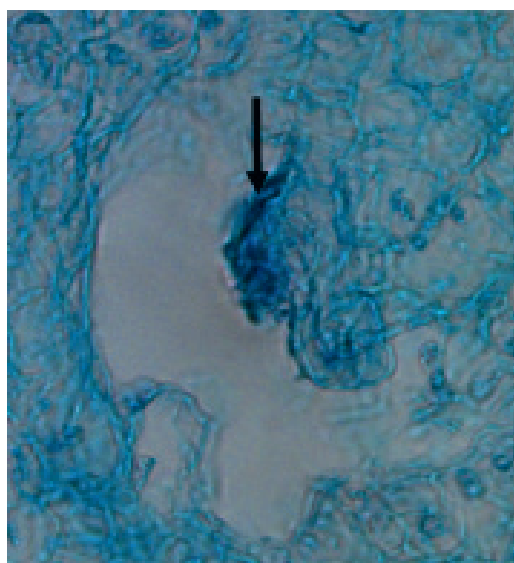
Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń laboratoryjnych i polowych.

Wykonano krzyżowania oddalone w obrębie rodzajów *Lupinus*, *Pisum* i *Vicia* dla poszukiwania nowej zmienności genetycznej. Przeprowadzono krzyżowania w obrębie łubinów uprawnych (łubin biały, żółty, wąskolistny i andyjski) w celu uzyskania form charakteryzujących się jednocześnie wczesnością i odpornością na antraknozę (ekspansywna choroba roślin), oraz krzyżowań grochu z gatunkami rodzaju *Vicia* cechującymi się sztywnością łodygi. W krzyżowaniach oddalonych uzyskuje się najczęściej zarodki, które zamierają we wczesnym stadium rozwoju z powodu braku bielma, dlatego zastosowano kultury prazarodków oraz niedojrzałych zarodków, poprzez wykładanie słupków na pożywki, dla otrzymania wartościowych mieszańców. Dotychczas nie udało się opracować efektywnej metody uzyskiwania linii homozygotycznych roślin strączkowych poprzez haploidyzację form mieszańcowych z wykorzystaniem procesu androgenezy. Badania wykonane w zadaniu potwierdzają, że metodą taką może być poszukiwanie wśród roślin strączkowych gatunku „zapylacza”, odpowiedzialnego za eliminację chromosomów we wczesnym stadium rozwoju zarodka mieszańcowego, co w konsekwencji pozwala otrzymać formy homozygotyczne, a dalej podwojone haploidy, prowadząc tym samym do skrócenia cyklu hodowlanego.

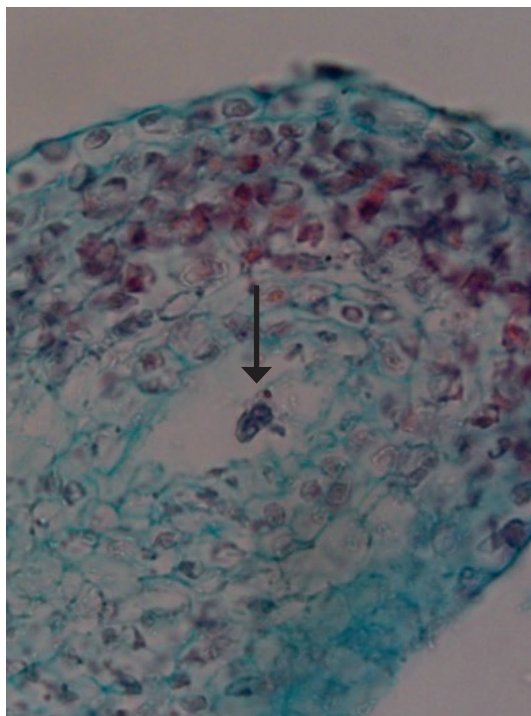
W krzyżowaniach w obrębie gatunków łubinów uzyskano rośliny z zalążków łubinu białego zapylanych pyłkiem łubinu wąskolistnego (rys. 5).

Z kolei w wyniku krzyżowania międzyrodzajowego grochu z wyką, soczewicą, lędźwianem oraz ciecierzycą obserwowano wnikanie łagiewek pyłkowych do zalążków, co wskazuje na możliwość uzyskania mieszańców międzyrodzajowych, szczególnie *Pisum* x *Lathyrus*. W pojedynczych woreczkach zalążkowych obserwowano formowanie się struktur kilkukomórkowych (rys. 6), a w konsekwencji obserwowano rozwój zarodków wewnątrz zalążków grochu i regenerację roślin (rys. 7).

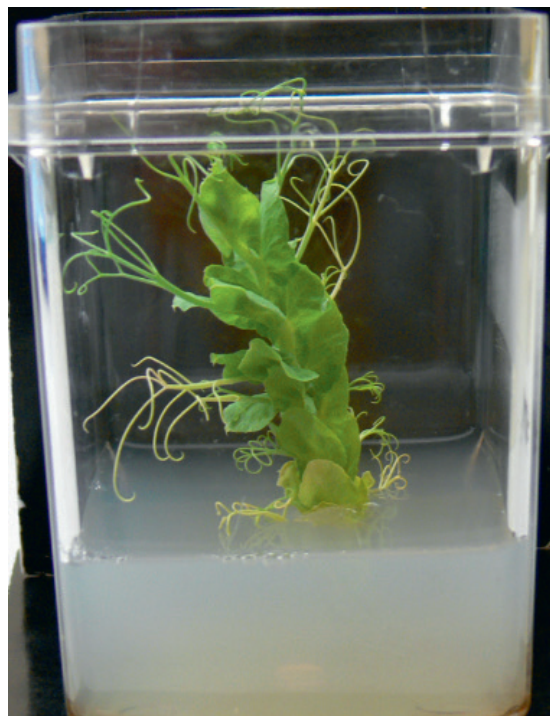
W wyniku zastosowania kultur pylnikowych i optymalizacji ich warunków otrzymano pierwsze rośliny androgeniczne, z pierwszego pokolenia, po skrzyżowaniu form łubinu wąskolistnego (rys. 8).



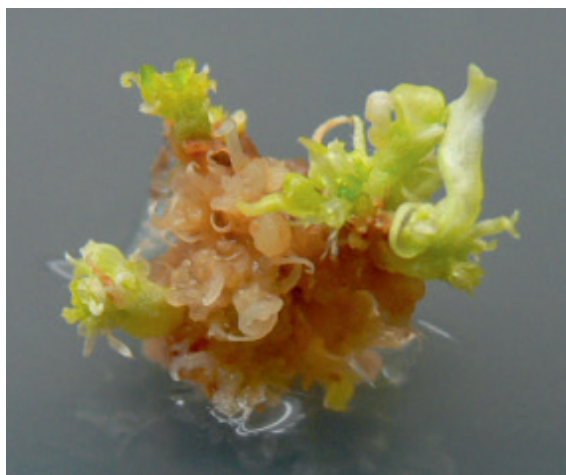
Rysunek 5. Woreczek zalążkowy ze śladami obecności łagiewki pyłkowej (strzałka).



Rysunek 6. Zarodek globularny (GE) w zalążku grochu *Pisum sativum* po zapyleniu pyłkiem lędźwianu *Lathyrus sativus* w kulturze in vitro.



Rysunek 7. Regeneracja roślin grochu *Pisum sativum* po zapyleniu pyłkiem lędźwianu *Lathyrus sativus*.



Rysunek 8. Regeneracja rośliny w kulturze pylnikowej mieszańców F1 łubinu wąskolistnego.

**ZADANIE 2.5**

**Analiza zmienności, sposobu dziedziczenia wskaźników fizjologicznych u łubinu wąskolistnego i grochu siewnego oraz możliwości ich wykorzystania w ulepszaniu produktywności roślin.**

**Cel zadania:** zbadanie możliwości zwiększenia produktywności łubinu wąskolistnego i grochu poprzez ulepszenie wskaźników fizjologicznych. Prace zmierzały do: analizy zmienności parametrów fluorescencji, zawartości chlorofilu oraz potencjału wodnego liści w kolekcji materiałów wyjściowych; określenia korelacji między wybranymi wskaźnikami fizjologicznymi, a plonem i jego komponentami, wyodrębnienia genotypów o skrajnych wartościach wybranych wskaźników fizjologicznych, wykonania krzyżowań i analizy sposobu ich dziedziczenia, oszacowania wpływu genotypu i środowiska na kształtowanie wybranych wskaźników fizjologicznych u obu gatunków, zbadania zmian wybranych wskaźników fizjologicznych związanych z postępem hodowlanym, oraz opracowania metody hodowli z wykorzy-

staniem nowoczesnej aparatury pomiarowej, testującej wskaźniki fizjologiczne roślin.

Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń polowych i laboratoryjnych.

Wykonano pomiary wskaźników fizjologicznych na wybranych materiałach kolekcyjnych i hodowlanych łubinu wąskolistnego i grochu, w dwóch lokalizacjach (Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o.o. o/Wiatrowo oraz H.R. Smolice Sp. z o.o. Grupa IHAR o/Przebędowo), oraz w trzech terminach. Pierwszy termin obejmował fazę od początku do pełni kwitnienia (BBCH 61-63) (ryc. 9A-B), drugi termin – od pełni do końca kwitnienia (BBCH 65-69) (ryc. 9C-D), a trzeci termin dotyczył fazy zielonych liści, tj. po zakończeniu kwitnienia,



Rysunek 9. Pierwszy termin pomiarów obejmujący fazę BBCH 61-63 (A-B), drugi termin pomiarów obejmujący fazę BBCH 65-69 (C-D) oraz trzeci termin pomiarów obejmujący fazę BBCH 71-85 (E-F).



Rysunek 10. Pomiary parametrów fluorescencji chlorofilu za pomocą fluorymetru HANDY PEA.

przed dojrzałością technologiczną roślin (BBCH 71-85) (ryc. 9E-F).

Analizowano pomiary parametrów fluorescencji chlorofilu za pomocą fluorymetru HANDY PEA (ryc. 10), zawartości chlorofilu za pomocą miernika zawartości chlorofilu SPAD-502 Plus (ryc. 11A) oraz potencjału wodnego liści za pomocą higrometru liściowego PMS (ryc. 11B-C).

W wyniku prowadzonych prac potwierdzono zmienność wszystkich wskaźników fizjologicznych. Ich wartości były najwyższe na początku kwitnienia i malały wraz z dojrzewaniem roślin. Korelacje między wybranymi wskaźnikami fizjologicznymi, a plonem i jego komponentami, były zróżnicowane. Potwierdziły istotną zależność plonu nasion od dwóch parametrów, określających przepływ elektronów w przeliczeniu na powierzchnię wzbudzonej fotosyntetyzującej próbki i aktywne centrum reakcji fotoukładu PSII ( $ET_o/CS$

i  $ET_o/RC$ ), szczególnie po zakończeniu kwitnienia.

Analiza linii rodzicielskich o najbardziej zróżnicowanych wartościach wskaźników fizjologicznych pod kątem polimorfizmu DNA wykazała, że najbardziej polimorficzna (zróżnicowana) była para rodzicielska [Wt7608×Wt10215] lub [Wt10215×Astronaute] u grochu, oraz linie rodzicielskie Vitigudino-1 i Salsa u łubinu wąskolistnego. Sposób dziedziczenia wskaźników fizjologicznych na tym etapie badań jest trudny do określenia. Ich wartości użytkowe uwarunkowane są wieloma genami (dziedziczenie poligeniczne) oraz wpływami czynników środowiskowych i interakcją między genotypem a środowiskiem.

Wartości wszystkich wskaźników fizjologicznych nie były istotnie uzależnione od warunków meteorologicznych w latach badań, jednak czynniki środowiska mogły różnicować wartości wskaźników fizjologicznych u obu gatunków i wpłynąć na ich kształtowanie.



Ryunek 11. Pomiary zawartości chlorofilu za pomocą miernika SPAD-502 Plus (A) oraz potencjału wodnego liści za pomocą higrometru liściowego PMS (B i C).

Pomiar fluorescencji chlorofilu warto stosować nie jako główny parametr, na podstawie którego wnioskuje się o zmianach zachodzących w roślinie, ale jako parametr poszerzający spektrum uzyskanych wyników. W programach hodowlanych należałoby wziąć pod uwagę szczególnie wysokie wartości parametrów ETO/

CS i ETO/RC po okresie kwitnienia. Wobec powyższego i w świetle globalnych zmian klimatycznych, badanie wszelkich czynników, które mają wpływ na wysokość i jakość plonowania, oraz zastosowanie mobilnej aparatury polowej w pracach badawczych, wydaje się uzasadnione.

## ZADANIE 2.6

### Fotosynteza liści, formowanie i aborcja organów generatywnych, rozwój korzeni oraz wiązanie azotu atmosferycznego jako procesy istotne dla poziomu i jakości plonu roślin strączkowych w warunkach stresowych.

**Cel zadania:** identyfikacja fizjologiczno-morfologicznych, biochemicznych i genetycznych czynników stanowiących o zależności jakości i poziomu plonu nasion strączkowych od przebiegu procesów fotosyntezy liści, formowania i aborcji organów generatywnych, rozwoju korzeni i wiązania azotu w zróżnicowanych warunkach środowiskowych (susza, niedobór N, P, chłód) oraz uzupełnienie badań o aspekt funkcjonalny głównych genów, które uczestniczą w podstawowych procesach, określenie poziomu ekspresji tych genów u genotypów (odmian) grochu skrajnie różniących się efektywnością fotosyntezy i wykorzystania azotu.

Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń fitotronowych, polowych i laboratoryjnych.

Odmiany grochu siewnego mają zwiększone wymagania w stosunku do środowiska uprawowego. W warunkach glebowo-klimatycznych kraju, zaburzenia w dostępności wody i składników pokarmowych są główną przyczyną redukcji poziomu, jakości i stabilności plonów. Poszukiwanie fizjologicznie efektywniejszych genotypów grochu o zwiększonych zdolnościach adaptacyjnych jest uzasadnione, ale deficyt informacji o spektrum/naturze zmienności genetycznej morfologiczno-fizjologicznych cech, które mogą decydować o efektywności wykorzystania zasobów środowiskowych i zdolnościach adaptacyjnych grochu, ogranicza postęp w takich programach.

W wieloczynnikowych doświadczeniach fitotronowych (wazonowych) i polowych oceniano kolekcję pastewnych i jadalnych (ogólnoużytkowych) odmian grochu wielokrotnie notując zależność cech ich plonu

od odmianowych różnic w aktywności/efektywności fotosyntetycznej liści, wykorzystaniu energii promieniastej, rozwoju i funkcjonowaniu systemu korzeniowego (wiązananiu  $N_2$  atm.) oraz w komponentach efektywności wykorzystania wody, N i P w formowaniu masy plonu. Badane odmiany wyraźnie różniły się w sposobie/rozmiarach ukorzeniania się w zmiennych warunkach zaopatrzenia w wodę. Notowana zmienność genotypowa cech korzeniowych była bardzo szeroka. Do najodporniejszych na zastosowaną suszę odmian należały wąsolistne odmiany Batuta i Pomorska, których bujny system korzeniowy jednocześnie specyficznie reagował na warunki stresu, a indukowane suszą względne zmiany w rozwoju ich korzeni (m.in. długość, rozgałęzienie, rozwój korzeni bocznych) miały znaczenie adaptacyjne.

Uzyskane wyniki wskazują, że poziom i stabilność plonu oraz zdolności adaptacyjne grochu zależą od wielu czynników egzo- i endogennych. Zwiększone zdolności roślin do efektywnej asymilacji  $CO_2$  oraz efektywnego wykorzystania energii promienistej, wody i mineralnych zasobów gleby w formowaniu masy nasion w mniej sprzyjających warunkach siedliska uprawowego są decydujące. Równocześnie notowane różnice w aktywności bakterii *Rhizobium* (aktywności nitrogenazy), efektywności procesu wiązania  $N_2$  atmosferycznego oraz wzorach dystrybucji/translokacji pobranego/zakumulowanego N i P do części generatywnych, mają istotne znaczenie dla jakości plonu i zawartości białka i P w nasionach.

Przeprowadzono także badania molekularne, które zidentyfikowały ekspresję dwóch *de novo* wykrytych genów (gen PsCam51614, Photosystem II oxygen evolving complex protein PsbP, oraz gen PsCam58177, Oxygen-evolving enhancer protein 3) związanych z fo-

tosyntezą listowia i efektywnością transpiracji w skali listowia i całego sezonu wegetacyjnego. Ich ekspresja rosła w warunkach zastosowanych stresów. Zmienność i współzależność tej ekspresji z cechami fotosyntetycznymi wskazuje na potencjalną możliwość wykorzystania tych genów w procesie weryfikacji materiałów hodowlanych.

Wyniki przeprowadzonych badań dowodzą, że poziom i jakość plonowania, efektywność wykorzystania zasobów środowiskowych, oraz reakcje badanych odmian grochu siewnego na zróżnicowane i stresowe warunki środowiska, są genotypowo specyficzne. Warto podkreślić, że efekty współdziałania odmiana-nawożenie i odmiana-wilgotność gleby są istotne dla większości analizowanych cech. Duże różnice w sprawności fizjologicznej roślin i ich reakcji na stres są tylko częściowo zależne od typu użytkowego odmiany, architektury łanu, morfologii roślin i typu formowanych liści, a prawdopodobnie także od „historii” hodowli poszczególnych odmian i świadomej (lub nie-) presji selekcyjnej w czasie ich doboru. Tradycyjnie ulistnione, zwykle pastewne odmiany cechują się zwiększoną aktywnością fotosyntetyczną, efektywnością wiązania  $N_2$  atmosferycznego i efektywnością wykorzystania energii promienistej. Jadalne, wąsolistne odmiany są zwykle odporniejsze na stresse, nieco stabilniejsze w plonowaniu i efektywniej wykorzystujące N i P w formowaniu plonu, co zwykle negatywnie koreluje z zawartością białka (N) w ich nasionach. Zidentyfikowano odmiany (jadalna Batuta i pastewny Hubal) wyróżniające się fizjologiczną sprawnością, stabilnością plonowania i odpornością na stres. Materiały te mogą być atrakcyjnym źródłem genów fizjologicznej sprawności i odporności na stres.

### **Stosunki troficzne w roślinie i ich wpływ na równowagę hormonalną oraz aborcję kwiatów.**

Równowagę troficzną regulowano poprzez usunięcie 50% liści, jako producentów asymilatów, lub 50% kwiatów, jako konsumentów energii, a następnie porównano wybrane parametry składu chemicznego kwiatów

pozostających na roślinach, oraz wykonano analizę plonu. Stwierdzono, że u wszystkich badanych gatunków usunięcie liści obniżyło procent kwiatów zawiązujących strąki, a usunięcie części kwiatów zwiększyło ten wskaźnik nawet o 50%. Aborcja konkretnych kwiatów nie wynika więc z ich uszkodzeń, czy wad rozwojowych.

Procent aborcji kwiatów zależy od wartości stosunku stężeń ABA/IAA. Groch charakteryzuje się niską aborcją kwiatów (około 35%) i wartością ABA/IAA około 11, podczas gdy u łubinu żółtego wskaźnikowi aborcji kwiatów w około 65% towarzyszy wartość stosunku ABA/IAA około 82.

### **Opracowanie prostej metody wyznaczania udziału azotu pochodzącego z biologicznego wiązania.**

Rośliny uprawiano w podłożu z dodatkiem  $(^{15}NH_4)_2SO_4$ . Wszystkie uprawiane rośliny miały jednakową, podwyższoną zawartość  $^{15}N$ , natomiast u roślin strączkowych podwyższenie to było mniejsze, ponieważ brodawki wiązały azot atmosferyczny o normalnej proporcji  $^{14}N/^{15}N$ . Pozwoliło to oszacować, ile procent biogenych związków azotu powstało poprzez pobieranie przez brodawki.

Zasada metody jest następująca: wyznaczono dwa skrajne obiekty modelowe: dowolne rośliny, rosnące na glebie bez dodatku  $^{15}N$ , w których wartość stosunku  $^{15}N/^{14}N$  była najmniejsza, oraz rośliny „nie motylkowe”, rosnące na glebie z dodatkiem soli z  $^{15}N$ , gdzie wartość  $^{15}N/^{14}N$  była największa.

Analiza roślin motylkowych, rosnących na glebie z dodatkiem soli, z ciężkim izotopem azotu, dostarcza wartości pośrednich pomiędzy opisanymi skrajnymi wartościami. Wówczas można zastosować znany w chemii wzór, z którego wylicza się stężenie roztworu uzyskanego po zmieszaniu w określonej proporcji dwóch roztworów o różnych stężeniach, dla określenia procentu azotu pochodzącego z biologicznego wiązania.

W badanych próbkach nasion stwierdzono, że biologiczne wiązanie azotu stanowiło średnio około 80% azotu obecnego w tych organach. Łubiny, biały i żółty, charakteryzowały się większym udziałem biologicznego wiązania azotu (średnio 88,2%), a groch i łubin wąskolistny, średnio o 71,2%. Soja odmiany Petrina wykazała wartość pośrednią (77,4%).

### **Wpływ stymulatorów wzrostu roślin (Asahi, roztwór metanolu, rozpuszczalny kwas krzemowy) na plonowanie łubinu żółtego i wąskolistnego.**

Największy przyrost masy nasion nastąpił po oprysku kwitnących roślin roztworem preparatu Asahi, u odmian łubinu żółtego wielkość masy nasion wynosiła średnio 219% form kontrolnych, zaś u odmian łubinu wąskolistnego 204% form kontrolnych.

Mniejszy, ale też istotny, wzrost masy nasion nastąpił u roślin opryskanych roztworem rozpuszczalnego krzemianu. U łubinu żółtego wielkość masy nasion wynosiła średnio 156% form kontrolnych, zaś u łubinu wąskolistnego 126% form kontrolnych. Związek ten jest nieszkodliwy i łatwy w produkcji.

Metanol zwiększył plon na granicy istotności. U łubinu żółtego masa nasion stanowiła średnio 115% form kontrolnych, zaś u łubinu wąskolistnego 120% form kontrolnych. Metanol jest lotny i zastosowany wieczorem nie szkodzi pszczołom i innym pożytecznym owadom.

Potwierdzenie powyższych wyników w doświadczeniach łanowych i zastosowanie w praktyce może przyczynić się do zwiększenia stabilności plonowania roślin strączkowych.

## **Zrealizowane publikacje**

### **Prace naukowe**

#### **2016**

1. Glazińska P., Kulasek M., Grzeca M., Wojciechowski W., Marciniak K., Wilmowicz E., Kopcewicz J. *Udział niskocząsteczkowych regulatorowych RNA (siRNA i miRNA) w regulacji szlaku transdukcji sygnału auksyn.* Kosmos. Problemy nauk biologicznych, 2016, 65(3): 399-410.
2. Wilmowicz E., Frankowski K., Kućko A., Świdziński M., Alché J. de D., Nowakowska A., Kopcewicz J. The influence of abscisic acid on ethylene biosynthesis pathway in the functioning of flower abscission zone in *Lupinus luteus*. *Journal of Plant Physiology*, 2016, 206: 49-58. DOI 10.1016/j.jplph.2016.08.018.

#### **2017**

3. Frankowski K., Kućko A., Zienkiewicz A., Zienkiewicz K., Alche J., Kopcewicz J., Wilmowicz E. Ethylene-dependent effects on generative organ abscission of *Lupinus luteus*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 2017, 86(1), DOI: 10.5586/asbp.3540.
4. Gawłowska M., Święcicki W., Lahuta L., Kaczmarek Z., Raffinose family oligosaccharides in seeds of *Pisum* wild taxa, type lines for seed genes, domesticated and advanced breeding materials. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2017, 64:569-578; doi: 10.1007/s10722-016-0384-1
5. Glazińska P., Wojciechowski W., Kulasek M., Glinkowski W., Marciniak K., Klajn N., Kęsy J., Kopcewicz J. De novo transcriptome profiling of flowers, flower pedicels and pods of *Lupinus luteus* (yellow lupine) reveals complex expression changes during organ abscission. *Frontiers in Plant Science*, 2017, 8 (641): 1-29.
6. Lahuta L.B., Ciak M., Rybiński W., Bocianowski J., Börner A.). Diversity of the composition and content of soluble carbohydrates in seeds of the genus *Vicia* (Leguminosae). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2017, DOI: 10.1007/s10722-017-0552-y.

## 2018

7. Góryniewicz B., Święcicki W., Pilarczyk W., Mikulski W. Correlation of seed yield and its components and chlorophyll fluorescence parameters in the narrow leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). In: Brazauskas G., Statkevičiūtė G., Jonavičienė K. (Eds): Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics., Springer International Publishing AG, Part of Springer Nature. 2018: 191-195  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-89578-935-ttps://www.springer.com/gp/book/9783319895772>
8. Marciniak K., Kućko A., Wilmowicz E., Świdziński M., Przedniczek K., Kopcewicz J. Gibberellic acid affects the functioning of the flower abscission zone in *Lupinus luteus* via cooperation with the ethylene precursor independently of abscisic acid. Journal of Plant Physiology 2018, 229:170-174, DOI: 10.1016/j.jplph.07.014
9. Ogrodowicz P., Surma M., Adamski T., Kaczmarek Z., Święcicki W.K., Stopyra P., Kuczyńska A., Krystkowiak K., Mikołajczak K. Effects of temperature on growth during *in vitro* embryo culture of field bean (*Vicia faba* var. *minor* L.). In: Brazauskas G., Statkevičiūtė G., Jonavičienė K. (Eds): Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics, Springer International Publishing AG, Part of Springer Nature. 2018: 51-55.
10. Płażek A., Dubert F., Kopeć P., Dziurka M., Kalandyk A., Pastuszak J., Waligórski P., Wolko B. Long-term effects of cold on growth, development and yield of narrow-leaf lupine may be alleviated by seed hydropriming or butenolide. International Journal of Molecular Sciences, 2018, 19: 2416; doi:10.3390/ijms19082416
11. Wilmowicz E., Kućko A., Ostrowski M., Panek K. *INFLORESCENCE DEFICIENT IN ABSCISSION-like* is an abscission-associated and phytohormone-regulated gene in flower separation of *Lupinus luteus*. Plant Growth Regulation: 1-10 + electronic suppl. Material: 2018, 1-7, DOI: 10.1007/s10725-018-0375-7

## 2019

12. Glazińska P., Kulasek M., Glinkowski W., Wojciechowski W., Kosiński J. Integrated Analysis of Small RNA, Transcriptome and Degradome Sequencing Provides New Insights into Floral Development and Abscission in Yellow Lupine (*Lupinus luteus* L.). International Journal of Molecular Sciences 2019: 1-40, 5122; OI:10.3390/ijms20205122.
13. Kroc M., Czepiel K., Wilczura P., Mokrzycka M., Swiecicki W. Development and validation of a gene-targeted dCAPS marker for marker-assisted selection of low-alkaloid content in seeds of narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). Genes, 2019, 10: 428. DOI: 2073-4425/10/6/428,
14. Kroc M., Koczyk G., Kamel K., Czepiel K., Fedorowicz-Strońska O., Krajewski P., Kosińska J., Podkowiński J., Wilczura P., Święcicki W. Transcriptome-derived investigation of biosynthesis of quinolizidine alkaloids in narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.) highlights candidate genes linked to *iucundus* locus. Scientific Reports 2019, 9(1): 2231. DOI: 10.1038/s41598-018-37701-5.
15. Kućko A., Smoliński D., Wilmowicz E., Florkiewicz A., Alché Juan de Dios. Spatio-temporal localization of LIBOP following early events of floral abscission in yellow lupine. Protoplasma, 2019, 256: 1173-1183.
16. Kućko A., Wilmowicz E., Ostrowski M. Spatio-temporal IAA gradient is determined by interactions with ET and governs flower abscission. Journal of Plant Physiology, 2019, 236:51-60.
17. Kulasek M., Kęsy J., Glazińska P. miRNA narzędziem do optymalizacji plonowania roślin uprawnych. Kosmos, Problemy Nauk Biologicznych, 2019, 68: 167-183.
18. Marciniak K., Przedniczek K. Comprehensive Insight into Gibberellin- and Jasmonate-Mediated Stamen Development. Genes, 2019, 10: 1-28. DOI:10.3390/genes10100811.
19. Święcicki W., Czepiel K., Wilczura P., Barzyk P., Kaczmarek Z., Kroc M. Chromatographic fingerprinting of the Old World Lupins seed alkaloids: a supplemental tool in species discrimination. Plants, 2019, 8, 548, DOI: 2223-7747/8/12/548.

20. Wilmowicz E., Kućko A., Burchardt S., Przywieczerski T. Molecular and Hormonal Aspects of Drought-Triggered Flower Shedding in Yellow Lupine. *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, 20(15), 3731. DOI: 10.3390/ijms20153731.

## 2020

21. Glazińska P., Kulasek M., Glinkowski W., Wysocka M., Kosiński J.G. LuluDB – the database created based on small RNA, transcriptome, and degradome sequencing shows the wide landscape of non-coding and coding RNA in yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) flowers and pods. *Frontiers in Genetics*, 2020, 11: 1-16. DOI: 10.3389/fgene.2020.00455,

22. Marciniak K., Przedniczek K. Gibberellin signaling repressor *LIDELLA1* controls the flower and pod development of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.). *International Journal of Molecular Sciences*, 2020, 21: 1815.

DOI: 10.3390/ijms21051815,

## Materiały konferencyjne

### 2016

1. Ciak M., Szablińska J., Lahuta L. Zmiany w profilu metabolicznym siewek grochu (*Pisum sativum* L.) podczas stresu osmotycznego. Materiały Konferencyjne „57 Zjazd Polskiego Towarzystwa Botanicznego. Botanika – tradycja i nowoczesność 27.06-03.07.2016, Lublin: 60-61.

2. Klajn N., Wojciechowski W., Glazińska P., Banach M., Kulasek M., Kopcewicz J., Tretyn A. Identification of coding sequences seed storage proteins of yellow lupine (*Lupinus luteus*). V Polski Kongres Genetyki, 19-22 września 2016, Łódź: 129.

3. Knopkiewicz M., Gawłowska M., Boros L., Fondavilla S., Rubiales D., Świącicki W. Identification of quantitative trait loci associated with resistance to ascochyta blight disease in [P665xMessire] and [Wt10245xWt11238] pea (*Pisum sativum* L.) map-

ping populations. W: IV International Ascochyta Workshop Proceedings, 10-11th October, Tróia, Portugal, 2016: 18.

4. Kroc M., Górnyczyk B., Świącicki W. Seed yield stability assessment and QTL mapping for yield-related traits in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). The 2<sup>nd</sup> International Legume Society Conference, Legumes for a sustainable World, 12-14 October 2016, Troia, Portugal, P139 – S14: 260.

5. Lahuta L.B., Górecki R.J., Szablińska J., Ciak M., Świącicki W., Rybiński W. GC as a valuable method for dissection of differences in  $\alpha$ -D-galactosides composition and content in legumes germplasm collections. 18<sup>th</sup> International Symposium on Advances in Extraction Technologies & 22<sup>nd</sup> International Symposium on Separation Sciences, Toruń 3-6 July 2016: 161.

6. Ratajczak D., Gawłowska M., Górny A.G., Świącicki W.K. Efficiency of water, nitrogen and phosphorus utilization in field peas under varied soil resource supply. Plant Biology Europe EPSO/FESPB, Praha, Czech, 2016, ID926.

7. Wilmowicz E., Kućko A., Panek K., Marciniak K., Gardzikowska A., Kopcewicz J. Identification and profiling LIIDA gene expression in the flower abscission zone of *Lupinus luteus*. V Polski Kongres Genetyki, Łódź, 19-22 09, 2016: 300.

8. Zabrocka-Nowakowska B., Kućko A., Panek K., Sztendel P., Wilmowicz E. Interakcje kwasu abscyynowego i etylenu w odcinaniu kwiatów *Lupinus luteus*. V Konferencja Biologii Molekularnej, Uniwersytet Łódzki, 7-9, 04, 2016: 169-170

### 2017

9. Czepiel K., Koczyk G., Świącicki W., Kroc M. Sekwencjonowanie transkryptomu łubinu białego (*Lupinus albus* L.), w celu identyfikacji genów zaangażowanych w biosyntezę alkaloidów. RNA-seq towards identification of genes involved in the quinozidine alkaloid biosynthesis pathway in white lupin (*Lupinus albus* L.). Konferencja międzynarodowa PTŁ „Znaczenie łubinu dla bioróżnorodności”, Wrocław-Pawłowice, 24-25.04.2017:76.

10. Durska A., Gawłowska M., Świącicki W., Boros L., Wawer A. Identification of *Pisum sativum* L. genes differentially expressed in resistance reaction to *Didymella pinodes* – preliminary results. 6th Central European Congress of Life Sciences EUROBIOTECH 2017, Kraków, 11-14.09.2017:119.
11. Glazińska P., Wojciechowski W., Kulasek M., Glinkowski W., Kopcewicz J. Identification of cDNA sequences and accumulation pattern of AG010, pre-miR166 and HD-ZIPIII homologs based on the RNA-seq analysis of abscised and maintained generative organs in yellow lupine (*Lupinus luteus* L.). IGC Symposium, Plant RNA Biology, 27-28.09.2017, Oeiras, Portugal [S.l. : s.n.], 201:48.
12. Glazińska P., Wojciechowski W., Kulasek M., Klajn N., Glinkowski W., Kopcewicz J. Identification of miRNA precursors differentially expressed during generative organ abscission in yellow lupine based on the RNA-seq analysis. 8th Conference of the Polish Society of Experimental Plant Biology, Białystok, Poland, 12-15.09.2017, communication in plants: from cell to environment/eds.: Ciereszko I., Bajguz A. [S.l.,s.n.], 2017: 80.
13. Glinkowski W., Kulasek M., Wojciechowski W., Jaworski K., Glazińska P. Identification and characterization of various precursors of miR169 expressed in yellow lupine based on RNA-seq. IGC Symposium 2017: Plant RNA Biology, 27-28.09.2017, Oeiras, Portugal [S.l. : s.n.], 201: 49.
14. Górynowicz B., Świącicki W., Pilarczyk W., Mikulski W. Correlation of seed yield and its components and chlorophyll fluorescence parameters in the narrow leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). Breeding Grasses and protein crops in the era of genomics, Book of Abstracts of the Joint Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses and Protein Crops Working Group of Oil and Protein Crops Section, Vilnius, Lietuva, 11-14.09.2017: 53.
15. Górynowicz B., Świącicki W., Pilarczyk W., Mikulski W. Zależność plonu nasion i jego komponentów od parametrów fluorescencji chlorofilu. XI Sympozjum „Genetyka Ilościowa Roślin Uprawnych”, Świeradów-Zdrój, 6-9.06.2017:19-20.
16. Górynowicz B., Świącicki W., Pilarczyk W., Mikulski W. Zmienność parametrów fluorescencji chlorofilu u łubinu wąskolistnego. Konferencja międzynarodowa PTŁ „Znaczenie łubinu dla bioróżnorodności”, Wrocław-Pawłowice, 24–25.04.2017: 79.
17. Klajn N., Wojciechowski W., Glazińska P., Kopcewicz J., Tretyn A. Identification of coding sequences of PICKLE (PKL) gene in yellow lupine (*Lupinus luteus*). 8th Conference of the Polish Society of Experimental Plant Biology, Białystok, Poland, 12-15.09.2017, communication in plants: from cell to environment/eds.: Ciereszko I., Bajguz A. [S.l. : s.n.], 2017: 200.
18. Klajn N., Wojciechowski W., Glazińska P., Kopcewicz J., Tretyn A. Identyfikacja cDNA genów kodujących czynniki transkrypcyjne ABI i FUS w w transkryptomach *Lupinus luteus*. VII Kopernikańskie Sympozjum Studentów Nauk Przyrodniczych, III Toruńskie Sympozjum Doktorantów Nauk Przyrodniczych, 1-2.04.2017, UMK Toruń: 93.
19. Kroc M., Koczyk G., Kamel K., Fedorowicz-Strońska O., Świącicki W. Identification of genes involved in the alkaloid biosynthesis pathway in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.) on the basis of transcriptome sequencing. 8th International Conference on Legume Genetics and Genomics (ICLGG), Siófok, Hungary, 2017: 18
20. Kulasek M., Glazińska P., Glinkowski W., Kęsy J., Kopcewicz J. Elementy szlaku transdukcji sygnału auksyn jako regulatory rozwoju kwiatu łubinu żółtego. VII Kopernikańskie Sympozjum Studentów Nauk Przyrodniczych, III Toruńskie Sympozjum Doktorantów Nauk Przyrodniczych, 1-2.04.2017, red. Sykuła M. UMK Toruń, 2017: 98.
21. Kulasek M., Glazińska P., Kęsy J., Kopcewicz J. Modulacja szlaku transdukcji sygnału auksyn jako potencjalna metoda zwiększenia plonowania łubinu żółtego. XIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa pod honorowym patronatem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych”, Zakopane, 30.01-3.02.2017: 239.
22. Kulasek M., Rezulak A., Glinkowski W., Kęsy J., Glazińska P. Expression of Auxin Response Factors (ARF) ARF2, ARF3, ARF4 changes over space and time in

- yellow lupine. 8 Międzynarodowa Konferencja Polskiego Towarzystwa Biologii Eksperymentalnej Roślin, Białystok, 12.09-15.09.2017: 41.
23. Lahuta L.B., Szablińska J., Ciak M. Oligosacharydy rodziny rafinozy i galaktozylocyklitole w nasionach łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) i łubinu białego (*L. albus* L.). XIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa pod honorowym patronatem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych”, Zakopane, 30.01-3.02.2017: 241-242.
24. Ogrodowicz P., Surma M., Adamski T., Kaczmarek Z., Świącicki W.K., Stopyra P., Kuczyńska A., Krystkowiak K., Mikołajczak K. Effects of temperature on growth during in vitro embryo culture of field bean (*Vicia faba* var. *minor* L.). Breeding Grasses and protein crops in the era of genomics, Book of Abstracts of the Joint Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses and Protein Crops Working Group of Oil and Protein Crops Section, Vilnius, Lietuva, 11-14.09.2017: 24.
25. Surma M., Adamski T., Kaczmarek Z., Świącicki W. K., Kuczyńska A., Ogrodowicz P., Krystkowiak K., Mikołajczak K., Barzyk P. Analiza biometryczna rozwoju zarodków łubinu białego w kulturze in vitro. XI Sympozjum „Genetyka Ilościowa Roślin Uprawnych”, Świeradów-Zdrój, 6-9.06.2017: 15.
26. Ślusarkiewicz-Jarzina A., Wojciechowicz M.K., Pudelska H. Poszukiwanie nowej zmienności genetycznej w obrębie rodzajów *Lupinus*, *Pisum* i *Vicia* – krzyżowania oddalone i androgeneza. Sympozjum Naukowe „Zasoby genowe roślin użytkowych na rzecz hodowli”, Kazimierz Dolny, 6-8.09.2017: 103.
27. Wilmowicz E., Kućko A., Marciniak K., Wolska M., Kopcewicz J. Hormonalna i molekularna regulacja odcinania kwiatów u łubinu żółtego. XIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa pod honorowym patronatem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych”, Zakopane, 30.01-3.02.2017: 72.
28. Wojciechowski W., Klajn N., Glazińska P., Banach M., Kęsy J., Kopcewicz J. The impact of GA and ABA on LIFLD-like expression in vegetative organs of *Lupinus luteus*. 8th Conference of the Polish Society of Experimental Plant Biology, Białystok, Poland, 12-15.09.2017, communication in plants: from cell to environment/eds.: Ciereszko I., Bajguz A. [S.l. : s.n.], 2017: 208.
- ## 2018
29. Ciak M., Szablinska J., Lahuta L.B. (2018). Metabolite profile changes in pea seedlings during the reaction to short-term cold stress. Materiały konferencyjne w: 11th International conference Plant functioning under environmental stress, Cracow September 12-15.2018: 59.
30. Florkiewicz A., Kućko A., Panek K., Wilmowicz E. Prekursor etylenu cząsteczką sygnałową u roślin? Badania i rozwój młodych naukowców w Polsce, Młodzi Naukowcy, Poznań, 2018: 34.
31. Florkiewicz A., Panek K., Kućko A., Czeszewska-Rosiak G., Wilmowicz E. Identyfikacja markerów genetycznych umożliwiających określenie wpływu suszy na plonowanie roślin wysokobiałkowych. VIII Kopernikańskie Sympozjum Studentów Nauk Przyrodniczych, IV Toruńskie Sympozjum Doktorantów Nauk Przyrodniczych, Toruń, 24-25.03.2018: 87.
32. Florkiewicz A., Panek K., Kućko A., Wolska M., Wilmowicz E. Udział etylenu i kwasu absycynowego w kontroli nodulacji roślin motylkowatych (*Fabaceae*). VIII Kopernikańskie Sympozjum Studentów Nauk Przyrodniczych, IV Toruńskie Sympozjum Doktorantów Nauk Przyrodniczych, Toruń, 24-25.03.2018: 88.
33. Gawłowska M., Durska A., Świącicki W., Boros L., Wawer A. Identification of genes differentially expressed in resistance reaction to *Didymella pinodes* in *Pisum sativum* L. field experiment. 6th Plant Genomics & Gene Editing Congress and Partnerships in Biocontrol, Biostimulants & Microbiome: Europe. Rotterdam, 14-15.05.2018: 18.
34. Górny A.G., Ratajczak D., Gawłowska M., Świącicki W.K. Ocena zmienności i selekcja dawców fizjologicznej efektywności i tolerancji stresu w krajowej kolekcji grochu. Variation estimation and donors se-

- lection of physiological effectiveness and stress tolerance in the domestic *Pisum* collection. Konferencja naukowa „Charakterystyka zasobów genowych dla hodowli roślin”, 18-21.09.2018, Karpacz. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 2018, 283: 111-112.
35. Górnyczyk B., Święcicki W., Pilarczyk W., Mikulski W. The variability of the chlorophyll fluorescence parameters and their relationship with the seed yield and its components in the narrow leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). 48th International Biometrical Colloquium in Honour of the 90th Birthday of Professor Tadeusz Caliński and VI Polish – Portuguese Workshop on Biometry, Szamotuły, September 9-13, 2018: 17-18.
36. Klajn N., Wojciechowski W., Glazińska P., Kęsy J. The effect of drought on the expression of genes regulating the seed filling phase (PKL, ABI3) in yellow lupine (*Lupinus luteus*). W: Plant functioning under environmental stress: 11th International Conference, September 12-15, 2018, Cracow, Poland: book of abstracts. Cracow: Instytut Fizjologii Roślin im. F. Górskiego PAN, 2018: 73.
37. Kroc M., Czepiel K., Koczyk G., Święcicki W. *Lupinus albus* and *Lupinus luteus* transcriptome sequencing, towards identification of genes involved in quinozidine alkaloid biosynthesis. 6th Plant Genomics & Gene Editing Congress and Partnerships in Biocontrol, Biostimulants & Microbiome: Europe. Rotterdam, 14-15.05.2018: 38.
38. Kućko A., Alché Juan de Dios, Smoliński D.J., Wilmo-wicz E. Floral abscission zone functioning in yellow lupine is associated with concomitant changes in the spatio-temporal localization of *LIBOP* transcript. SPA-OM2018: Spanish Portuguese Meeting for Advanced Optical Microscopy, Parque de las Ciencias, Granada, Spain, Granada: Red Española de Microscopía Óptica Avanzada, 24-26 October 2018: 71.
39. Lahuta L.B., Ciak M., Szablińska M., Pluskota W.E. Accumulation of raffinose family oligosaccharides in maturing seeds of pea (*Pisum sativum* L.). Mat. Konf. „Rośliny, Zwierzęta, Człowiek”, Acta Biologica Cracoviensia, Olsztyn, 23-25.05.2018, (60) 1: 63.
40. Mikołajczak K., Kuczyńska A., Ogrodowicz P., Kaczmarek Z., Ćwiek-Kupczyńska H., Surma M., Adamski T., Święcicki W.K., Barzyk P., Trzeciak R., Kempa M. In vitro culture of white lupin embryos for shortening the generation cycles in the production of homozygous lines by single seed descent technique. XV Ogólnopolska Konferencja Kultur In Vitro i Biotechnologii Roślin „Biotechnologiczne wykorzystanie zmienności w warunkach kultur in vitro”, BioTechnologia, Rogów, 17–20.09.2018, 99(3): 285.
41. Przedniczek K., Marciniak K., Wilmo-wicz E., Tretyn A., Kopcewicz J. Rola giberelin w regulacji dystrybucji związków pokarmowych. Ogólnopolska Konferencja Młodych Naukowców, Poznań, 7 maja 2018: 76.
42. Szablińska J., Ciak M., Lahuta L.B. Accumulation of galactinol and raffinose in pea seedlings in response to cold stress. Materiały konferencyjne w: “11th International conference Plant functioning under environmental stress”, Cracow, Poland, September 12-15.2018: 93.
43. Ślusarkiewicz-Jarzina A., Wojciechowicz M.K., Pudelska H., Kuczyńska A. Intergeneric crosses of selected legumes through the *in vitro* ovary culture. XV Ogólnopolska Konferencja Kultur In Vitro i Biotechnologii Roślin „Biotechnologiczne wykorzystanie zmienności w warunkach kultur in vitro”, BioTechnologia, Rogów 17–20.09.2018, 99(3): 275.
44. Wojciechowski W., Klajn N., Glazińska P., Kęsy J. The influence of drought on transcriptional activity of selected genes encoding storage proteins in seeds of yellow lupin (*Lupinus luteus*). W: Plant functioning under environmental stress: 11th International Conference, Cracow, Poland, September 12-15, 2018: 158.

## 2019

45. Adamski T., Barzyk P., Ćwiek-Kupczyńska H., Mikołajczak K., Kuczyńska A., Ogrodowicz P., Surma M., Święcicki W.K., Trzeciak R. Biotechnological approach to creation of new pea cultivars with target features. The European Conference on Crop Diversification, Budapest, 18-21 September 2019: 203-204.

46. Burchardt S., Przywieczerski T., Florkiewicz A., Kućko A., Wolska M., Panek K., Wilmowicz E. The functioning of root nodules in yellow lupine depends on drought stress. National Scientific Conference "Science and Young Researchers" III edition, Łódź, June 15, 2019: 50.
47. Burchardt S., Przywieczerski T., Florkiewicz A., Panek K., Wolska M., Wilmowicz E. The role of catalase in the functioning of the abscission zone in *Lupinus luteus*. III edition: national scientific conference, Toruń, January 19, 2019: 26.
48. Florkiewicz A., Przywieczerski T., Burchardt S., Kućko A., Wolska M., Panek K., Wilmowicz E. MAPK kinases in regulating flower abscission in yellow lupine (*Lupinus luteus* L.). III edition: national scientific conference, Toruń, January 19, 2019: 26.
49. Florkiewicz A., Przywieczerski T., Burchardt S., Kućko A., Wolska M., Panek K., Wilmowicz E. The effect of the EPIP peptide on the flower separation processes. National Scientific Conference "Science and Young Researchers" III edition, Łódź, June 15, 2019: 51
50. Gawłowska M., Świącicki W., Lahuta L., Pluskota W., Pluskota M. Analiza ekspresji genów szlaku syntezy oligosacharydów w odmianach grochu (*Pisum sativum* L.) nisko- i wysokooligosacharydowych". IV Ogólnopolska Konferencja „Genetyka i Genomika w Doskonaleniu Roślin Uprawnych – Od rośliny modelowej do nowej odmiany”, Poznań, 5-7 listopad 2019: 29.
51. Glazińska P., Kulasek M., Glinkowski W., Klajn N., Wojciechowski W. Integrated analysis small RNA and degradome sequencing reveal the role of miRNA, phased siRNAs and their target genes in flower development and abscission in yellow lupine (*Lupinus luteus* L.). 9<sup>th</sup> Conference of the Polish Society of Experimental Plant Biology, 9-12 September 2019: 61.
52. Glazińska P., Kulasek M., Glinkowski W., Klajn N., Wojciechowski W. RNA-seq and RT-qPCR analysis reveal the involvement of precursor and mature miR169 in flower development and abscission in yellow lupine. Third International Legume Society Conference ILS3, Poznań, May 21-24, 2019: 101.
53. Glinkowski W., Glazińska P., Jaworski K., Kulasek M. How high-throughput sequencing techniques allow researchers to gain a deeper understanding of plant processes, on the example of transcriptome analysis of yellow lupine (*Lupinus luteus*). 9<sup>th</sup> Conference of the Polish Society of Experimental Plant Biology, 9-12 September 2019: 37.
54. Góryniewicz B., Świącicki W. The variability of the chlorophyll fluorescence parameters, the chlorophyll content, the leaf water potential and their relationship with seed yield of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). 3rd International Legume Society Conference (ILS 3), Poznań, 21-24 May 2019: 111.
55. Kotarski D., Andzińska A., Przedniczek K., Marciniak K. Flowering time in legumes. 5<sup>th</sup> International Conference of Cell Biology, Kraków, May 10-12, 2019: 205.
56. Kroc M., Czepiel K., Wilczura P., Mokrzycka M., Świącicki W. Opracowanie markera molekularnego użytecznego w selekcji hodowlanej linii niskoalkaloidowych łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.). IV Ogólnopolska Konferencja „Genetyka i Genomika w Doskonaleniu Roślin Uprawnych – Od rośliny modelowej do nowej odmiany”, Poznań, 5-7 listopada 2019: 32.
57. Kroc K. Czepiel K., Wilczura P., Koczyk G., Świącicki W. Alkaloid biosynthesis in lupins. 3rd International Legume Society Conference (ILS 3), Poznań, 21-24 May 2019: 56.
58. Kulasek M., Glinkowski W., Kęsy J., Glazińska P. Flowers under construction. Transcriptome-wide exploration of genes involved in late flower development in yellow lupine (*Lupinus luteus* L.). Third International Legume Society Conference ILS3, Poznań, May 21-24, 2019: 174.
59. Kulasek M., Glinkowski W., Kęsy J., Glazińska P. The auxin orchestra. Transcriptome-wide identification of genes encoding elements of auxin signal transduction pathway in yellow lupine flowers. 9<sup>th</sup> Conference of the Polish Society of Experimental Plant Biology, 9-12 September 2019: 167.
60. Lahuta L.B., Ciak M., Szablińska J. Metabolite profiling of pea (*Pisum sativum* L.) seeds during accelerated ageing revealed accumulation of sugar alcohols and sugar acids. 3rd International Legume Society Conference (ILS 3), Poznań, 21-24 May 2019: 103.

61. Marciniak K., Przedniczek K., Andzińska A. Kopcewicz J. Tissue and cellular localization of jasmonic acid during late stamen development of yellow lupine. Third International Legume Society Conference ILS3, Poznań, May 21-24, 2019: 177.
62. Przedniczek K., Kotarski D., Marciniak K. Powstawanie, rozwój i funkcjonowanie pręcików u roślin. IX Ogólnokrajowa Konferencja Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój, Poznań, 8, 04, 2019: 76-82.
63. Przedniczek K., Kotarski D., Tretyn A. Marciniak K. Late stamen development of *Lupinus luteus* involves both cell differentiation and degeneration processes. Third International Legume Society Conference ILS3, Poznań, 21-24, 05, 2019: 179.
64. Przedniczek K., Tretyn A., Marciniak K. Transcriptome analysis of jasmonic acid-induced gene expression during late stamen development of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.). 9<sup>th</sup> Conference of the Polish Society of Experimental Plant Biology, 9-12 September 2019: 175.
65. Przywieczerski T., Burchardt S., Florkiewicz A., Kućko A., Kużaj M., Wilmowicz E. Cellular and molecular changes occurring in the flower abscission zone in yellow lupine under drought. III edition: national scientific conference, Toruń, January 19, 2019: 52.

## 2020

66. Przedniczek K., Marciniak K. Wpływ stresu suszy na rozwój pręcików u roślin. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce 2020: 45.



### 3.2. OBSZAR BADAWCZY 3

#### Agrotechniczne sposoby zwiększenia wykorzystania potencjału biologicznego roślin strączkowych w aspekcie efektów produkcyjnych, środowiskowych i ekonomicznych.

**Cel:** opracowanie dla praktyki rolniczej naukowych podstaw z zakresu agrotechniki roślin strączkowych, opartych na nowych technologiach uprawy, wpływających na większe wykorzystanie potencjału biologicznego roślin strączkowych, opłacalność uprawy, a w konsekwencji sprzyjających zwiększeniu powierzchni uprawy w kraju i prowadzącego do ograniczenia importu poekstrakcyjnej śruty sojowej.

**Wykonawca:** Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.

W celu realizacji przyjętych założeń w obszarze 3 zaplanowano 6 zadań, które przeprowadzono we współpracy z 6 jednostkami naukowymi oraz 2 jednostkami Hodowli Roślin.

#### Współpraca w ramach poszczególnych zadań:

- Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy (UTP Bydgoszcz) (zad. 3.3, 3.5, 3.6),
- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (UWM Olsztyn) (zad. 3.3, 3.4, 3.6),
- Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, (IUNG PIB Puławy) (zad. 3.3, 3.5, 3.6),
- Uniwersytet Rzeszowski (UR Rzeszów) (zad. 3.3, 3.6),
- Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach (UPH Siedlce) (zad. 3.1),
- Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu (UP Wrocław) (zad. 3.3, 3.6),
- Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o., Grupa IHAR, Oddział w Przebędowie (HR Roślin Smolice Oddz. Przebędowo) (zad. 3.1),
- Danko Hodowla Roślin Sp. z o.o. z/s w Choryni (HR Danko) (zad. 3.6).

Cel główny obszaru 3 zrealizowano zgodnie z założonymi celami szczegółowymi w ramach 6 zadań. W latach 2016-2020 przeprowadzono liczne prace doświadczalne, które pozwoliły ocenić wiele aspektów ważnych z punktu widzenia agrotechniki upraw roślin strączkowych. Wśród nich badany był wpływ uprawy roślin strączkowych na plonowanie roślin następczych, reakcja roślin strączkowych na stanowisko, sposób uprawy roli, krótko i długotrwałe uproszczenia w uprawie roli, uprawa konserwująca, zróżnicowane rozmieszczenie roślin w łanie, szczepienie nasion, stosowanie bioregulatorów, oceniano możliwości uprawy form ozimych roślin strączkowych oraz zastosowania hydrożeli w warunkach agroklimatycznych Polski. Poza tradycyjnymi gatunkami roślin strączkowych badaniami objęta była soja, w przypadku której oceniano reakcję wybranych odmian na termin siewu, sposób uprawy oraz nawożenie i szczepienie nasion, w siedmiu regionach kraju (dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, mazowieckim, podkarpackim, warmińsko-mazurskim oraz wielkopolskim).

Wyniki badań przeprowadzonych w latach 2016-2020 pozwoliły na ocenę funkcji plonotwórczej siedliska, w różnych systemach uprawy roślin strączkowych. Oceniono wyniki wiązania azotu cząsteczkowego w kontekście wzbogacania gleby i zastępowania azotowych nawozów mineralnych. Oceniony został wpływ zastosowania bioregulatorów i nawozów nalistnych na produktywność i jakość nasion roślin strączkowych. Przeprowadzono też badanie zależności plonów nasion oraz ilości białka w grochu siewnym, bobiku, łubinie białym oraz soi w zależności od regionu kraju.

W odniesieniu do badań związanych z określeniem ilości azotu pobranego z resztek pozbiorowych, w serii doświadczeń bez dodatkowego nawożenia azotem oce-

niono, że najlepsze stanowisko było po łubinie białym (67,0%) i po soi (22,5%). Badania jednoznacznie wskazują, że wartość roślin strączkowych, niezależnie od wyboru uprawianego gatunku, polega nie tylko na zbiorze plonu nasion ale dzięki wartości nawozowej resztek po zbiorowych oddziałuje na rośliny następcze w danym płodozmianie. Dla przykładu, wykazano, że plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej w drugim roku po strączkowych był najwyższy po soi, a najniższy po bobiku. Nieopłacalne jest dodatkowe nawożenie azotem w sytuacji stosowania w uprawie roślin strączkowych. Z kolei w badaniach nad wpływem rodzajów gleby na plonowanie i jakość nasion uprawianych gatunków łubinu stwierdzono, że najwyższym plonującym gatunkiem na glebie słabej i średniej jest łubin wąskolistny, a na glebie dobrej – łubin biały. Łubin żółty na wszystkich typach gleb plonował gorzej od pozostałych gatunków.

Oceniana była jakość materiału siewnego roślin strączkowych w zależności od wybranych zabiegów agrotechnicznych, warunków pogodowych i czasu przechowywania. W przypadku łubinu w roku o korzystnym przebiegu warunków pogodowych, materiał siewny zachował wysoką wartość siewną po dwóch latach przechowywania, a w roku obfitującym w opady, już po roku przechowywania odnotowano spadek parametrów siewnych. Na jakość zbieranego materiału siewnego miał wpływ również sposób zbioru. W latach o nadmiarze opadów i niekorzystnych warunkach dojrzewania, zbiór kombajnem klawiszowym obniżał zdolność kiełkowania nasion. Przeprowadzone badania nie potwierdziły niekorzystnego wpływu herbicydu kontaktowego, który powoduje wysuszenie i defoliację (dikwatu) na wartość siewną badanych nasion gatunków łubinu. Ponadto, u łubinu wąskolistnego stwierdzono również znaczne zróżnicowanie zdolności kiełkowania w zależności od odmiany. W podsumowaniu należy stwierdzić, że w roku o niekorzystnych warunkach pogodowych można spodziewać się w obrębie gatunku i niektórych odmian łubinu obniżonej jakości pozyskanych nasion, dyskwalifikującej je jako potencjalny materiał siewny.

Kolejnym badanym elementem była ocena plonowania odmian łubinu i grochu na plantacjach nasiennych w zależności od sposobu uprawy roli. Wy-

niki wykazały, że uproszczona uprawa roli wpływała korzystniej na poziom plonowania wszystkich ocenianych gatunków niż tradycyjna uprawa orkowa. System uprawy roli nie różnicował jakości zebranych nasion zarówno pod względem wartości paszowej, jak i wartości siewnej nasion. Spośród trzech gatunków łubinu, łubin biały charakteryzował się najwyższym poziomem plonowania stąd nasuwa się wniosek, że gatunek ten zasługuje na znacznie szersze upowszechnienie w uprawie. Na tym gatunku przeprowadzono też doświadczenia, w których udowodniono, że koinokulacja wpływa na zwiększenie biologicznego wiązania azotu. Najlepsze efekty uzyskano po jednoczesnym szczepieniu *Bradyrhizobium* w torfie z nitraginy wraz z *Pseudomonas fluorescens* lub z *Bacillus subtilis*. Badania te skłaniają do udoskonalania szczepionek stosowanych w praktyce rolniczej dla łubinu białego.

Badania nad wpływem wybranych szczepionek na plonowanie nowych odmian łubinu żółtego i wąskolistnego nie potwierdziły skutecznego działania szczepionek na wielkość plonu nasion badanych odmian zarówno u łubinu żółtego, jak i wąskolistnego, co wskazuje na obecność w glebie naturalnie występujących szczepów bakterii zawiązujących symbiozę z oboma gatunkami łubinów.

Dużą część badań obszaru zajmowały ściśle doświadczenia polowe nad wpływem trwałych uproszczeń. W tym celu wybrano stanowiska, gdzie uproszczenia w uprawach roślin strączkowych stosowane były od 21 lat. Oceniano efekty produkcyjne i ekonomiczne uprawy łubinu białego w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż oraz soi w zmianowaniu z 50% udziałem zbóż. W badaniach wykazano, że w uprawie soi, system uprawy nie różnicował plonu nasion, a w uprawie łubinu białego, nie odnotowano znacznego zróżnicowania pomiędzy plonem nasion uzyskanym na obiektach z uprawą tradycyjną i uproszczoną. Istotne obniżenie plonu nasion w uprawie łubinu białego odnotowano na obiekcie z siewem bezpośrednim w stosunku do uprawy tradycyjnej. Analiza ekonomiczna uprawy łubinu białego wykazała najwyższy dochód rolniczy w uprawie tradycyjnej, najmniej opłacalny okazał się siew bezpośredni. W przypadku uprawy soi, najwyższy dochód rolniczy uzyskano w siewie bezpośrednim. O dochodzie

rolniczym w uprawie soi również decydował poziom jej plonowania, jak i wyższy koszt zakupu materiału siewnego. Z kolei w przypadku bobiku w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż, ocena wpływu trwałego stosowania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy wykazała, że plon nasion bobiku w tradycyjnej, uproszczonej i pasowej uprawie roli kształtował się na zbliżonym poziomie, z tendencją korzystniejszego wpływu pasowej uprawy roli (strip tillage). O różnicach w plonach nasion pomiędzy obiektami uprawowymi zadecydowała głównie obsada roślin przed zbiorem, w mniejszym zaś stopniu pozostałe elementy plonowania.

Wieloletnie doświadczenia pokazały, że po latach stosowania systemów bezorkowych następuje poprawa właściwości fizycznych gleby, czego efektem jest zwiększenie jej wilgotności. Badania potwierdziły przydatność mniej kosztownych bezorkowych sposobów uprawy roli pod bóbik, o czym świadczą uzyskane efekty produkcyjne. Również w uprawie soi, łubinu białego i grochu nie wykazano niekorzystnego wpływu zastosowania krótkotrwałych uproszczeń. Z kolei w badaniach nad oceną wartości przedplonowej roślin strączkowych dla pszenicy ozimej w warunkach krótkotrwałych uproszczeń w uprawie roli, udowodniono, że plon ziarna pszenicy po bobiku, grochu oraz łubinie białym był wyższy o 31,9–35,2% (o 2,09–2,31 t/ha) w porównaniu do jej uprawy po sobie.

Stwierdzono możliwość uprawy pszenżyta ozimego i kukurydzy w pierwszym i drugim roku po łubinie białym w płodozmianie z 75% udziałem zbóż w warunkach stosowania wieloletnich uproszczeń uprawowych. W odniesieniu do uprawy konwencjonalnej, najwyższy przyrost plonowania pszenżyta odnotowano w systemie uprawy uproszczonej, a kukurydzy – w siewie bezpośrednim.

Podsumowując, pomimo zastosowania strączkowych jako przedplonu, uproszczenia w uprawie pszenicy prowadziły do spadku plonu, przy czym największe jego obniżenie odnotowano po siewie bezpośrednim. Przeciwnie w uprawie rzepaku ozimego najwyższy plon nasion wykazano w systemie siewu pasowego (strip tillage). Wprowadzenie do praktyki rolniczej uzasadnionych zmianowań z udziałem roślin strączkowych, przyczynia się do znacznego ograniczenia stosowania nawozów,

szczególnie azotowych, co zgodne jest z ideą rolnictwa zrównoważonego.

Kolejnym elementem agrotechnicznym uprawy roślin strączkowych było badanie nad produktywnością i produktywnością roślin strączkowych w uprawie konserwującej z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin. Sposób uprawy roli, jak również zastosowanie międzyplonów w uprawie większości badanych gatunków, nie modyfikowało plonu nasion. Stąd uprawa uproszczona oraz siew pasowy mogą być z powodzeniem stosowane w uprawach bobiku, łubinu białego i wąskolistnego oraz soi nie powodując obniżki ich plonowania. Siew pasowy (strip tillage), jako przyjazny dla środowiska, zgodny z zasadami rolnictwa zrównoważonego oraz integrowanej ochrony roślin, można uznać za agrotechniczny czynnik łagodzący skutki suszy, występującej w okresie wegetacji strączkowych. Najbardziej opłacalny w uprawie bobiku i łubinu wąskolistnego okazał się wariant z siewem pasowym w ściernisko, w grochu siewnym i soi – uprawa tradycyjna orkowa, natomiast dla łubinu białego – uprawa uproszczona z siewem pasowym (strip tillage) w rzędy co 33,4 cm. Spośród gatunków najbardziej opłacalna była uprawa grochu siewnego (2 585 zł/ha), a najmniej – łubinu wąskolistnego (638 zł/ha). Poszukiwanie interakcji pomiędzy sposobem uprawy roli i sposobem siewu wykazało, że wszystkie badane warianty uprawy pasowej i sposobów siewu można z powodzeniem zastosować w uprawie bobiku i soi. Uzyskane wyniki w uprawie łubinu białego wskazują na możliwość zastosowania zarówno wąskiej jak i szerokiej rozstawy pasów strip tillage.

Przeprowadzone badania wskazują na znaczne zróżnicowanie plonów nasion oraz białka testowanych gatunków roślin strączkowych (grochu siewnego, bobiku, łubinu białego oraz soi) w zależności od regionu kraju. W przypadku uprawy grochu siewnego, lepsze efekty ekonomiczne, niezależnie od regionu kraju, można osiągnąć poprzez zmniejszenie nakładów ponoszonych na materiał siewny. Udowodniono, że zastosowanie obniżonej normy wysiewu do 70 roślin na 1 m<sup>2</sup>, nadal pozwala na uzyskanie zadowalającego plonu nasion. Podobnych efektów można oczekiwać w przypadku uprawy niskotłuszczowej odmiany Albus bobiku. Wyjątek stanowiły regiony podkarpacki oraz warmińsko-mazurski, dla których nie

należy zalecać obniżenia obsady poniżej 75 szt./m<sup>2</sup>. Natomiast w przypadku uprawy łubinu białego, nadmierne rozrzedzenie łanu (uprawa w szerszych międzyrzędziach), prowadziło do spadku plonu nasion w większości regionów Polski.

W rejonach o większej sumie opadów atmosferycznych w sezonie i nieco lepszych warunkach glebowych, warto rozważyć uprawę soi odmiany Merlin, w łanie mniej zwartym (szersze międzyrzędzia), co może sprzyjać uzyskaniu potencjalnie wyższego plonu nasion oraz białka. W związku z powyższym, należy doprecyzować zalecane przez hodowców ilości wysiewu dla poszczególnych gatunków roślin strączkowych.

Badania nad możliwością zastosowania bioregulatorów/nawozów dolistnych wykazały najlepsze efekty w uprawie grochu, w którym po aplikacji Rooter, Bolero Mo, ADOB 2.0 Mo, a zwłaszcza Optysil, zbierano istotnie większy plon nasion niż z obiektu kontrolnego. Nie odnotowano natomiast istotnego wpływu stosowanych preparatów na wielkość plonu nasion łubinu białego oraz soi.

Badania z zakresu diagnostyki patogenów grzybowych, zasiedlających nasiona roślin strączkowych uprawianych w warunkach integrowanej ochrony roślin wykazały, że nasiona roślin strączkowych były zasiedlone przez grzyby saprotroficzne i patogeniczne, reprezentowane przez kluczowe z gospodarczego punktu widzenia gatunki: *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., *Botrytis* spp. i *Ascochyta* spp. Nasiona grochu i bobiku były w mniejszym stopniu zasiedlone przez grzyby aniżeli nasiona soi, przy czym nasiona soi, pochodzące ze wszystkich regionów Polski, były zasiedlone przez grzyby rodzaju *Fusarium*. Podobnie nasiona trzech gatunków łubinu były zasiedlone przez toksynotwórcze grzyby rodzaju *Fusarium*, a także *Colletotrichum lupini*. Patogeny rodzaju *Fusarium* oraz *Colletotrichum* obecne w nasionach mogą wpływać negatywnie na kiełkowanie nasion, powodując ich zamieranie, zgorzele siewek a w konsekwencji zaburzają wzrost i rozwój roślin. Ponadto obecność grzybów rodzaju *Fusarium* oraz gatunku *Penicillium verrucosum* w nasionach może mieć negatywny wpływ na jakość śruty przeznaczonyj na paszę dla zwierząt ze względu na potencjalną możliwość syntezy niebezpiecznych mykotoksyn. Badania nie wykazały jednoznacznego wpływu czynników agrotech-

nicznych (sposób uprawy, gęstość siewu, rozstawa międzyrzędzi) na zasiedlenie nasion patogennymi grzybami.

Coraz częściej pojawiający się łagodny przebieg zimy może pozwolić na uprawę form ozimych roślin strączkowych, które zdecydowanie lepiej gospodarują wodą. Badania nad możliwością uprawy tych form wykazały, że rośliny grochu były bardziej odporne na niską temperaturę niż bobiku. Dotychczasowe wyniki badań nie pozwalają jednak na sformułowanie jednoznacznych zaleceń dla praktyki, stąd konieczne jest dalsze kontynuowanie badań nad poszukiwaniem najbardziej przydatnych do uprawy odmian ozimych grochu i bobiku.

Innym sposobem wykorzystania zimowych zapasów wody w uprawie roślin strączkowych mogłoby być otoczkowanie nasion substancjami spowalniającymi pęcznienie nasion wysianych jesienią. Wszystkie dotychczas wykonane próby tworzenia powłok okresowo szczelnych dla wody na nasionach nie powiodły się, choć w niektórych przypadkach cienkie powłoki pod powiększeniem miały wizualnie jednolitą strukturę na całej powierzchni nasion. Niestety nie uzyskano wyników pozwalających na akceptację którejkolwiek przetestowanej procedury do czasowego opóźnienia kiełkowania nasion grochu w warunkach laboratoryjnych i polowych.

Niedobory wody w niewralgicznych fazach rozwoju roślin strączkowych można w pewnym zakresie niwelować stosując hydrożele. Badania nad możliwością stosowania hydrożelu w uprawie grochu, bobiku i soi przeprowadzono jedynie w regionie lubelskim. Wykazano zbliżoną i stosunkowo niewielką reakcję wszystkich ocenianych gatunków.

Ostatnią sprawą do omówienia w ramach podsumowania prac badawczych, są doświadczenia uprawowe nad soją. W ramach przeprowadzonych doświadczeń badano technologię uprawy soi z uwzględnieniem warunków regionalnych kraju. Badania wykazały przydatność soi do uprawy w warunkach Polski, pod warunkiem doboru właściwej odmiany i terminu siewu dla regionu. Najlepiej dostosowaną do większości warunków środowiskowych Polski okazała się odmiana Merlin. W regionach podkarpackim i lubelskim, średnio dla badanych odmian, termin siewu soi pomiędzy 15 kwietnia a 5 maja nie wpływał znacząco na poziom plonowania tego gatunku. W re-

gionie dolnośląskim najkorzystniejszy dla plonu nasion okazał się I i II termin siewu dla odmian Merlin i Lissabon, w wielkopolskim – dla odmian Aldana i Merlin, natomiast dla odmiany Lissabon – w regionie wielkopolskim i kujawsko-pomorskim. Opóźnianie terminu siewu najmniej korzystne okazało się w regionie mazowieckim i warmińsko-mazurskim dla odmiany Aligator. Polska, wczesna odmiana Aldana dojrzewała corocznie bez problemu we wszystkich regionach kraju, ale plonowała najniżej.

Uzyskane rezultaty w większości regionów kraju wykazały, że nawożenie azotem soi w dawce 30 lub 60 kg N/ha zwiększa plon nasion, jednak koszt nawozu azotowego i koszt jego wysiewu nie rekompensuje przyrostu plonu nasion soi. Bardzo dobre efekty pod względem plonowania oraz opłacalności uprawy daje szczepienie nasion Nitraginą z IUNG w Puławach lub szczepionką HiStick firmy BASF.

Ocena wpływu systemu uprawy roli u soi pozwoliła na stwierdzenie, iż najwyższy plon nasion odmiany Merlin uzyskano w uprawie tradycyjnej w większości regionów: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim i podkarpackim, natomiast najbardziej opłacalna była uprawa soi odmiany Merlin w systemie tradycyjnym w regionie podkarpackim, w systemie uproszczonym w regionie dolnośląskim i lubelskim, a w kujawsko-pomorskim i warmińsko-mazurskim uprawa w systemie bezorkowym. W regionie dolnośląskim odmiany Lissabon i Mavka plonowały na poziomie bardzo zbliżonym w systemie uprawy tradycyjnej i uproszczonej. W regionie lubelskim najwyższą plonującą odmianą okazała się Aldana w uprawie uproszczonej i tu uzyskano również najwyższy dochód rolniczy.

### Podsumowanie uzyskanych wyników

Wartość roślin strączkowych, niezależnie od wyboru uprawianego gatunku, przejawia się zarówno w wysokości plonu nasion, jak i w wartości nawozowej resztek pozbiorowych. Dają one istotny efekt następczy w płodozmianie, przyczyniając się do znacznego ograniczenia stosowania nawozów, szczególnie azotowych, co zgodne jest z ideą rolnictwa zrównoważonego. Najwyższą plonującą odmianą na glebie słabej i średniej

okazał się łubin wąskolistny, a na glebie dobrej – łubin biały.

Przeprowadzone badania nie potwierdziły niekorzystnego wpływu dikwatu na pogorszenie wartości siewnej nasion badanych gatunków łubinu, w przeciwieństwie do niekorzystnego wpływu zbioru kombajnem klawiszowym, w latach o nadmiarze opadów i niekorzystnych warunkach dojrzewania.

Badania nad plonowaniem odmian łubinu i grochu na plantacji nasiennej w zależności od sposobu uprawy roli wykazały, że uproszczona uprawa roli wpływała korzystniej na poziom plonowania wszystkich ocenianych gatunków niż tradycyjna uprawa orkowa. System uprawy roli nie różnicował jakości zebranych nasion zarówno pod względem wartości paszowej, jak i wartości siewnej nasion. Spośród trzech gatunków łubinu, łubin biały charakteryzował się najwyższym poziomem plonowania, a zastosowanie koinokulacji potwierdziło korzystny wpływ na plon tego gatunku.

Badania nad wpływem wybranych szczepionek na plonowanie nowych odmian łubinu żółtego i wąskolistnego nie potwierdziły skutecznego działania szczepionek na wielkość plonu nasion badanych odmian, co wskazuje na obecność w glebie naturalnie występujących szczepów bakterii zawiązujących symbiozę z oboma gatunkami.

Ścisłe doświadczenia polowe nad wpływem trwałych uproszczeń (od 21 lat) w uprawie roli na efekty produkcyjne i ekonomiczne uprawy łubinu białego w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż oraz soi w zmianowaniu z 50% udziałem zbóż wykazały, że w uprawie soi, system uprawy nie różnicował plonu nasion, a w uprawie łubinu białego, nie odnotowano znacznego zróżnicowania pomiędzy plonem nasion uzyskanym na obiektach z uprawą tradycyjną i uproszczoną, jedynie istotne obniżenie plonu nasion w stosunku do uprawy tradycyjnej odnotowano na obiekcie z siewem bezpośrednim.

Ocena wpływu trwałego stosowania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy bobiku w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż wykazała, że plon nasion bobiku w tradycyjnej, uproszczonej i pasowej uprawie roli kształ-

tował się na zbliżonym poziomie, z tendencją korzystniejszego wpływu pasowej uprawy roli (strip tillage). Krótkotrwałe uproszczenia w uprawie soi, łubinu białego i grochu nie wpływały negatywnie na plony.

Analiza ekonomiczna uprawy łubinu białego wykazała najwyższy dochód rolniczy w uprawie tradycyjnej, najmniej opłacalny okazał się siew bezpośredni. Z kolei w przypadku uprawy soi, najwyższy dochód rolniczy uzyskano w siewie bezpośrednim.

Badania potwierdzają przydatność mniej kosztownych bezorkowych sposobów uprawy roli pod bobik, o czym świadczą uzyskane efekty produkcyjne. Wśród badanych roślin strączkowych przedplonowych najwyższą wydajnością białka w nasionach charakteryzował się bobik i soja.

Badania nad produktywnością i produktywnością roślin strączkowych w uprawie konserwującej z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin wykazały, że sposób uprawy roli u większości badanych gatunków nie modyfikował plonu nasion, poza łubinem białym gdzie uzyskana różnica była niewielka na korzyść uprawy tradycyjnej. Zastosowanie międzyplonów nie miało wpływu na plonowanie bobiku, łubinu białego i łubinu wąskolistnego. Biorąc pod uwagę niższe koszty uprawy konserwującej (pasowej), można stwierdzić, że nadaje się ona do stosowania w uprawie tych gatunków.

Najbardziej opłacalny w uprawie bobiku i łubinu wąskolistnego okazał się wariant z siewem pasowym w ściernisko, w uprawie grochu siewnego i soi – uprawa tradycyjna orkowa, natomiast dla łubinu białego – uprawa uproszczona z siewem pasowym (strip tillage) w rzędy co 33,4 cm.

Najbardziej opłacalna była uprawa grochu siewnego (2 585 zł/ha), a najmniej – łubinu wąskolistnego (638 zł/ha). Plony nasion bobiku i soi nie zależały od sposobu uprawy roli i siewu, stąd wszystkie badane warianty uprawy pasowej i sposobów siewu można z powodzeniem zastosować w uprawie tych dwóch gatunków.

Występuje znaczne zróżnicowanie plonów nasion oraz białka testowanych gatunków roślin strączkowych (grochu siewnego, bobiku, łubinu białego oraz soi) w zależności od regionu kraju, stąd zalecane dotych-

czas przez hodowców ilości wysiewu poszczególnych gatunków roślin strączkowych powinny zostać zweryfikowane i odpowiednio dostosowane do regionu.

Bioregulatory sprawdziły się w uprawie grochu, w przeciwieństwie do uprawy łubinu białego oraz soi.

Nie wykazano jednoznacznego wpływu badanych czynników agrotechnicznych na zasiedlenie nasion grzybami. Stwierdzono, że większe znaczenie miała lokalizacja upraw (warunki meteorologiczne), stąd wskazany byłby stały monitoring zdrowotności upraw.

Badania nad określeniem możliwości uprawy ozimych form roślin strączkowych wykazały, że rośliny grochu okazały się bardziej odporne na niską temperaturę w okresie zimowania niż bobiku. Dotychczasowe wyniki badań nie pozwalają na sformułowanie jednoznacznych zaleceń dla praktyki stąd konieczne jest, zwłaszcza w kontekście ocieplania się klimatu, kontynuowanie badań nad poszukiwaniem najbardziej przydatnych do uprawy odmian ozimych grochu i bobiku. Próby tworzenia powłok okresowo szczelnych dla wody na nasionach nie powiodły się, choć w niektórych przypadkach cienkie powłoki pod powiększeniem miały wizualnie jednolitą strukturę na całej powierzchni nasion. Zastosowanie hydrożelu miało niewielki wpływ na poprawę plonowania ocenianych gatunków.

Badania nad opracowaniem technologii uprawy soi z uwzględnieniem warunków regionalnych kraju wykazały przydatność soi do uprawy w warunkach Polski, z zachowaniem doboru właściwej odmiany i terminu siewu dla regionu. Uzyskane rezultaty w większości regionów kraju wykazały, że nawożenie azotem soi w dawce 30 lub 60 kg N/ha zwiększa plon nasion, jednak przyrost plonu nasion soi nie rekompensuje kosztów zakupu nawozu azotowego i jego wysiewu. Najwyższy plon nasion soi odmiany Merlin uzyskano w uprawie tradycyjnej w większości regionów: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim i podkarpackim, natomiast najbardziej opłacalna była uprawa soi odmiany Merlin w systemie tradycyjnym w regionie podkarpackim, w systemie uproszczonym – w regionie dolnośląskim i lubelskim, a w kujawsko-pomorskim i warmińsko-mazurskim – uprawa w systemie bezorkowym.

**ZADANIE 3.1**

**Doskonalenie technologii uprawy roślin strączkowych, ze szczególnym uwzględnieniem bobiku, łubinu białego i soi w aspekcie efektów produkcyjnych, środowiskowych i ekonomicznych dla rolnictwa zrównoważonego.**

**Cel zadania:** opracowanie nowych, ekonomicznie uzasadnionych, technologii uprawy, podnoszących metodami agrotechnicznymi wielkość i jakość plonów bobiku, łubinu białego i soi w warunkach rolnictwa zrównoważonego. Realizacja celu nastąpiła poprzez określenie wpływu następczego bobiku, łubinu białego i soi na wydajność zmianowań z różnym udziałem zbóż, określenie skuteczności stosowania krajowych i zagranicznych szczepionek bakteryjnych, ilości azotu związanego z powietrza przez badane gatunki oraz ilości azotu pozostawionego dla roślin następczych, poprzez określenie wpływu zmienności maternalnej (rozmieszczenia nasion na roślinie), desykcacji (wyrównanie dojrzewania roślin), terminu zbioru oraz długości okresu przechowywania na jakość materiału siewnego roślin strączkowych.

Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń polowych i laboratoryjnych.

**Określenie ilości azotu biologicznie zredukowanego przez łubin biały, bobik i soję oraz możliwości jego wykorzystania przez rośliny następcze**

Ścisłe doświadczenia polowe prowadzone były w zmianowaniach: rośliny strączkowe (łubin biały, bobik, soja) – pszenica ozima – pszenica ozima. Średnio dla lat badań najwyższy plon nasion uzyskano dla łubinu białego 2,98 t/ha, nieco niższy dla bobiku 2,70 t/ha, a najniższy dla soi 1,75 t/ha (tab. 1). Zawartość procentowa azotu w biomacie roślin strączkowych uprawianych w doświadczeniu była najwyższa w soi 5,8%, a najniższa w bobiku 4,8%. Z praktycznego punktu widzenia najwyższą wydajność białka uzyskano przy uprawie bobiku tj. 1 057 kg/ha. Plon ziarna pszenicy nie nawożonej dodatkowo azotem, jako rośliny następczej w pierwszym roku był najwyższy po łubinie białym (4,03 t/ha), a najniższy po soi (3,61 t/ha). Na obiektach nawożonych dodatkową dawką azotu (100 kg N/ha) najwyższy plon pszenicy odnotowano po soi (5,98 t/ha), a najniższy po bobiku (5,52 t/ha). Całkowite plony badanych roślin były bardzo zbliżone, jakkolwiek efektywność nawożenia azotem była najwyższa w biomacie soi.

Biorąc po uwagę praktyczny i nawozowy aspekt uprawy roślin strączkowych w zmianowaniu z roślinami zbożowymi, ważne jest procentowe pobranie azotu z resztek pozbiorowych, które w analizowanym przypadku było najwyższe po łubinie białym (67,0%) i po soi (22,5%) w serii bez dodatkowego nawożenia azotem. Dodatkowe nawożenie azotem spowodowało obniżenie tej wartości u łubinu (-17,5%), a nieznacznie podwyższono u soi (+7,3%) i bobiku (+3,5%). Pobranie azotu z resztek wynosiło 15,9 kg/ha dla łubinu białego i 5,1 kg/ha dla soi. Dodatkowe nawożenie azotem obniżyło pobieranie azotu z resztek pozbiorowych roślin strączkowych, zwłaszcza łubinu białego. Plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej w drugim roku po strączkowych, był najwyższy po soi (4,36 t/ha), a najniższy po bobiku (3,63 t/ha). Dodatkowe zastosowanie azotu wpłynęło na wzrost plonu ziarna pszenicy ozimej i najwyższą jego wartość stwierdzono po uprawie soi (6,06 t/ha), a następnie po bobiku (5,33 t/ha) oraz łubinie białym (5,30 t/ha). Odnotowana efektywność azotu była bardzo zbliżona dla wszystkich przedplonów. Ba-

Tabela 1. Ilość azotu związanego z powietrzem przez bobik, łubin biały i soję oraz ilość azotu pozostawionego dla roślin następczych

Wyszczególnienie	Zmianowanie					
	bobik-pszenica-pszenica		łubin biały-pszenica-pszenica		soja-pszenica-pszenica	
	nasiona/ ziarno	cała biomasa	nasiona/ ziarno	cała biomasa	nasiona/ ziarno	cała biomasa
	rośliny strączkowe					
Plon t/ha	2,70	6,77	2,98	7,60	1,75	6,99
% azotu	4,82	2,90	5,68	2,72	5,77	2,16
Ilość N kg/ha	130,2	196,3	169,2	206,7	100,9	150,9
% N z powietrza %N <sub>dfe</sub>	57,5	53,3	72,8	66,3	52,5	35,2
% N z powietrza kg/ha	74,8	104,6	123,1	137,0	50,8	53,2
<b>Pszennica ozima I rok po roślinach strączkowych</b>						
Plon t/ha N-0	3,74	13,00	4,03	14,73	3,61	11,88
Plon t/ha N-100	5,88	17,74	5,52	18,16	5,98	17,67
Efekt nawożenia N	+2,14	+4,74	+1,49	+3,43	+2,37	+5,79
% N z resztek pozbiorowych N-0	47,2	67,0		22,5		
% N z resztek pozbiorowych N-100	50,7	49,5		29,8		
Efekt nawożenia N (%)	+3,5	-17,5		+7,3		
Ilość N z resztek pozbiorowych kg/ha N-0	14,7	15,9		5,1		
Ilość N z resztek pozbiorowych kg/ha N-100	14,4	11,1		3,6		
Efekt nawożenia N	-0,3	-4,8		-1,5		
<b>Pszennica ozima II rok po roślinach strączkowych</b>						
Plon t/ha N-0	3,63	12,40	3,86	14,33	4,36	15,53
Plon t/ha N-100	5,33	15,73	5,30	15,40	6,06	18,86
Efekt nawożenia N	+1,70	+3,33	+1,44	+1,07	+1,70	+3,33
% N z resztek pozbiorowych N-0	11,7	15,9		6,2		
% N z resztek pozbiorowych N-100	13,1	14,7		8,5		
Efekt nawożenia N	+1,40	-1,2		+2,3		
Ilość N z resztek pozbiorowych kg/ha N-0	5,4	6,8		2,9		
Ilość N z resztek pozbiorowych kg/ha N-100	6,2	4,3		1,9		
Efekt nawożenia N	+0,8	-2,5		-1,0		

dania jednoznacznie wskazują, że wartość roślin strączkowych, niezależnie od wyboru uprawianego gatunku, polega nie tylko na zbiorze plonu nasion, ale dzięki

wartości nawozowej resztek pozbiorowych oddziałuje na rośliny następcze w danym płodozmianie.

## Wpływ trzech rodzajów gleby i trzech gatunków łubinu na plonowanie i jakość nasion

Doświadczenia z trzema gatunkami łubinu oraz odpowiednio dla każdego gatunku trzema odmianami (łubin żółty: Baryt, Bursztyn, Perkoz; łubin wąskolistny: Koral, Wars, Homer; łubin biały: Butan, R-417, Boros) prowadzono w latach 2016-2019 w Przebędowie pow. poznański, na trzech klasach bonitacyjnych gleb: IIIb (gleba dobra), IVa – IVb (gleba średnia), V – VI (gleba słaba). Najwyżej plonującym gatunkiem na glebie słabej i średniej okazał się łubin wąskolistny, a na glebie dobrej – łubin biały (tab. 2). Łubin żółty we wszystkich latach i na wszystkich typach gleb plonował gorzej od pozostałych gatunków z wyjątkiem roku 2016, w którym na glebie słabej plonował wyżej od łubinu

wąskolistnego, co było spowodowane silnym uszkodzeniem korzeni łubinu wąskolistnego przez oprzędziki. Wyniki doświadczenia nie potwierdziły powszechnie głoszonej tezy, że łubin żółty jest najlepiej predysponowanym gatunkiem do uprawy na glebach lekkich.

## Wpływ sposobu zbioru na jakość materiału siewnego łubinu

Doświadczenia laboratoryjne na nasionach zebranych w 2016 roku (łubin wąskolistny: Oskar i łubin żółty Perkoz), w 2017 (odpowiednio Tytan, Dalbor i Puma) oraz w 2018 (Homer i Lord) pochodzących z doświadczeń polowych w ZD Przebędowo (HR Smolice), założono jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach, według schematu: czynnik I – sposób zbioru (kombajn

Tabela 2. Plonowanie łubinów w zależności od typów gleby w latach 2016-2019 w (dt/ha)

Gatunek	2016			2017			2018			2019			2016-2019		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Łubin wąskolistny	2,0	32,8	29,2	19,7	31,0	23,7	6,8	8,2	7,6	13,0	21,3	22,5	10,4	23,3	20,7
Łubin żółty	6,1	17,6	17,4	4,5	10,8	12,6	1,3	3,1	3,8	4,3	10,7	11,8	4,1	10,5	11,4
Łubin biały	6,4	26,8	29,0	14,9	35,6	15,2	5,7	6,4	10,3	10,6	14,4	35,2	9,4	20,8	22,4

I – gleba słaba, II – gleba średnia, III – gleba dobra

Tabela 3. Wpływ sposobu zbioru na jakość nasion łubinu wąskolistnego odmiany DALBOR (nasiona pochodzące ze zbioru w 2017 roku)

Czynnik	Poziom	Energia kiełkowania [%]	Zdolność kiełkowania [%]	Test wzrostu siewki [cm]	Test szybkości wzrostu siewki [mg/siewkę]	Test elektroprowadnictwa ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ )
Sposób zbioru	klawiszowy	78	85	10,5	26,6	25,8
	rotorowy	93	98	11,6	30,7	24,1
NIR <sub>0,05</sub>		4,0	1,0	0,35	2,4	r.n.
Termin oceny	po zbiorze 2017	81	90	10,6	29,7	23,9
	luty 2018	87	92	11,3	29,4	19,7
	luty 2019	90	92	11,2	27,0	31,3
NIR <sub>0,05</sub>		6,3	r.n.	r.n.	r.n.	2,6

r.n. – różnica nieistotna

klawiszowy, kombajn rotorowy), czynnik II – termin oceny materiału siewnego (bezpośrednio po zbiorze; po czyszczeniu (luty 2017), po 1 roku (luty 2018), po 2 latach (luty 2019). Stwierdzono, że materiał siewny łąbinu zebrany w bardzo korzystnym dla wykształcenia i dojrzewania nasion 2016 roku, zachował wysoką wartość siewną po dwóch latach przechowywania (w magazynie nasiennym). Natomiast pochodzący z obfitującego w opady 2017 roku utracił lub bardzo obniżył parametry wartości siewnej już po roku przechowywania. Zbiór kombajnem klawiszowym lub rotorowym nie miał istotnego wpływu na zdolność kiełkowania nasion z 2016 roku, ale obniżenie tego parametru na skutek zbioru kombajnem klawiszowym stwierdzono u odmian Dalbor (tab. 3), Puma, Tytan ze zbioru w 2017 roku oraz Homer z 2018 r., a więc w roku o nadmiarze opadów i niekorzystnych warunkach dojrzewania.

### Wpływ desykcji na wartość siewną i wigor nasion łąbinu wąskolistnego i żółtego

Doświadczenia laboratoryjne na nasionach łąbinu wąskolistnego ze zbioru w 2016 roku (Regent, Oskar,

Tabela 4. Ocena zdolności kiełkowania nasion łąbinu wąskolistnego w zależności od terminu oceny, odmiany i desykanta (%)

Termin oceny (A)	Zdolność kiełkowania (%)	NIR $\alpha_{0,05}$
I	98,7	0,30
II	99,5	
III	98,9	
<b>Odmiana (B)</b>		
Koral	98,9	r. n.
Oskar	99,4	
Regent	99,2	
<b>Desykant (C)</b>		
Kontrola	99,3	r. n.
Dikwat	99,3	

Koral), w 2017 (Koral, Jowisz, Dalbor, Oskar), w 2018 (Oskar, Koral) oraz łąbinu żółtego w roku 2016 (Perkoz i Lord) i w latach 2017, 2018 (Perkoz), założono jako dwuczynnikowe, według schematu: czynnik I – desykcja (kontrola, dikwat) oraz czynnik II – termin oceny materiału siewnego (po zbiorze, po czyszczeniu, po roku od zbioru, po dwóch latach od zbioru). Nasiona zebrane w latach prowadzenia badań zachowały po roku przechowywania w magazynie nasiennym bardzo wysoką zdolność kiełkowania nasion (tab. 4). Przeprowadzone badania nie potwierdziły niekorzystnego wpływu dikwatu na pogorszenie wartości siewnej nasion badanych gatunków łąbinu.

### Wpływ zmienności maternalnej na zdolność kiełkowania nasion tradycyjnych odmian łąbinu wąskolistnego

Doświadczenia laboratoryjne założono jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach na nasionach pochodzących z doświadczeń polowych przeprowadzonych na polach ZD Przebędowo (HR Smolice) w roku 2016. Badania uwzględniały nasiona łąbinu wąskolistnego tradycyjnych rozgałęziających się odmian Koral, Tytan i Wars. Czynnik I – pochodzenie nasion (ze strąków pędu głównego; ze strąków pędów bocznych I rzędu); czynnik II – termin oznaczenia zdolności kiełkowania (po zbiorze, luty 2017, luty 2018, luty 2019).

Pomiędzy odmianami łąbinu wąskolistnego wystąpiły bardzo duże różnice w zdolności kiełkowania (tab. 5). Wyższe wartości zdolności kiełkowania nasion pochodzących z pędu głównego potwierdzono u odmiany Koral oraz Wars. Pomimo korzystnych warunków podczas wegetacji i dojrzewania łąbinu wąskolistnego w 2016 roku, roczne przechowywanie nasion u tych odmian, w magazynie nasiennym, spowodowało obniżenie zdolności kiełkowania nasion poniżej normy, stawianej kwalifikowanemu materiałowi siewnemu.

Tabela 5. Zdolność kiełkowania i wigor nasion wybranych odmian łubinu wąskolistnego w zależności od rodzaju pędu i okresu przechowywania nasion

Czynnik	Poziom	Zdolność kiełkowania (%)	Test elektroprzewodnictwa ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ )	TWS (cm)	TSWS (mg/siewkę)
<b>Koral</b>					
Rodzaj pędu	p. główny	86	24,0	9,3	35,0
	p. boczny	81	23,2	9,7	32,4
NIR <sub>0,05</sub>		1,5	r.n.	r.n.	r.n.
Termin oceny	po zbiorze (2016)	90	19,1	8,24	26,5
	luty 2017	90	26,1	10,6	36,0
	luty 2018	79	22,8	9,41	34,1
	luty 2019	74	26,4	9,69	38,2
NIR <sub>0,05</sub>		4,2	0,94	0,60	5,71
<b>Tytan</b>					
Rodzaj pędu	p. główny	58	25,3	7,6	31,3
	p. boczny	60	28,5	8,6	28,8
NIR 0,05		r.n.	2,2	0,7	2,25
Termin oceny	po zbiorze (2016)	67	25,6	6,1	26,3
	luty 2017	86	29,3	10,0	33,5
	luty 2018	57	24,4	8,7	29,1
	luty 2019	27	28,3	7,5	31,3
NIR <sub>0,05</sub>		5,7	2,5	1,1	4,79
<b>Wars</b>					
Rodzaj pędu	p. główny	99	23,8	11,8	33,5
	p. boczny	93	31,6	11,4	27,3
NIR 0,05		2,5	1,4	r.n.	1,29
Termin oceny	po zbiorze (2016)	97	18,4	11,7	27,6
	luty 2017	98	30,6	13,4	31,6
	luty 2018	97	29,7	9,8	30,1
	luty 2019	91	32,1	11,5	32,4
NIR <sub>0,05</sub>		5,5	3,03	0,61	1,8

### Określenie wpływu terminu zbioru odmian łubinu na jakość materiału siewnego

Doświadczenia laboratoryjne założono jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach na nasionach uzyskanych ze zbioru w latach 2016, 2017 i 2018 na polach ZD Przebędowo (HR Smolice). Czynnik I stanowił termin zbioru (optymalny, opóź-

niony do optymalnego o 7 dni, opóźniony o 14 dni, opóźniony o 21 dni); czynnik II – termin wykonania oceny jakości materiału siewnego (po czyszczeniu tj. w lutym następnego roku po zbiorze, po roku przechowywania, po dwóch latach przechowywania). Testowane odmiany w 2016 roku: łubin wąskolistny – Regent i Tytan; łubin żółty – Puma i Peron; łubin biały – Boros, w 2017 i 2018 roku: łubin biały odmiana Butan, łubin żółty odmiana Perkoz, łubin wąskolistny – Homer, Tytan i Jowisz.

Tabela 6. Zdolność kiełkowania (%) łubinu białego odmiany BUTAN w zależności od terminu oceny i terminu zbioru (nasiona pochodzące ze zbioru w 2017 roku)

Termin oceny	Termin zbioru				Średnio
	I	II	III	IV	
Po zbiorze (2017)	85	76	68	55	71
Luty 2018	64	64	81	42	65
Luty 2019	72	66	41	12	48
Średnio	74	71	64	36	-

Tabela 7. Zdolność kiełkowania (%) łubinu wąskolistnego w zależności od odmiany i terminu zbioru (nasiona pochodzące ze zbioru w 2017 roku)

Odmiana	Termin zbioru				Średnio
	I	II	III	IV	
Homer	98	97	93	95	95
Tytan	94	89	90	89	90
Jowisz	97	92	94	78	90
Średnio	97	93	92	87	-

Wszystkie gatunki i odmiany łubinu pochodzące ze zbioru w bardzo korzystnym dla łubinu 2016 roku, zachowały bardzo wysoką zdolność kiełkowania nasion. Termin zbioru w roku 2016 nie różnicował znacząco wartości siewnej nasion. Układ warunków pogodowych w 2017 roku był bardzo niesprzyjający dla produkcji dobrego materiału siewnego z powodu nadmiaru opadów w okresie wegetacyjnym, a zwłaszcza w okresie dojrzewania. Opóźnianie terminu zbioru w 2017 roku skutkowało pogarszaniem zdolności kiełkowania oraz wigoru oznaczanego testem elektroprzewodnictwa u wszystkich ocenianych odmian.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że w roku o niekorzystnych warunkach pogodowych można spodziewać się w obrębie gatunku i niektórych odmian łubinu obniżonej jakości materiału siewnego, dyskwalifikującej nasiona jako materiał siewny. Ze wszystkich ocenianych odmian łubinu jedynie nasiona łubinu białego Butan zebrane w III i IV terminie (tab. 6) oraz nasiona łubinu wąskolistnego odmiany Jowisz zebrane w czwartym terminie miały obniżoną zdolność kiełkowania wynoszącą średnio 78% (tab. 7), a więc poniżej wymagań stawianych kwalifikowanemu materiałowi siewnemu.

## Plonowanie odmian łubinu i grochu na plantacji nasiennej w zależności od sposobu uprawy roli

Cztery doświadczenia łanowe z łubinami wąskolistnymi, żółtym i białym oraz grochem siewnym przeprowadzono na polach HR Smolice oddział w Przebędowie, na glebie płowej, zasobnej w potas, fosfor i magnez, o odczynie lekko kwaśnym, klasy bonitacyjnej IVb i V, kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego. Czynnik doświadczenia stanowił system uprawy roli: tradycyjny (brona talerzowa, wysiew nawozów P i K, orka przedzimowa, siew agregatem siewno-uprawowym, zabiegi pielęgnacyjne, zbiór kombajnem) oraz uproszczony (brona talerzowa, wysiew nawozów P i K, gruber, siew agregatem siewno-uprawowym, zabiegi pielęgnacyjne, zbiór kombajnem).

Szczególnie niski plon nasion u wszystkich badanych gatunków stwierdzono w latach o największym niedoborze opadów tj. 2018 i 2019 (tab. 8). Uproszczona uprawa roli we wszystkich latach wpływała korzystnie na poziom plonowania wszystkich oce-

Tabela 8. Plonowanie trzech gatunków łubinu oraz grochu siewnego w zależności od systemu uprawy roli (T – tradycyjny, U – uproszczony) w latach 2016-2019 (t/ha)

Gatunek	Odmiana	System uprawy roli	Plon nasion (t/ha)			
			2016	2017	2018	2019
Łubin wąskolistny	Wars, Jowisz, Dalbor, Lazur	T	1,92	1,72	0,814	0,842
		U	2,00	1,83	1,357	0,868
	Homer, Regent	T	2,14	1,54	2,14	1,213
		U	2,24	1,73	2,24	1,613
Łubin żółty	Lord, Perkoz, Peron,	T	1,63	1,17	0,593	0,653
		U	1,83	1,18	0,646	0,690
Łubin biały	Boros, Butan	T	2,72	2,66	2,046	1,100
		U	2,90	2,40	2,052	1,172
Groch siewny	Muza	T	-	2,85	0,296	1,064
		U	-	3,45	0,607	1,094

nianych gatunków niż tradycyjna uprawa orkowa. System uprawy roli nie różnicował jakości zebranych nasion zarówno pod względem wartości paszowej, jak i wartości siewnej nasion. Spośród trzech gatunków łubinu, łubin biały charakteryzował się najwyższym poziomem plonowania, stąd też wniosek, że zasługuje on na znacznie szersze upowszechnienie w uprawie.

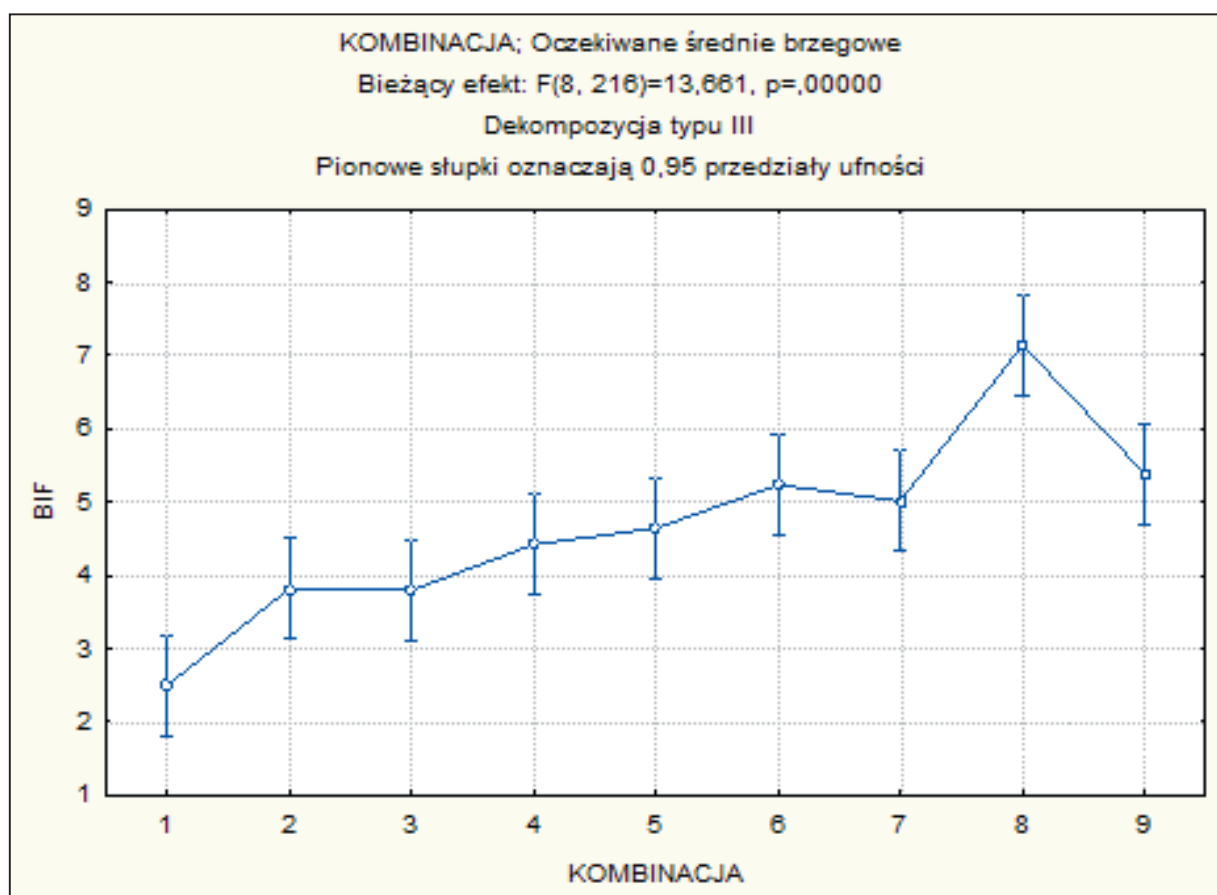
### Określenie możliwości zwiększenia wiązania azotu przez łubin biały drogą koinokulacji

Badania polowe przeprowadzono na polach ZDD Gorzyń, filia w Złotnikach, jako jednoczynnikowe doświadczenia z łubinami białymi odmiany 'Butan', z 9-cioma poziomami czynnika (kontrola (nasiona nie szczepione); nitragina (*Bradyrhizobium*); nitroflora (*Bradyrhizobium*); inokulant 1 – *Pseudomonas fluorescens*; inokulant 2 – *Bacillus subtilis*; nitragina (*Bradyrhizobium*) + *P. fluorescens* (koinokulacja); nitraginą (*Bradyrhizobium*) + *B. subtilis* (koinokulacja); nitroflorą (*Bradyrhizobium*) + *P. fluorescens* (koinokulacja); nitroflora (*Bradyrhizobium*) + *B. subtilis* (koinokulacja).

Zastosowanie każdego z badanych wariantów szczepienia nasion przed siewem prowadziło do istotnego wzrostu plonu nasion łubinu białego, a przyrost ten w porównaniu z kontrolą wahał się od 0,30 t/ha (10,1%) po użyciu koinokulacji *Bradyrhizobium* z nitroflory + *B. subtilis* do 0,66 t/ha po szczepieniu *Bradyrhizobium* z nitraginy + *P. fluorescens* (tab. 9). Największą liczbę oraz masę brodawek wytworzyły rośliny po szczepieniu *Bradyrhizobium* z nitraginy + *B. subtilis*, odpowiednio 43,5 szt. i 0,749 g. Istotne obniżenie, w porównaniu z obiektem kontrolnym, aktywności fosfatazy kwaśnej, a za tym zwiększenie dostępności fosforu w glebie, nastąpiło po użyciu wszystkich badanych wariantów szczepienia nasion, poza *Bradyrhizobium* z nitroflory + *B. subtilis*. Najwyższe w czteroletnich badaniach wartości wskaźnika żyzności gleby BIF uzyskano stosując koinokulację *P. fluorescens* lub *B. subtilis* z *Bradyrhizobium* z nitraginy, a zwłaszcza z nitroflory (rys. 1). Wszystkie badane sposoby szczepienia nasion zwiększały aktywności nitrogenazy u bakterii wchodzących w symbiozę z łubinami białymi, a za tym zwiększały biologiczne wiązanie azotu. Najlepsze efekty uzyskano po koinokulacji *Bradyrhizobium* w torfie z nitraginy wraz z *Pseudomonas fluorescens* lub z *Bacillus subtilis* (rys. 2). Badania te skłaniają do udoskonalania szczepionek stosowanych w praktyce rolniczej.

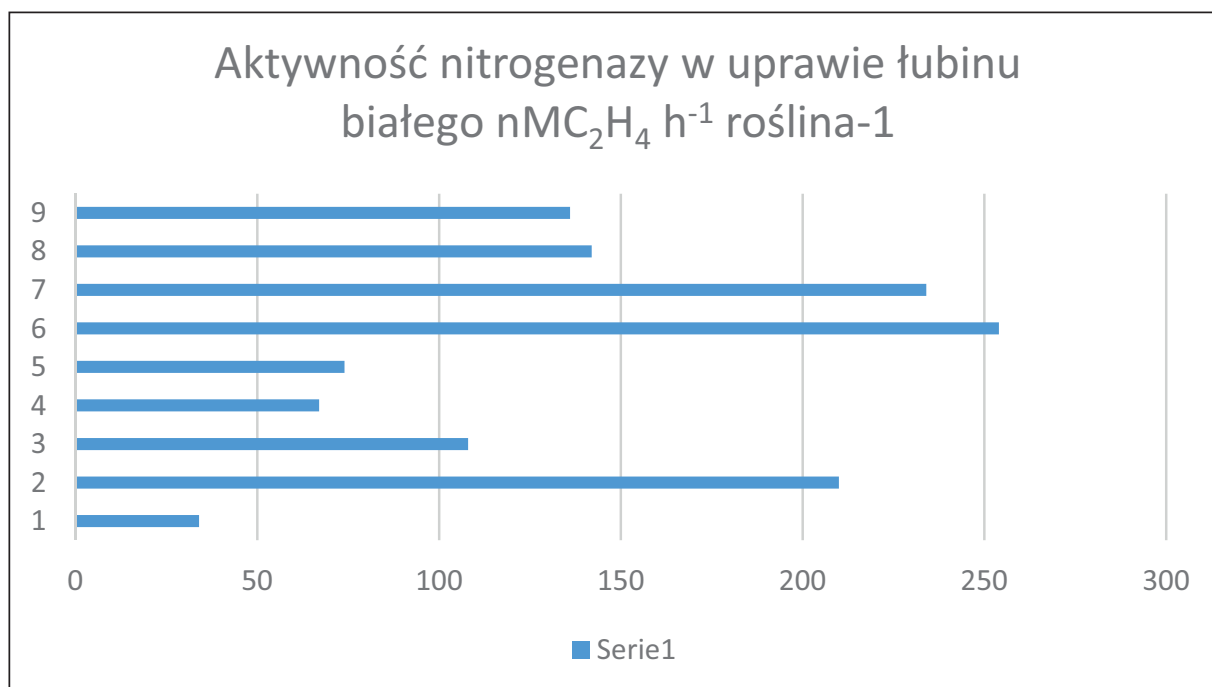
Tabela 9. Plon nasion przy 15% H<sub>2</sub>O (t/ha) i wilgotność przy zbiorze (%)

Kombinacja	Plon (t/ha)	Wilgotność (%)
1. Kontrola – nasiona nie szczepione	2,97 d	15,3
2. Nitragina (Bradyrhizobium)	3,62 a	15,2
3. Nitroflora (Bradyrhizobium)	3,36 bc	15,4
4. Pseudomonas fluorescens	3,36 bc	16,1
5. Bacillus subtilis	3,44 b	16,0
6. Nitragina + P. fluorescens	3,63 a	16,0
7. Nitragina + B. subtilis	3,46 b	16,1
8. Nitroflora + P. fluorescens	3,38 bc	15,5
9. Nitroflora + B. subtilis	3,27 c	16,0
Wartość p	0,000	0,173



1- kontrola, 2- nitragina, 3- nitroflora, 4- Pseudomonas fluorescens, 5- Bacillus subtilis, 6- koinokulacja Bradyrhizobium z nitraginy + P. fluorescens, 7- koinokulacja Bradyrhizobium z nitraginy + B. subtilis, 8- koinokulacja Bradyrhizobium z nitroflory + P. fluorescens, 9- koinokulacja Bradyrhizobium z nitroflory + B. subtilis.

Rysunek 1. Wpływ różnego szczepienia nasion na wartość wskaźnika żyzności gleby BIF



1- kontrola, 2- nitragina, 3- nitroflora, 4- *Pseudomonas fluorescens*, 5- *Bacillus subtilis*, 6- koinokulacja *Bradyrhizobium* z nitraginy + *P. fluorescens*, 7- koinokulacja *Bradyrhizobium* z nitraginy + *B. subtilis*, 8- koinokulacja *Bradyrhizobium* z nitroflory + *P. fluorescens*, 9- koinokulacja *Bradyrhizobium* z nitroflory + *B. subtilis*.

Rysunek 2. Wpływ różnego szczepienia nasion na poziom aktywności nitrogenazy

### **Wpływ trwałych uproszczeń (od 21 lat) w uprawie roli na efekty produkcyjne i ekonomiczne uprawy łubinu białego w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż oraz soi w zmianowaniu z 50% udziałem zbóż**

Ścisłe doświadczenia polowe prowadzono w latach 2016-2019, w układzie losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Uwzględniono w nich łubin biały odmiany Butan uprawiany w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż oraz soję odmiany Merlin uprawianą w zmianowaniu z 50% udziałem zbóż. Doświadczenia założono i przeprowadzono w ZDD Złotniki jako dwuczynnikowe, w których czynnik I stanowił – wariant wodny (niedeszczowany, deszczowany), a czynnik II – system uprawy roli: tradycyjny (orkowy); uproszczony (bezorkowy); zerowy (siew bezpośredni w ściernisko). Sprzyjające warunki po-

godowe w 2017 roku pozwoliły na uzyskanie najwyższego poziomu plonu nasion, który w uprawie tradycyjnej dla łubinu białego wynosił 4,11 t/ha (tab. 10), a soi 3,83 t/ha. W latach, w których wystąpiły znaczne niedobory wody (2018 i 2019), plony nasion były o połowę niższe.

W uprawie soi, system uprawy nie różnicował plonu nasion i średnio kształtował się on na poziomie 2,0 t/ha (tab. 11). Z kolei w uprawie łubinu białego, nie odnotowano znacznego zróżnicowania pomiędzy plonem nasion uzyskanym na obiektach z uprawą tradycyjną i uproszczoną, natomiast istotne obniżenie plonu nasion (o 23%) w stosunku do uprawy tradycyjnej odnotowano na obiekcie z siewem bezpośrednim.

Analiza ekonomiczna uprawy łubinu białego wykazała najwyższy dochód rolniczy w uprawie tradycyjnej, co przede wszystkim było efektem poziomu uzyskanego plonu nasion (tab. 12). Najmniej opłacalny okazał się siew bezpośredni, gdzie dochód ten wyniósł 527,06 zł/ha. Z kolei w przypadku uprawy soi, najwyższy dochód rolniczy uzyskano w siewie bezpośrednim, gdzie koszt

Tabela 10. Wpływ wieloletnich uproszczeń (od 21 lat) w uprawie roli na plonowanie łubinu białego BUTAN (t/ha)

System uprawy roli	Plon nasion w t/ha				
	2016	2017	2018	2019	Średnio
Tradycyjny	3,39	4,11	1,32	1,73	3,30 A (100%)
Uproszczony	3,06	3,76	1,70	1,58	3,12 A (95%)
Siew bezpośredni	2,41	3,54	1,32	1,54	2,55 B (77%)
NIR <sub>(0,05)</sub>	0,517	0,294	r.n.	r.n.	0,316
Średnio	2,95	3,80	1,45	1,62	-

Tabela 11. Wpływ wieloletnich uproszczeń (od 21 lat) w uprawie roli na plonowanie soi MERLIN (t/ha)

System uprawy roli	Plon nasion w t/ha				
	2016	2017	2018	2019	Średnio
Tradycyjny	2,43	3,83	0,72	1,20	2,04 A (100%)
Uproszczony	2,64	3,70	0,86	1,26	2,11 A (103%)
Siew bezpośredni	2,65	3,00	1,12	1,53	2,08 A (102%)
NIR <sub>(0,05)</sub>	0,112	0,245	0,179	0,174	r.n.
Średnio	2,57	3,51	0,90	1,33	-

Tabela 12. Kalkulacja kosztów uprawy łubinu białego odmiany BUTAN w zależności od zastosowanego systemu uprawy roli (zł/ha)

Lp.	Wyszczególnienie	Uprawa tradycyjna	Uprawa uproszczona	Siew bezpośredni
1.	Dochody z dopłatami	4 270,01	4 108,01	3 595,01
2.	Materiał siewny	529,00	529,00	529,00
3.	Koszty bezpośrednie	1 994,77	2 048,62	2 048,62
4.	Nadwyżka bezpośrednia	2 275,24	2 059,39	1 546,39
5.	Koszty pośrednie	1 191,85	1 095,35	974,33
6.	Koszty całkowite	3 186,61	3 143,97	3 022,95
<b>7.</b>	<b>Dochód rolniczy</b>	<b>1 083,40</b>	<b>964,04</b>	<b>572,06</b>

Tabela 13. Kalkulacja kosztów uprawy soi odmiany MERLIN w zależności od zastosowanego systemu uprawy roli (zł/ha)

Lp.	Wyszczególnienie	Uprawa tradycyjna	Uprawa uproszczona	Siew bezpośredni
1.	Dochody z dopłatami	4 054,01	4 148,51	4 108,01
2.	Materiał siewny	1 080,00	1 080,00	1 080,00
3.	Koszty bezpośrednie	2 545,77	2 599,62	2 599,62
4.	Nadwyżka bezpośrednia	1 508,24	1 548,89	1 508,39
5.	Koszty pośrednie	1246,95	1150,45	1029,43
6.	Koszty całkowite	3 792,71	3 750,07	3 629,05
<b>7.</b>	<b>Dochód rolniczy</b>	<b>261,30</b>	<b>398,44</b>	<b>478,96</b>

całkowity uprawy był najniższy (tab. 13). O uzyskanym dochodzie rolniczym w uprawie soi również decydował poziom jej plonowania, jak i wyższy koszt zakupu materiału siewnego.

### Ocena wpływu trwałego stosowania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy bobiku w zmianowaniu z 75% udziałem zbóż

Badania przeprowadzono w latach 2016-2019 roku w oparciu o statyczne doświadczenie polowe założone w 1999 roku w ZDD Brody, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na glebie zakwalifikowanej w ocenie bonitacyjnej do klas IIIb i IVa, a według przydatności rolniczej – do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Bobik uprawiany był w 4-polowym zmianowaniu zbożowym (75% zbóż): bobik, pszenica ozima, jęczmień jary, pszenżyto ozime. Schemat doświadczenia obejmował 4 systemy uprawy roli: 1 – tradycyjny: po zbiorze przedplonu (brona talerzowa, orka przedzimowa na głębokość 25 cm, agregat uprawowy wiosną: kultywator z wałem strunowym), 2 – uproszczony (kultywator ścierniskowy), 3 – uprawa pasowa (strip tillage – specjalistyczny agregat uprawowo-siewny do uprawy pasowej), 4 – siew bezpośredni w ściernisko.

Uzyskane wyniki badań prowadzonych w Polsce zachodniej wskazują na wysoce istotną zależność oddziaływania sposobów uprawy roli na plonowanie bobiku

od przebiegu warunków pogodowych (temperatury i stresu wodnego). W latach wilgotnych stwierdzono ujemny wpływ stosowania siewu bezpośredniego w uprawie bobiku; plon nasion był mniejszy, w porównaniu do plonu w tradycyjnej uprawie roli o 13%, natomiast w latach suchych relacje były odwrotne, gdyż większy plon stwierdzono w siewie bezpośrednim, niż w tradycyjnej uprawie roli (średnio o 20%) (tab. 14). Plon nasion bobiku w tradycyjnej, uproszczonej i pasowej uprawie roli kształtował się na zbliżonym poziomie, z tendencją korzystniejszego wpływu pasowej uprawy roli (strip tillage). O różnicach w plonach nasion pomiędzy obiektami uprawowymi zdecydowała głównie obsada roślin przed zbiorem, w mniejszym zaś stopniu pozostałe elementy plonowania. Warianty uprawy bezorkowej, szczególnie siew bezpośredni, sprzyjały liczniejszemu występowaniu brodawek na korzeniach bobiku aniżeli tradycyjna uprawa płuzna.

Doświadczenia uprawowe pokazują, że po wielu latach stosowania systemów bezorkowych następuje poprawa właściwości fizycznych gleby, czego efektem jest zwiększenie jej wilgotności. Wyeliminowanie orki może prowadzić do zwiększenia zagęszczenia gleby oraz zmniejszenia kapilarnej pojemności wodnej gleby w powierzchniowej warstwie (do 10 cm), co z kolei może niekiedy ograniczać wzrost i rozwój bobiku w początkowym okresie wegetacji. W warstwie głębszej, od 10 do 20 cm, obserwuje się natomiast korzystniejsze właściwości fizyczne gleby dla rozwoju roślin w uprawie bezorkowej, niż w uprawie płuznej. Wieloletnie stosowanie uprawy bezorkowej, szczególnie siewu bezpośredniego, stymulowało aktywność enzy-

Tabela 14. Plon nasion bobiku w zależności od sposobu uprawy roli (t/ha)

Sposób uprawy roli	Lata				Średnio
	2016	2017	2018	2019	
Tradycyjny	5,76	7,19	1,63	1,60	4,04
Uproszczony	5,88	7,32	2,00	1,71	4,23
Uprawa pasowa	5,97	7,64	2,03	1,64	4,32
Siew bezpośredni	4,93	6,73	1,88	2,02	3,89
NIR <sub>0,05</sub>	0,26	0,32	0,28	0,18	0,29
Średnio	5,63	7,22	1,89	1,74	-

Tabela 15. Aktywność enzymatyczna gleby w zależności od sposobu uprawy roli

Sposoby uprawy roli	Dehydrogenaza ( $\mu\text{mol TPF/kg}$ s.m. gleby/24h)	Fosfataza kwaśna ( $\mu\text{mol PNP/g/ s.m.}$ gleby/h)	Fosfataza zasadowa ( $\mu\text{mol PNP/g/ s.m.}$ gleby/h)	Ureaza ( $\mu\text{g N-NH}_4^+/\text{g}$ s.m. gleby/18 h)	Katalaza ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{g}$ s.m. gleby / min)
<b>Warstwa 0-10 cm</b>					
Uprawa tradycyjna	3,35	0,05	0,05	21,7	4,79
Uprawa uproszczona	5,02	0,08	0,06	20,6	6,48
Uprawa pasowa	4,54	0,08	0,07	26,5	5,80
Siew bezpośredni	5,88	0,09	0,06	31,0	6,12
NIR <sub>0,05</sub>	0,62	0,02	0,01	2,8	0,42
<b>Warstwa 10-20 cm</b>					
Uprawa tradycyjna	3,70	0,07	0,06	22,5	4,99
Uprawa uproszczona	2,13	0,06	0,06	23,5	4,60
Uprawa pasowa	2,41	0,06	0,06	25,4	4,81
Siew bezpośredni	2,34	0,06	0,06	28,4	4,53
NIR <sub>0,05</sub>	0,58	r.n.	r.n.	2,5	0,49

mów, w glebie do głębokości 10 cm, będących miarą jej żyzności (tab. 15). Badania potwierdzają przydatność mniej kosztownych bezorkowych sposobów uprawy roli pod bobik, o czym świadczą uzyskane efekty produkcyjne.

### Wartość przedplonowa roślin strączkowych dla pszenicy ozimej oraz rzepaku ozimego w warunkach krótkotrwałych uproszczeń w uprawie roli

Doświadczenia polowe w latach 2016-2019 przeprowadzono na polach ZDD Brody, w których jako rośliny przedplonowe dla pszenicy ozimej wysiano 4 gatunki roślin strączkowych [bobik (Albus), soja (Merlin), łubin biały (Butan), groch (Batuta)] oraz pszenicę ozimą w dwóch systemach uprawy roli [tradycyjny (płużny) i uproszczony (bezorkowy)]. W drugiej serii badań na całej powierzchni doświadczenia została wysiana pszenica ozima w układzie czynników jak w roku poprzednim, a w trzeciej serii został wysiany rzepak ozimy. Spośród uprawianych gatunków najwyższym plonem charakteryzował się bobik i groch, a najniższym – łubin biały (tab. 16).

Bezorkowa uprawa roli, w porównaniu do tradycyjnej, obniżyła plon pszenicy i bobiku, odpowiednio o 4,9 i 7,1%. Nie wykazano natomiast niekorzystnego wpływu zastosowania krótkotrwałych uproszczeń w uprawie soi, łubinu białego i grochu. Wśród badanych roślin strączkowych przedplonowych, najwyższą wydajnością białka w nasionach charakteryzowały się bobik i soja.

Plon ziarna pszenicy ozimej po przedplonach strączkowych (bobik, groch, łubin biały), średnio w 3 latach badań, był wyższy o 31,9 – 35,2% (o 2,09 – 2,31 t/ha) w porównaniu do jej uprawy po sobie (tab. 17). Stanowisko po soi dla pszenicy było słabsze niż po innych strączkowych, jednak również nastąpił przyrost plonu ziarna, który wyniósł 17,4% (o 1,14 t/ha). Tradycyjny system uprawy roli nieznacznie zwiększył plonowanie pszenicy ozimej (4,3%; 0,34 t/ha) w porównaniu do jej uprawy w systemie bezorkowym. W warunkach braku nawożenia azotem, średni plon ziarna wyniósł 5,85 t/ha. Zastosowanie azotu (60, 120 i 180 kg N/ha) zwiększyło plon ziarna pszenicy odpowiednio do poziomu 7,85, 9,09 i 9,70 t/ha.

Pszenica ozima we wszystkich latach badań była porażona przez fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła i korzeni oraz łamliwość źdźbeł (tab. 18). Uprawa pszenicy po przedplonach strączkowych, z wyjątkiem sta-

nowiska po bobiku, spowodowała istotne ograniczenie liczby porażonych roślin przez fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła. Nie odnotowano natomiast korzystnego wpływu przedplonów strączkowych na ograniczenie występowania łamliwości źdźbeł. System uprawy roli (tradycyjny i uproszczony) nie wpłynął istotnie na występowanie chorób podstawy źdźbła pszenicy ozimej. Zastosowane nawożenie azotem zwiększyło stopień porażenia przez fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła i łamliwość źdźbeł w porównaniu do obiektu kontrolnego bez nawożenia tym składnikiem.

Na podstawie dwuletniego cyklu badań nad wpływem następczym roślin strączkowych i pszenicy ozimej na plonowanie rzepaku ozimego w uprawie tradycyjnej i uproszczonej stwierdzono brak różnic w ocenie plonowania rzepaku w zależności od wysiewanych 2 lata wcześniej roślin przedplonowych – strączkowych (tab. 19). Wpływ czynników doświadczenia zaznaczył się w większym stopniu jedynie w ocenie zawartości tłuszczu w nasionach w zależności od nawożenia azotem. Wpływ przedplonu, bobiku i grochu okazał się korzystniejszy w kształtowaniu plonu białka i tłuszczu

Tabela 16. Plon ziarna pszenicy ozimej i nasion strączkowych (t/ha) – rośliny przedplonowe

Lata	Pszenica ozima (Batuta)		Bobik (Albus)		Soja (Merlin)		Łubin biały (Butan)		Groch (Batuta)	
	TR	UPR	TR	UPR	TR	UPR	TR	UPR	TR	UPR
2016	6,96	7,87	5,75	5,23	4,12	4,44	2,54	2,80	4,52	4,23
2017	6,87	5,38	6,77	6,32	2,19	2,31	1,33	1,15	6,12	6,05
2018	7,54	7,06	2,31	2,21	2,78	2,77	3,64	3,50	2,95	3,14
Średnio	7,12	6,77	4,94	4,59	3,03	3,17	2,50	2,48	4,53	4,47

TR – tradycyjna uprawa roli; UPR – uproszczona uprawa roli

Tabela 17. Plon ziarna pszenicy ozimej (t/ha) w zależności od przedplonu, systemu uprawy roli i nawożenia azotem

Czynnik	2017	2018	2019	Średnio
<b>Przedplon (A)</b>				
Pszenica ozima	6,56	4,90	7,05	6,17
Bobik	8,65	5,36	8,26	7,42
Soja	7,70	5,81	7,38	6,96
Łubin biały	8,87	5,93	8,09	7,63
Groch	8,83	5,41	8,24	7,49
NIR <sub>0,05</sub>	0,42	0,20	0,15	0,12
<b>System uprawy roli (B)</b>				
Tradycyjny	8,26	5,64	7,91	7,27
Uproszczony	7,92	5,33	7,70	7,00
NIR <sub>0,05</sub>	0,24	0,13	0,10	0,08
<b>Nawożenie azotem kg N/ha (C)</b>				
0	5,85	3,49	6,29	5,21
60	7,85	5,46	7,77	7,03
120	9,09	6,38	8,36	7,94
180	9,70	6,60	8,80	8,37
NIR <sub>0,05</sub>	0,21	0,18	0,14	0,11
Lata (średnio)	8,13	5,48	7,80	-

Tabela 18. Wpływ przedplonu, systemu uprawy roli i nawożenia azotem na porażenie pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła (ZDD Brody, średnio 2017-2019)

Czynnik	Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni		Łamliwość źdźbeł	
	%	Indeks (w skali 0-1)	%	Indeks (w skali 0-1)
<b>Przedplon</b>				
Pszenica ozima	50,7	0,29	35,3	0,17
Bobik	50,0	0,28	39,7	0,18
Soja	39,5	0,22	36,6	0,17
Łubin biały	42,8	0,24	38,4	0,18
Groch	43,6	0,24	34,4	0,17
NIR <sub>0,05</sub>	3,0	0,02	2,6	r.n.
<b>System uprawy roli</b>				
Tradycyjny	46,0	0,26	37,8	0,18
Uproszczony	44,6	0,25	36,0	0,17
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
<b>Nawożenie azotem kg N/ha</b>				
0	39,3	0,21	34,0	0,15
60	48,3	0,28	37,0	0,18
120	46,6	0,26	38,4	0,18
180	47,0	0,27	38,1	0,18
NIR <sub>0,05</sub>	2,7	0,02	2,3	0,01

Tabela 19. Wpływ przedplonu, systemu uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego wysiewanego po pszenicy ozimej (ZDD Brody 2018 i 2019 r.)

Czynnik	Plon nasion (t/ha)		Liczba roślin/m <sup>2</sup>		MTN (g)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
<b>Przedplony pod pszenicę (A)</b>						
Pszenica ozima	0,95	2,49	53,1	68,8	6,23	5,83
Bobik	1,02	2,59	57,3	72,4	6,24	5,83
Soja	0,96	2,40	55,4	71,6	6,14	5,86
Łubin biały	1,01	2,50	58,8	71,6	6,18	5,86
Groch	1,06	2,65	57,0	73,4	5,95	5,83
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
<b>System uprawy roli (B)</b>						
Tradycyjny	1,02	2,67	57,0	73,7	6,08	5,85
Uproszczony	0,98	2,39	55,7	69,5	6,22	5,83
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	0,16	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
<b>Nawożenie azotem kg N/ha (C)</b>						
0	0,74	1,76	59,6	74,3	5,80	6,34
60	1,03	2,51	57,6	72,8	5,91	5,87
120	1,09	2,83	53,4	69,6	6,42	5,59
180	1,14	3,01	54,7	69,6	6,47	5,57
NIR <sub>0,05</sub>	0,18	0,19	2,6	r.n.	0,37	0,23

nasion rzepaku w porównaniu do pozostałych przedplonów. System bezorkowej uprawy spowodował obniżenie plonu białka i tłuszczu w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli.

### Wpływ wybranych szczepionek na plonowanie nowych odmian łubinu żółtego i wąskolistnego

Doświadczenia polowe założono jako dwuczynnikowe, w czterech powtórzeniach, według następującego schematu: czynnik I – odmiana łubinu (wąskolistny: Bolero (PRH Tulce) i Tytan (HR Smolice, Oddział Przebędowo); żółty: Bursztyn (PRH Tulce) i Puma (HR Smolice, Oddział Przebędowo); czynnik II – szczepionki bakterii (bez szczepienia (kontrola); Nitragina z Puław; Nitroflora; HiStick; oprysk po siewie Nitroflora).

Przeprowadzone badania nie potwierdziły skutecznego działania szczepionek na wielkość plonu nasion badanych odmian zarówno u łubinu żółtego, jak i wąskolistnego (tab. 20). Wynik ten wskazuje na obecność w glebie naturalnie występujących szczepów bakterii zawiązujących symbiozę z oboma gatunkami łubinów. W latach prowadzenia badań oceniane odmiany nie różniły się znacząco pod względem uzyskiwanego plonu nasion. Dla łubinu żółtego średnie plony kształtowały się na poziomie od 1,1 do 1,6 t/ha, a dla łubinu wąskolistnego były nieco wyższe i wynosiły od 2,1 do 2,5 t/ha.

### Określenie wpływu następczego trwałych uproszczeń w uprawie roli na plonowanie: pszenżyta ozimego, kukurydzy oraz pszenicy ozimej, po łubinie białym w płodozmianie z 75% udziałem zbóż

Ścisłe doświadczenia polowe z roślinami następczymi, uprawianymi po łubinie białym odmiany Butan, przeprowadzono w latach 2016-2019 w ZDD Złotniki, na polach, gdzie uproszczenia w uprawie roli stosowane są od 21 lat. Doświadczenie to przeprowadzono w płodozmianie czteropolowym z 75% udziałem zbóż. Roślinami następczymi uprawianymi po łubinie białym były: pszenżyto ozime (Witon), kukurydza na ziarno (PR 7905) oraz pszenica ozima (Bogatka).

Średnio dla lat badań, uprawa pszenżyta w systemie uprawy uproszczonej, pozwoliła zwiększyć plonowanie o 43,7%, w odniesieniu do uprawy konwencjonalnej, a w siewie bezpośrednim o 36,7% (tab. 21). Podobne zależności stwierdzono u kukurydzy na ziarno, uprawianej w drugim roku po łubinie białym, u której zwyżka plonu ziarna w siewie bezpośrednim wyniosła +77,8%, a w siewie uproszczonym 53,5%. Taka reakcja pszenżyta ozimego oraz kukurydzy, uprawianych w pierwszym i drugim roku po roślinach strączkowych, potwierdza możliwość stosowania wieloletnich uproszczeń uprawowych w uprawie tych gatunków,

Tabela 20. Plonowanie łubinu w zależności od odmiany i szczepienia nasion (t/ha) w ZDD Gorzyń – średnio 2017-2019

Odmiana	Warianty szczepienia					
	kontrola	Nitragina	Nitroflora szczepienie	Nitroflora oprysk	Hi-Stick	NIR <sub>(0,05)</sub>
<b>Łubin żółty</b>						
Bursztyn	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	r.n.
Puma	1,6	1,5	1,6	1,6	1,5	r.n.
<b>Łubin wąskolistny</b>						
Bolero	2,3	2,1	2,1	2,3	2,2	r.n.
Tytan	2,3	2,5	2,5	2,3	2,5	r.n.

Tabela 21. Wpływ wieloletnich uproszczeń w uprawie roli na plonowanie (t/ha) roślin następczych, uprawianych po łubinie białym w płodozmianie z 75% udziałem zbóż (lata 2017-2019)

System uprawy roli	Lata			Średnio
	2017	2018	2019	
<b>Pszenżyto ozime (pierwszy rok po strączkowych)</b>				
Tradycyjny	3,80	3,64	6,40	3,00 (100%)
Uproszczony	3,81	3,31	5,80	4,31 (+ 43,7%)
Siew bezpośredni	3,24	3,12	5,89	4,10 (+ 36,7%)
<b>Kukurydza (drugi rok po strączkowych)</b>				
Tradycyjny	---	3,35	3,79	3,57 (100%)
Uproszczony	---	3,61	7,35	5,48 (+ 53,5%)
Siew bezpośredni	---	3,70	9,01	6,35 (+ 77,8%)
<b>Pszenica ozima (trzeci rok po strączkowych)</b>				
Tradycyjny	---	---	5,21	5,21 (100%)
Uproszczony	---	---	5,37	5,37 (+ 3,1%)
Siew bezpośredni	---	---	4,65	4,65 (- 10,7%)

co wynika z zatrzymania większej ilości wody w glebie w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Uprawa pszenicy ozimej w warunkach siewu bezpośredniego okazała się najmniej korzystna, ponieważ prowadziła do obniżenia plonowania pszenicy o 10,7%.

### **Określenie wpływu następczego trwałych uproszczeń w uprawie roli na plonowanie pszenicy ozimej oraz rzepaku ozimego, po soi w płodozmianie z 50% udziałem zbóż**

Ścisłe doświadczenia polowe z roślinami następczymi, uprawianymi w różnych latach zmianowania po soi (Merlin), przeprowadzono w latach 2016-2019 w ZDD Żłotniki, w płodozmianie czteropolowym z 50% udziałem zbóż. Roślinami następczymi uprawianymi po soi były: pszenica ozima (Bogatka), rzepak ozimy (F1 Graf) oraz pszenica ozima (Bogatka).

Średnio dla lat badań, stosowanie uproszczeń w uprawie pszenicy ozimej (pierwszy rok po soi), prowadziło do obniżenia plonowania o 5,4% (uprawa uproszczona) oraz 5,0% (siew bezpośredni) (tab. 22). Z kolei w przypadku uprawy pszenicy ozimej, w trzecim roku po

strączkowych, stosowanie uproszczeń w uprawie gleby nie powodowało różnic w plonowaniu lub prowadziło do spadku plonu ziarna, który wyniósł aż 28,8% (siew bezpośredni). Należy podkreślić, że plonowanie pszenicy ozimej w trzecim roku po strączkowych w każdym z systemów uprawy, było zdecydowanie niższe niż pszenicy, uprawianej w pierwszym roku zmianowania. Plonowanie rzepaku ozimego w drugim roku po strączkowych, najkorzystniej wypadło w systemie siewu pasowego (strip tillage), gdzie odnotowana zwyżka plonu w porównaniu do uprawy tradycyjnej wyniosła 20,6%. Wprowadzenie do praktyki rolniczej uzasadnionych zmianowań z udziałem roślin strączkowych, przyczynia się do znacznego ograniczenia stosowania nawozów, szczególnie azotowych, co zgodne jest z ideą rolnictwa zrównoważonego.

Tabela 22. Wpływ wieloletnich uproszczeń w uprawie roli na plonowanie (t/ha) roślin następczych, uprawianych po soi w płodozmianie z 50% udziałem zbóż (lata 2017-2019)

System uprawy roli	Lata			Średnio
	2017	2018	2019	
<b>Pszemica ozima (pierwszy rok po strączkowych)</b>				
Tradycyjny	5,12	2,49	5,08	4,23 (100%)
Uproszczony	5,12	2,13	4,76	4,00 (-5,4%)
Siew bezpośredni	4,51	2,77	4,77	4,02 (-5,0%)
<b>Rzepak ozimy (drugi rok po strączkowych)</b>				
Tradycyjny	---	2,85	2,50	2,67 (100%)
Uproszczony	---	3,10	2,02	2,56 (-4,1%)
Siew pasowy (strip tillage)	---	3,13	3,32	3,22 (+20,6%)
<b>Pszemica ozima + (trzeci rok po strączkowych)</b>				
Tradycyjny	---	---	3,37	3,37 (100%)
Uproszczony	---	---	3,36	3,36 (+0,3%)
Siew bezpośredni	---	---	2,40	2,40 (-28,8%)

## ZADANIE 3.2

### **Produkcyjność i produktywność roślin strączkowych w uprawie konserwującej z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin.**

**Cel zadania:** określenie efektów produkcji nasion roślin strączkowych w uprawie konserwującej, spełniającej wymogi rolnictwa zrównoważonego z uwzględnieniem racjonalniejszego wykorzystania warunków siedliskowych z ukierunkowaniem na powstrzymanie degradacji gleb i wypełnienie obowiązku stosowania integrowanej ochrony.

Cel zadania został zrealizowany poprzez przeprowadzenie szeregu doświadczeń polowych.

#### **Uprawa konserwująca z uwzględnieniem integrowanej ochrony roślin**

Serię dwuczynnikowych, ścisłych doświadczeń polowych, w układzie losowanych podbloków, w czterech powtórzeniach, zrealizowano w latach 2016-2019, w ZDD Brody, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Badania przeprowadzono na glebie płowej o składzie piasków gliniastych, klasy bonitacyjnej IIIb-IVa, kompleksu żyniego bardzo dobrego. W doświadczeniach uprawiano bobik, groch, łubin wąskolistny, łubin biały i soję. Stosowano dwa sposoby uprawy roli: tradycyjna (brona talerzowa z wałem doprawiającym po żniwach, siew międzyplonu, orka przedzimowa na ok. 20 cm, wiosną agregat doprawiający); pasowa uprawa roli (głębokość ok. 20 cm) stosowana późniwie przed wysiewem międzyplonów, a wiosną grochu. Drugim czynnikiem badawczym był gatunek rośliny uprawianej w międzyplonie ścierniskowym przed uprawą grochu (obiekt kontrolny bez międzyplonu, facelia błękitna, żyto ozime, rzodkiew oleista).

Sposób uprawy roli u większości badanych gatunków nie modyfikował plonu nasion, poza łubinem białym, gdzie uzyskana różnica była niewielka na korzyść uprawy tradycyjnej (tab. 23). Zastosowanie międzyplonów nie miało wpływu na plonowanie bobiku, łubinu białego i łubinu wąskolistnego. W uprawie grochu wzrost plonu w stosunku do kontroli (bez międzyplonu) uzyskano po facelii i rzodkwi oleistej, a w uprawie – soi po rzodkwi oleistej. Zastosowanie żyta ozimego wymaga większej ostrożności, ze względu na „żywe rośliny” pozostałe po zimie i utrudniające siew, co negatywnie odbiło się na plonach w pierwszym roku i miało wpływ na ostateczny wynik z tej kombinacji. Biorąc pod uwagę niższe koszty uprawy konserwującej (pasowej), można stwierdzić, że nadaje się ona do stosowania w uprawie tych gatunków.

#### **Produkcyjność bobiku, grochu, łubinu białego, łubinu wąskolistnego i soi w warunkach uprawy tradycyjnej i pasowej (strip tillage) w doświadczeniach łanowych**

Przeprowadzono 5 doświadczeń łanowych, jednoczynnikowych, jednopowtórzeniowych, według schematu, w którym poziom czynnika stanowiły: I. uprawa tradycyjna orkowa i siew tradycyjny w rzędy 12,5 cm po międzyplonie facelii (kontrola); II. uprawa tradycyjna orkowa, siew pasowy (strip tillage) w rzędy co 33,4 cm bez międzyplonu facelii; III. uprawa uproszczona (bezorkowa) po facelii, siew pasowy (strip tillage) w rzędy co 33,4 cm; IV. siew pasowy (strip tillage) bezpośrednio

Tabela 23. Plony nasion bobiku, grochu, łubinu białego, łubinu wąskolistnego i soi (t/ha) w zależności od sposobów uprawy roli i gatunków uprawianych w międzyplonie

Uprawa roli (A)	Międzyplon (B)				Średnio
	obiekt kontrolny	facelia błękitna	żyto ozime	rzodkiew oleista	
<b>Bobik</b>					
Uprawa tradycyjna	3,28	3,35	3,62	3,45	3,42
Uprawa pasowa	3,68	3,58	3,31	3,61	3,54
Średnio	3,48	3,46	3,46	3,53	-
NIR <sub>0,05</sub>	A – r.n.; B – r.n.; B/A – 0,43; A/B – 0,38				
<b>Groch</b>					
Uprawa tradycyjna	3,52	3,73	3,69	3,87	3,70
Uprawa pasowa	3,28	3,85	3,59	3,86	3,64
Średnio	3,40	3,79	3,64	3,87	-
NIR <sub>0,05</sub>	A – r.n.; B – 0,30; B/A – r.n.; A/B – r.n.				
<b>Łubin biały</b>					
Uprawa tradycyjna	3,55	3,63	3,42	3,34	3,48
Uprawa pasowa	3,20	3,28	3,36	3,34	3,30
Średnio	3,38	3,45	3,39	3,34	-
NIR <sub>0,05</sub>	A – 0,18; B – r.n.; B/A – r.n.; A/B – r.n.				
<b>Łubin wąskolistny</b>					
Uprawa tradycyjna	2,11	2,12	2,10	2,07	2,10
Uprawa pasowa	2,14	2,21	2,14	1,94	2,11
Średnio	2,12	2,17	2,12	2,00	-
NIR <sub>0,05</sub>	A – r.n.; B – r.n.; B/A – r.n.; A/B – r.n.				
<b>Soja</b>					
Uprawa tradycyjna	3,21	3,16	3,28	3,49	3,29
Uprawa pasowa	2,96	3,15	3,03	3,19	3,08
Średnio	3,09	3,16	3,16	3,34	-
NIR <sub>0,05</sub>	A – r.n.; B – 0,22; B/A – r.n.; A/B – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna



Rysunek 1. Międzyplon z facelii – ZDD Brody 17.10.2018 r. Autor: J. Szukała



Rysunek 2. Tradycyjna uprawa roli oraz siew tradycyjny soi w rzędy co 12,5 cm – ZDD Brody 26.04.2017 r. Autor: J. Szukała



Rysunek 3. Siew pasowy soi (strip tillage) w rzędy co 33,4 cm bezpośrednio w ściernisko po pszenicy – ZDD Brody 26.04.2017 r. Autor: J. Szukała



Rysunek 4. Soja, wysiana pasowo (strip tillage) bezpośrednio w ściernisko – ZDD Brody 13.06.2019 r. Autor: J. Szukała

w mulcz po facelii; V. siew pasowy (strip tillage) bezpośrednio w ściernisko po pszenicy ozimej, bez międzyplonu facelii.

Bobik najwyższej plonował w siewie pasowym w ściernisko (3,9 t/ha) oraz w uprawie tradycyjnej (3,8 t/ha) (tab. 24). W porównaniu z uprawą tradycyjną orkową, tradycyjna uprawa z siewem pasowym powodowała spadek plonu nasion o 0,7 t/ha tj. 18,4%, a plonu białka o 225 kg/ha (22%). W uprawie grochu siewnego najwyższe plony nasion i białka uzyskano w uprawie tradycyjnej orkowej, a największy spadek tych plonów, w porównaniu do uprawy

orkowej, odnotowano na obiekcie z siewem pasowym w mulcz. Najkorzystniejszym pod względem plonowania w uprawie łubinu białego był wariant z uprawą uproszczoną (bezorkową) po facelii, siew pasowy (strip tillage) w rzędy co 33,4 cm (3,5 t/ha), natomiast najniższe plony nasion i białka stwierdzono na obiekcie z uprawą tradycyjną orkową i siewem tradycyjnym w rzędy 12,5 cm po międzyplonie facelii (2,6 t/ha) oraz w warunkach siewu pasowego (strip tillage) bezpośrednio w ściernisko po pszenicy ozimej, bez międzyplonu facelii.

Najmniejszą zmienność plonów nasion w zależności od rodzaju zastosowanej uprawy oraz siewu odnotowano w uprawie łubinu białego i soi. W przypadku łubinu białego plon nasion wahał się w przedziale od 2,0 t/ha przy wariantach pierwszym i trzecim, do 2,3 t/ha przy wariantach pierwszym, trzecim i piątym, z kolei u soi od 2,3 t/ha (wariant III i IV) do 2,5 t/ha (wariant IV).

Reasumując, uprawa uproszczona oraz siew pasowy mogą być z powodzeniem stosowane w uprawach bobiku, łubinu białego i wąskolistnego oraz soi, nie powodując obniżki ich plonowania. Siew pasowy (strip tillage), jako przyjazny dla środowiska, zgodny z zasadami rolnictwa zrównoważonego oraz integrowanej ochrony roślin, można uznać za agrotechniczny czynnik łagodzący skutki suszy występującej w okresie wegetacji strączkowych.

Tabela 24. Plony nasion i białka strączkowych w zależności od technologii uprawy (t/ha) w ZDD Brody – średnio 2017–2019

Technologia uprawy	Gatunek									
	bobik		groch siewny		łubin biały		łubin wąskolistny		soja	
	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka
I	3,8	1023	4,9	918	2,6	669	2,3	589	2,4	768
II	3,1	798	4,7	890	3,0	818	2,0	515	2,4	737
III	3,7	1014	4,6	848	3,5	968	2,3	619	2,3	732
IV	3,6	942	4,2	810	3,1	939	2,1	549	2,5	802
V	3,9	1076	4,5	876	2,7	764	2,3	623	2,3	765
NIR <sub>(0,05)</sub>	0,45	135,8	0,28	53,2	0,26	87,2	0,24	63,3	0,18	r.n.

Tabela 25. Dochód rolniczy uprawy strączkowych w zależności od zastosowanej technologii uprawy roli (zł/ha)

Technologia uprawy	Gatunek				
	bobik	groch siewny	łubin biały	łubin wąskolistny	soja
I	1 624	<b>2 946</b>	1 307	700	<b>1 616</b>
II	1 385	2 643	1 027	392	1 159
III	1 548	2 434	<b>1 708</b>	578	1 083
IV	1 566	2 249	1 401	586	1 441
V	<b>2 010</b>	2 651	1 309	<b>935</b>	1 499
Średnio	1 627	2 585	1 350	638	1 359

O dochodzie decydował przede wszystkim poziom plonowania roślin strączkowych (tab. 25). Najbardziej opłacalny w uprawie bobiku i łubinu wąskolistnego okazał się wariant z siewem pasowym w ściernisko, w uprawie grochu siewnego i soi – uprawa tradycyj-

na orkowa, natomiast dla łubinu białego – uprawa uproszczona z siewem pasowym (strip tillage) w rzędy co 33,4 cm. Spośród gatunków najbardziej opłacalna była uprawa grochu siewnego (2 585 zł/ha), a najmniej – łubinu wąskolistnego (638 zł/ha).

### ZADANIE 3.3

#### Rozmieszczenie roślin w łanie a rozwój, plonowanie i jakość nasion najplenniejszych odmian grochu, bobiku, łubinu i soi w różnych regionach kraju

**Cel zadania:** waloryzacja warunków siedliskowych kraju do uprawy roślin strączkowych uwzględniająca określenie wpływu terminu i gęstości siewu w kształtowaniu struktury łanu, wielkości i jakości plonu nasion najplenniejszych odmian wybranych gatunków strączkowych w różnych regionach kraju oraz zwiększenie metodami agrotechnicznymi wykorzystania potencjału biologicznego najplenniejszych odmian grochu, bobiku, łubinu i soi.

Cel zadania został zrealizowany poprzez szereg doświadczeń polowych i laboratoryjnych.

#### **Waloryzacja warunków siedliskowych kraju dla uprawy roślin strączkowych, uwzględniająca określenie wpływu rozstawy międzyrzędzi oraz gęstości siewu w kształtowaniu struktury łanu najplenniejszych odmian grochu, bobiku, łubinu oraz soi.**

Wśród gatunków oraz zalecanych do uprawy praktycznie rolniczej odmian roślin strączkowych występuje duże zróżnicowanie pod względem morfologicznym, co stwarza znaczne problemy z uzyskaniem optymalnego zwarcia łanu roślin, przy którym plonowanie danego gatunku i odmiany byłoby najwyższe. Dlatego w celu zweryfikowania dotychczasowych norm wysiewu dla poszczególnych gatunków roślin strączkowych, w sześciu regionach kraju: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, warmińsko-mazurskim, lubelskim, podkarpackim oraz wielkopolskim w latach 2016-2019,

przeprowadzono 24 doświadczenia polowe z grochem siewnym, bobikiem, łubinem białym i soją. We wszystkich regionach doświadczenia założono według tej samej metodyki. Testowano te same odmiany, które pochodziły z tej samej partii wyprodukowanych nasion o tej samej zdolności kiełkowania. W doświadczeniach badano reakcję ważnych gospodarczo gatunków roślin strączkowych (groch siewny – Batuta, bobik – odmiana niskotaninowa Albus, łubin biały – odmiana tradycyjna Butan oraz soja – Merlin), na zróżnicowaną rozstawę rzędów oraz gęstość siewu.

Przeprowadzone badania wskazują na znaczne zróżnicowanie plonów nasion oraz białka testowanych gatunków roślin strączkowych (grochu siewnego, bobiku, łubinu białego oraz soi) w zależności od regionu kraju (tab. 26-28). Wyniki czteroletnich badań polowych wykazały, że w każdym regionie Polski, siedlisko pełni bardzo ważną funkcję plonotwórczą względem roślin strączkowych będących w uprawie, a jego zasoby są ograniczone nie tylko przez zawartość dostępnych dla roślin składników pokarmowych, ale również wody. Dlatego bardzo ważne jest, w istniejących agrocenozach, pełne wykorzystanie naturalnych zasobów środowiska. Zebrane z przeprowadzonych doświadczeń polowych wyniki badań, pozwoliły na precyzyjne rozpoznanie interakcji genotypowo-środowiskowej dla badanych gatunków roślin strączkowych. W przypadku uprawy grochu siewnego, lepszych efektów ekonomicznych uprawy w każdym regionie kraju upatrywać można poprzez zmniejszenie kosztocłonnego elementu, jakim są nakłady ponoszone przez producentów rolnych na materiał siewny. Przy obniżonej normie wysiewu do 70 roślin na 1 m<sup>2</sup>, możliwe jest uzyskanie zadowalającego plonu nasion oraz białka grochu na podobnym poziomie, jak przy obsadzie 90 i 110 roślin na 1 m<sup>2</sup>.

Podobnych efektów można oczekiwać w przypadku uprawy bobiku niskotaninowej odmiany Albus, u której szersze międzyrzędzia i mniejsza obsada roślin pozwalały dzięki samoregulacji łanu osiągnąć taki sam plon nasion, jak uprawa w łanie bardziej zwartym. Wyjątek stanowiły regiony podkarpacki oraz warmińsko-mazurski, gdzie ze względu na wielkość plonu, uzasadnione jest stosowanie większej obsady roślin (75 szt./m<sup>2</sup>). Taka reakcja genotypowo-środowiskowa bobiku w tych regionach kraju, spowodowana była lepszymi warunkami wilgotnościowymi gleby oraz uprawą tego gatunku na bardziej żyznych glebach, co przełożyło się na wyższą plonu nasion i zrekom-

pensowało nakłady poniesione na zakup materiału siewnego.

Natomiast w przypadku uprawy łubinu białego, nadmierne rozrzedzenie łanu (uprawa w szerszych międzyrzędziach), prowadziło w większości regionów Polski do spadku plonu nasion. Prawdopodobnie, taka reakcja była spowodowana faktem, że rośliny łubinu białego tej odmiany charakteryzują się pędami bocznymi, które nie wykazują nadmiernej bujności, co nie zostało zrekomensowane większą liczbą strąków oraz nasion na roślinie. Zwyżki plonu nasion dla łubinu, można było się spodziewać przy zwiększeniu liczby roślin na jednostce powierzchni do 90 szt./m<sup>2</sup>. Jak wskazują

Tabela 26. Plon nasion (t/ha) roślin strączkowych w zależności od zastosowanej rozstawy rzędów

Region kraju	Rozstawa rzędów (cm)	Gatunek			
		groch siewny	bobik	łubin biały	soja
Podkarpacki	15	3,78	3,86	4,10	4,83
	30	3,45	3,63	3,94	4,76
Lubelski	12	2,18	1,50	2,73	2,04
	36	2,00	1,43	2,51	2,01
Dolnośląski	15	2,75	3,13	2,89	2,22
	30	2,76	3,16	2,75	2,21
Wielkopolski	15	3,09	2,63	0,90	2,50
	35	2,80	2,44	1,20	2,43
Kujawsko-pomorski	16	4,04	4,17	3,93	3,54
	32	3,93	4,11	3,97	3,74
Warmińsko-mazurski	12,5	5,16	3,51	3,49	3,68
	25	4,52	3,17	3,39	3,77

Tabela 27. Plon białka (kg/ha) roślin strączkowych w zależności od zastosowanej rozstawy rzędów

Region kraju	Rozstawa rzędów (cm)	Gatunek			
		groch siewny	bobik	łubin biały	soja
Podkarpacki	15	852,0	1 187,0	1 415,0	1 769,0
	30	777,0	1 167,0	1 379,0	1 788,0
Dolnośląski	15	572,0	816,0	787,0	656,0
	30	569,0	826,0	750,0	653,0
Wielkopolski	15	610,0	666,0	243,0	810,0
	35	568,0	603,0	328,0	782,0
Kujawsko-pomorski	16	908,0	1 193,0	1 343,0	1 830,0
	32	870,0	1 199,0	1 361,0	1 890,0
Warmińsko-mazurski	12,5	775,0	863,0	1 039,0	983,0
	25	670,0	791,0	996,0	1 014,0

Tabela 28. Plon nasion (t/ha) oraz białka (kg/ha) roślin strączkowych w zależności od zastosowanej obsady roślin na jednostce powierzchni

Region kraju	Groch siewny					
	obsada roślin					
	70 szt./m <sup>2</sup>		90 szt./m <sup>2</sup>		110 szt./m <sup>2</sup>	
	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka
Podkarpacki	3,51	797,0	3,66	823,0	3,67	824,0
Lubelski	2,01	---	2,10	---	2,16	---
Dolnośląski	2,68	559,0	2,83	578,0	2,76	575,0
Wielkopolski	2,89	579,0	3,05	608,0	3,01	579,0
Kujawsko-pomorski	4,06	890,0	3,99	890,0	3,91	888,0
Warmińsko-mazurski	4,78	717,0	4,87	723,0	4,87	728,0
	Bobik					
	45 szt./m <sup>2</sup>		60 szt./m <sup>2</sup>		75 szt./m <sup>2</sup>	
Podkarpacki	3,53	1 107,0	3,80	1 194,0	3,91	1 230,0
Lubelski	1,40	---	1,48	---	1,53	---
Dolnośląski	3,02	785,0	3,20	837,0	3,22	841,0
Wielkopolski	2,54	648,0	2,50	641,0	2,50	615,0
Kujawsko-pomorski	4,02	1 168,0	4,21	1 203,0	4,20	1 218,0
Warmińsko-mazurski	3,06	754,0	3,44	850,0	3,54	876,0
	Łubin biały					
	60 szt./m <sup>2</sup>		75 szt./m <sup>2</sup>		90 szt./m <sup>2</sup>	
Podkarpacki	3,97	1 372,0	3,99	1 381,0	4,10	1 438,0
Dolnośląski	2,75	750,0	2,85	773,0	2,87	782,0
Wielkopolski	1,0	259,0	1,10	296,0	1,20	301,0
Kujawsko-pomorski	3,95	1 348,0	3,95	1 350,0	3,96	1 358,0
	50 szt./m <sup>2</sup>		70 szt./m <sup>2</sup>		90 szt./m <sup>2</sup>	
Lubelski	2,54	---	2,65	---	2,67	---
Warmińsko-mazurski	3,13	949,0	3,54	1 030,0	3,66	1 074,0
	Soja					
	70 szt./m <sup>2</sup>		90 szt./m <sup>2</sup>		110 szt./m <sup>2</sup>	
Podkarpacki	4,55	1 741,0	4,51	1 802,0	4,53	1 792,0
Dolnośląski	2,13	635,0	2,23	663,0	2,30	671,0
Wielkopolski	2,46	789,0	2,42	788,0	2,50	812,0
Kujawsko-pomorski	3,68	1 934,0	3,58	1 780,0	3,70	1 866,0
Warmińsko-mazurski	3,31	902,0	3,74	1 046,0	4,10	1 140,0
	50 szt./m <sup>2</sup>		75 szt./m <sup>2</sup>		110 szt./m <sup>2</sup>	
Lubelski	1,80	---	2,06	---	2,22	---

uzyskane wyniki, w przypadku uprawy łubinu białego zachowanie optymalnej zwartości ładu roślin podczas wegetacji stanowi jeden z zasadniczych czynników decydujących o wielkości plonu nasion.

Na Warmii i Mazurach, Kujawach i Pomorzu oraz Podkarpaciu, czyli w rejonach o większej sumie opadów atmosferycznych w sezonie i nieco lepszych warunkach glebowych, warto rozważyć uprawę soi odmiany Merlin, w ładzie mniej zwartej (szersze międzyrzędzia) co może sprzyjać uzyskaniu potencjalnie wyższego plonu nasion oraz białka. Soja uprawiana w rozrzedzonym ładzie, jako gatunek „plastyczny” lepiej może wypełnić przestrzeń ładu co ma przełożenie na wielkość plonu nasion. Natomiast w pozostałych regionach Polski, charakteryzujących się gor-

szymi warunkami siedliskowymi (słabe gleby i brak opadów), uprawa soi w szerszych międzyrzędziach nie prowadziła do wzrostu plonu. Ponadto, wyniki badań przeprowadzonych na terenie całego kraju wskazują, że obsada roślin soi wynosząca 110 szt./m<sup>2</sup> wydaje się być optymalna dla uzyskiwanej wielkości i jakości plonu nasion.

W związku z powyższym, zalecane przez hodowców ilości wysiewu poszczególnych gatunków roślin strączkowych (groch siewny, bobik, łubin biały oraz soja), które zostały wyznaczone na podstawie pojedynczych doświadczeń nie uwzględniających zróżnicowania klimatyczno-glebowego kraju, powinny zostać zweryfikowane i dostosowane do poszczególnych regionów kraju oraz gatunku i odmiany rośliny strączkowej.

### ZADANIE 3.4

#### Efekty stosowania bioregulatorów oraz diagnostyka patogenów grzybowych zasiedlających nasiona roślin strączkowych uprawianych w warunkach integrowanej ochrony roślin.

Cel zadania: ocena wpływu stosowania bioregulatorów i nawozów dolistnych na produktywność i jakość nasion roślin strączkowych poprzez określenie optymalnej dawki i sposobu zastosowania w uprawie, ocena zdrowotności poszczególnych części anatomicznych nasion bobiku, grochu siewnego, łubinu oraz soi, ocena potencjału toksynotwórczego grzybów z rodzaju *Fusarium* zasiedlających anatomiczne części nasion.

Cel zadania został zrealizowany poprzez szereg doświadczeń polowych i laboratoryjnych.

#### Zastosowanie bioregulatorów i nawozów dolistnych w roślinach strączkowych uprawianych w warunkach integrowanej ochrony roślin.

Doświadczenia polowe z łubinem białym, grochem siewnym oraz soją przeprowadzono jako jednoczynnikowe w latach 2016-2019, na polach ZDD Gorzyń,

w 4 powtórzeniach. Poziomy czynnika badawczego stanowiły: kontrola; Tytanit (mineralny stymulator wzrostu); Optysil (preparat zawierający aktywny krzem w pełni przyswajalny przez rośliny); Metalosate Potassium (potas + aminokwasy); Rooter/ Goteo; Bolero Mo (nawóz borowy z molibdenem); ADOB Zn IDHA (schelatowany cynk); ADOB B (wysoka zawartość boru); ADOB 2.0 Mo (wysoka zawartość molibdenu).

Doświadczenia wykazały najlepsze efekty w uprawie grochu, w którym po aplikacji Rooter, Bolero Mo, ADOB 2.0 Mo, a zwłaszcza Optysil, zbierano istotnie większy plon nasion niż z obiektu kontrolnego. Pozostałe kombinacje plonowały na poziomie kontroli (tab. 29). Poprawę dostępności fosforu w glebie i obniżenie w stosunku do kontroli poziomu aktywności fosfatazy kwaśnej odnotowano po zastosowaniu Tytanitu, Metalosate Potassium i nieznacznie po ADOB 2.0 Mo.

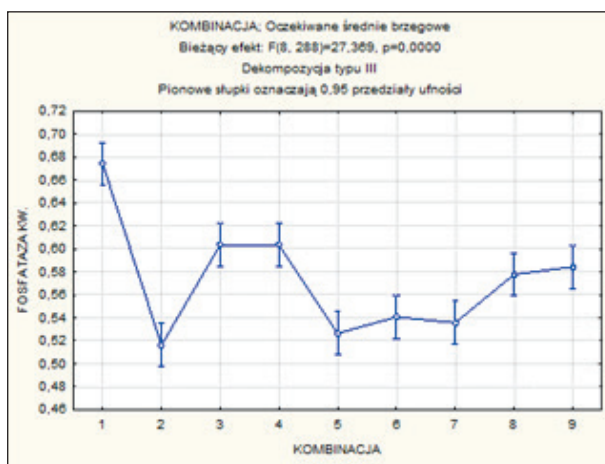
Z kolei badania przeprowadzone z łubinem białym oraz soją, wykazały brak istotnego wpływu stosowanych bioregulatorów na wielkość plonu nasion. Po zastosowaniu w uprawie tych gatunków, badanych preparatów nastąpiło korzystne obniżenie w stosunku

Tabela 29. Plon nasion grochu siewnego, łubinu białego i soi w zależności od bioregulatora (t/ha)

Kombinacja	Groch siewny	Łubin biały	Soja
Kontrola	2,84 cd	1,39	2,22
Tytanit	2,90 bc	1,41	2,23
Optysil	2,99 a	1,40	2,37
Metalosate Potassium	2,76 d	1,35	2,19
Rooter/ Goteo	2,93 ab	1,37	2,36
Bolero Mo	2,93 ab	1,31	2,16
ADOB Zn IDHA	2,89 bc	1,35	2,30
ADOB B	2,89 bc	1,23	2,28
ADOB 2.0 Mo	2,93 ab	1,26	2,28
Wartość p	0,000	0,735	0,192

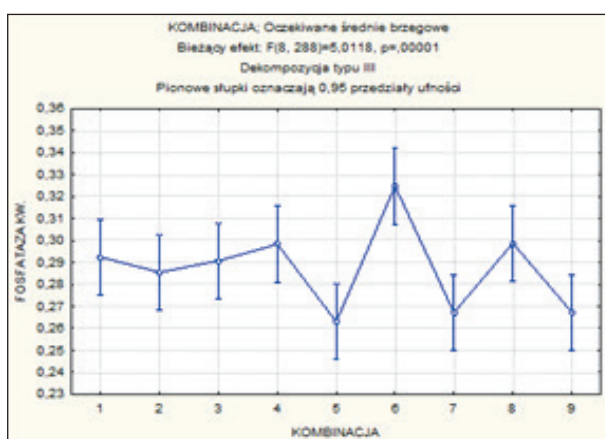
- brak grup jednorodnych oznacza brak istotnych różnic na poziomie  $p < 0,05$ , a, b-grupy jednorodne (test Duncana,  $p < 0,05$ )

do wariantu kontrolnego, poziomu aktywności fosfatazy kwaśnej, a zatem zwiększenie dostępności fosforu dla roślin (rys. 5 – 6). Ponadto wszystkie bioregulatory oraz nawozy zwiększyły aktywność nitrogenazy u bakterii wchodzących w symbiozę z soją. Po aplikacji Tytanitu wykazano podwyższony poziom wskaźnika żywności gleby BIF, w stosunku do wariantu kontrolnego, z kolei najwyższy po zastosowaniu Metalosate Potassium, natomiast najniższy po nawożeniu ADOBE 2.0 Mo.



1. Kontrola; 2. Tytanit; 3. Optysil; 4. Metalosate Potassium; 5. Rooter; 6. Bolero Mo; 7. ADOB Zn IDHA; 8. ADOB B; 9. ADOB 2.0 Mo

Rysunek 5. Aktywność fosfatazy kwaśnej po aplikacji bioregulatorów oraz nawozów dolistnych w soi



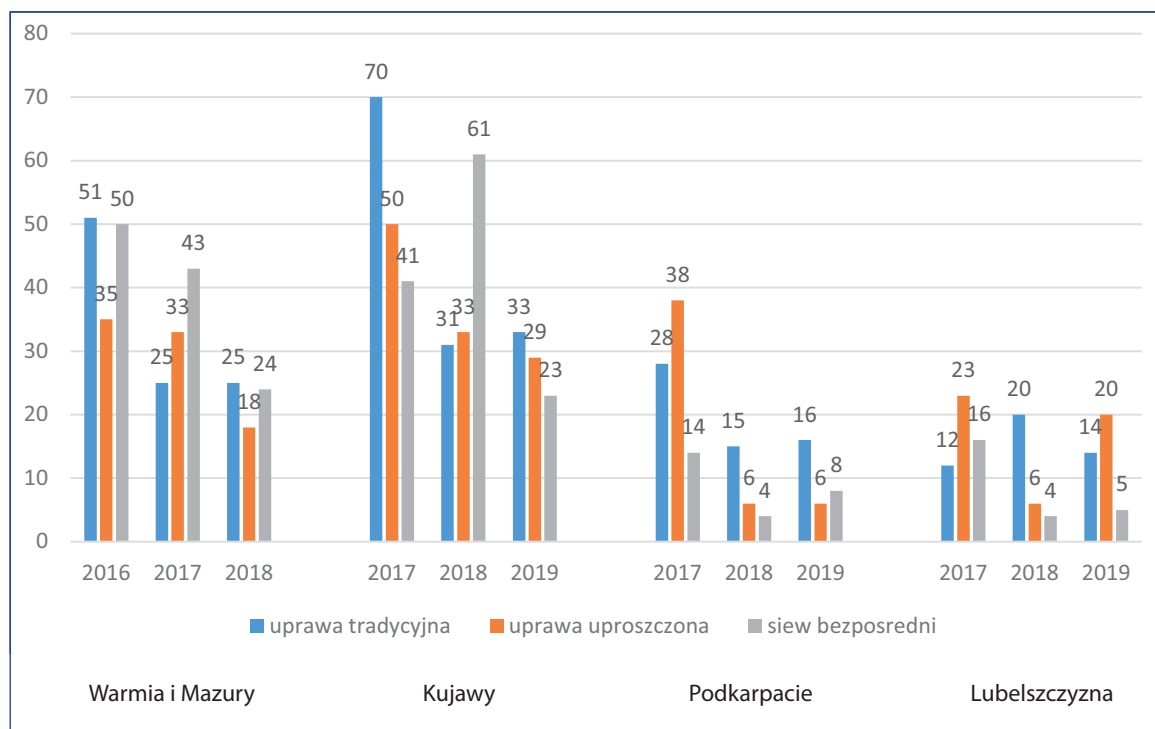
1. Kontrola; 2. Tytanit; 3. Optysil; 4. Metalosate Potassium; 5. Rooter; 6. Bolero Mo; 7. ADOB Zn IDHA; 8. ADOB B; 9. ADOB 2.0 Mo

Rysunek 6. Wpływ bioregulatorów oraz nawozów dolistnych na poziom aktywności fosfatazy kwaśnej w łubinie białym

## Diagnostyka patogenów grzybowych zasiedlających nasiona roślin strączkowych uprawianych w warunkach integrowanej ochrony roślin

Badania przeprowadzono w latach 2016-2019 na nasionach zebranych w doświadczeniach polowych w 5 regionach kraju: Dolnego Śląska, Kujaw, Podkarpacia, Warmii i Mazur oraz Wielkopolski. Stwierdzono, że nasiona roślin strączkowych były zasiedlone przez grzyby saprotroficzne i patogeniczne, które były reprezentowane przez kluczowe z gospodarczego punktu widzenia gatunki: *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., *Botrytis* spp. i *Ascochyta* spp. Nasiona grochu i bobiku były w mniejszym stopniu zasiedlone przez grzyby aniżeli nasiona soi, przy czym nasiona soi, pochodzące ze wszystkich regionów Polski, były zasiedlone przez grzyby rodzaju *Fusarium*.

Podobnie nasiona trzech gatunków łubinu były zasiedlone przez toksynotwórcze grzyby rodzaju *Fusarium*, a także *Colletotrichum lupini*. Największym porażeniem charakteryzowały się nasiona łubinu żółtego z Wielkopolski w roku 2017 oraz w mniejszym nasileniu w roku 2018. Grzyby saprotroficzne zasiedlające nasiona roślin strączkowych nie mają bezpośrednio wpływu na ilość i jakość uzyskiwanych plonów, ale w warunkach nadmiernej wilgotności mogą uszkadzać materiał nasienny. Patogeny rodzaju *Fusarium* oraz *Colletotrichum* obecne w nasionach mogą wpływać negatywnie na kiełkowanie nasion, powodując ich zamieranie, zgorzele siewek, a w konsekwencji zaburzają wzrost i rozwój roślin. *Colletotrichum lupini* nie tylko obniża plon, zanieczyszcza nasiona przeznaczone na paszę, ale stanowi zagrożenie dla materiału siewnego, który jest głównym źródłem infekcji dla przyszłych upraw. Ponadto obecność grzybów rodzaju *Fusarium* oraz gatunku *Penicillium verrucosum* w nasionach może mieć negatywny wpływ na jakość śruty przeznaczonej na paszę dla zwierząt ze względu na potencjalną możliwość syntezy niebezpiecznych mykotoksyn. Gatunek *Penicillium verrucosum* w największych ilościach został zidentyfikowany w nasionach roślin strączkowych w re-



Rysunek 7. Liczba izolatów grzybów na nasionach soi odmiany Merlin, pochodzących z różnych technologii uprawy i różnych rejonów Polski

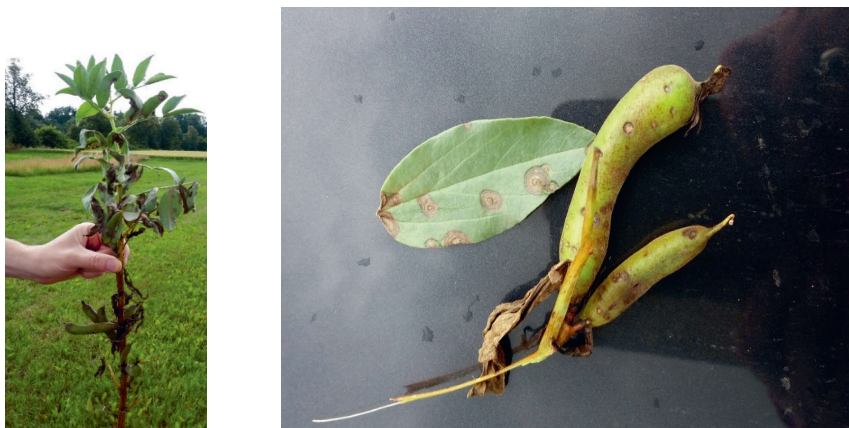
gionie Warmii i Mazur, Podkarpacia i Dolnego Śląska (tab. 30).

Nie wykazano jednoznacznego wpływu badanych czynników agrotechnicznych na zasiedlenie nasion grzybami, stwierdzono natomiast, że większe znaczenie miała lokalizacja upraw (warunki meteorologiczne).

Analizy mikologiczne nasion wykazały, że w największym stopniu porażone przez grzyby były nasiona pochodzące z Kujaw oraz Warmii i Mazur (rys. 7).

Spośród badanych odmian soi w różnych regionach Polski wykazano największe porażenie nasion w regionie Kujaw, szczególnie w roku 2017 w przypadku odmiany Lissabon i Merlin. W roku 2017 i 2018 niemal w każdej lokalizacji (za wyjątkiem Mazowsza) na nasionach każdej badanej odmiany występowa-

ły grzyby rodzaju *Fusarium*. Również w 2019 r. grzyb rodzaju *Fusarium* porażał nasiona soi, szczególnie w Wielkopolsce. Wykorzystana w badaniach metoda qPCR dała możliwość ilościowego określenia materiału genetycznego niepożądanego patogena w nasionach roślin strączkowych. Uzyskane wyniki przyczyniły się także do wzbogacenia banku patogenów roślin strączkowych, co pozwoli na efektywniejsze prowadzenie hodowli odpornościowej nowych odmian z uwzględnieniem specyficznych warunków klimatyczno-glebowych występujących w różnych regionach kraju. W miarę zwiększania powierzchni uprawy roślin strączkowych wskazane jest również prowadzenie monitoringu zdrowotności upraw, co pozwoli we właściwym czasie zapobiec ograniczeniu występowania groźnych patogenów.



Rysunek 8. Bobik porażony przez *Ascochyta fabae* – askochytoza bobiku (doświadczenie z obsadą i rozmieszczeniem roślin w łanie), Wielkopolska, 2017 r. Autor: A. Pszczółkowska



Rysunek 9. Łubin żółty porażony przez *Colletotrichum lupini* – antraknoza łubinu, Wielkopolska, 2017 r. Autor: A. Pszczółkowska



Groch, doświadczenie z obsadą, Wielkopolska Groch, doświadczenie z obsadą, Dolnośląskie  
Rysunek 10. Groch porażony przez *Fusarium* spp., 2017 r. Autor: A. Pszczółkowska

Tabela 30. Diagnostyka grzybów z rodzaju *Penicillium* z nasion roślin strączkowych metodą qPCR przy różnej rozstawie międzyrzędzi o różnej obsadzie roślin na 1m<sup>2</sup>

Próba nasion	Penicillium verrucosum (metoda qPCR)								
	Olsztyn			Rzeszów			Wrocław		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
GROCH BATUTA									
12,5/70 (15/70)	+	+	+	+/-	+/-	-	+	++	-
12,5/90 (15/90)	+	+	+	-	-	+	+	++	-
12,5/110 (15/110)	+	+	+	-	-	+	+	++	-
25/70 (30/70)	+	+	+	-	+/-	-	+	+	+
25/90 (30/90)	+	+	+	-	+/-	+	+	+	+
25/110 (30/110)	+	+	-	+/-	+/-	+	+	+	-
ŁUBIN BIAŁY BUTAN									
30/50	-	-	+	-	+/-	++	-	-	+
30/70	-	-	-	-	-	+	-	-	+
30/90	-	-	+	-	-	+	-	-	-
15/50	-	-	+	-	-	+	+++	-	-
15/70	-	-	+	-	-	+	-	-	-
15/90	-	-	+	-	-	-	-	-	+
BOBIK ALBUS									
30/45	-	-	+	-	-	-	-	+	+
30/60	-	+/-	-	-	-	-	-	+/-	+
30/75	-	-	-	-	-	-	-	+	+
15/45	-	+/-	+	-	-	+	-	-	+
15/60	-	-	+	+/-	-	-	+	+	+
15/75	-	-	-	-	-	+	+	+	+
SOJA MERLIN									
12,5/70 (15/70)	++	+	+	+	-	+	-	-	+
12,5/90 (15/90)	+	-	+	+	+/-	+/-	-	-	+
12,5/110 (15/110)	+	+/-	+	+	+/-	+	+	-	+
25/70 (30/70)	+	+	+	+	-	-	+	-	+
25/90 (30/90)	+	+	+	+	-	+	-	+	+
25/110 (30/110)	+	+	+	+	-	-	-	+	+

**ZADANIE 3.5****Określenie możliwości uprawy ozimych form roślin strączkowych, uprawy pasowej oraz efektów stosowania hydrożeli w warunkach agroklimatycznych Polski**

Cel zadania: poszukiwanie sposobów uprawy zimujących form grochu, bobiku i łubinu białego w warunkach Polski poprzez ocenę zimotrwałości ozimych form wybranych gatunków i odmian roślin strączkowych. Określenie produkcyjnych i ekonomicznych efektów zastosowania uprawy pasowej w agrotechnice grochu, bobiku, łubinu i soi na cechy jakościowe nasion oraz określenie wpływu hydrożeli na wzrost, rozwój i plonowanie oraz efekty ekonomiczne uprawy wybranych gatunków roślin strączkowych na glebach lżejszych.

Cel zadania został zrealizowany poprzez szereg doświadczeń polowych i laboratoryjnych.

### **Wpływ terminu siewu ozimych odmian bobiku i grochu na przezimowanie i produktywność roślin**

Ścisłe, dwuczynnikowe doświadczenia polowe z wybranymi odmianami bobiku i grochu przeprowadzono w latach 2016-2019 na polach SB UTP w Bydgoszczy, na glebie płowej, klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Czynniki doświadczeń stanowiły odmiana (tab. 31) oraz termin siewu (III dekada września, II i III dekada października oraz siew w okresie wiosennym tj. II druga dekada marca).

Rośliny grochu okazały się bardziej odporne na niską temperaturę w okresie zimowania niż bobiku. Wynika to zapewne ze znacznie mniejszej masy wegetatywnej grochu, przy czym niska temperatura w okresie jesienno-zimowym powodowała wymarznącie roślin, głównie z I terminu siewu zarówno

u bobiku, jak i grochu siewnego, stąd I – najwcześniejszy termin siewu, nie nadaje się do zastosowania. Badane odmiany zagraniczne bobiku wykazywały znaczącą wrażliwość roślin na niską temperaturę, zwłaszcza przy silnie rozwiniętych jesienią roślinach z powodu zbyt wczesnego jesiennego terminu siewu. Często nawet z siewu w II i III terminie – gdzie rośliny weszły w okres zimowania z niewielką masą wegetatywną lub pozostały pod powierzchnią gleby, ich zdolność do przezimowania nie była dostateczna, z wyjątkiem kilku odmian w sezonie 2018/2019 o bardzo łagodnej zimie gdzie udało im się przezimować. Jednak z racji słabej obsady roślin bobiku i w niesprzyjających warunkach wilgotnościowych w 2019 roku, ich plonowanie było bardzo niskie, podobnie jak polskiej odmiany Albus.

W przypadku grochu odmiana kontrolna Batuta nie ustępowała odmianom zagranicznym pod względem plonowania. Nie udało się jednak potwierdzić, że rośliny grochu siewnego wysiane w II i III terminie, mimo znacząco dłuższego okresu wegetacji, nie plonowały wyżej od wysianych na wiosnę (IV termin). Częściową przyczyną tego stanu była niższa obsada roślin w stosunku do grochu wysiewanego na wiosnę, ale także część komponentów plonowania, które nie były znacząco zróżnicowane przez termin siewu. Dotychczasowe wyniki badań nie pozwalają na sformułowanie jednoznacznych zaleceń dla praktyki, stąd konieczne jest dalsze kontynuowanie badań nad poszukiwaniem najbardziej przydatnych do uprawy odmian ozimych grochu i bobiku.

Tabela 31. Udział odmian krajowych i zagranicznych w badaniach polowych w SB w Mochełku

2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019
<b>Groch siewny – odmiana i pochodzenie</b>			
Assas (FR)	Assas (FR)	Assas (FR)	Assas (FR)
Arkta (CZ)	Arkta (CZ)	James (FR)	James (FR)
James (FR)	James (FR)	Arkta (CZ)	Arkta (CZ)
Ozkayanak (TR)	Ozkayanak (TR)	Furkan (TR)	Furkan (TR)
Furkan (TR)	Furkan (TR)	Ozkayanak (TR)	Ozkayanak (TR)
Tarchalska (PL)	Dexter (DE)	Dexter (DE)	Dexter (DE)
	Myster (DE)	Myster (DE)	Myster (DE)
	Tarchalska (PL)	Lynx (USA)	Lynx (USA)
		Windham (USA)	Windham (USA)
		Pandora (DE)	Pandora (DE)
		Aviron (DE)	Aviron (DE)
		Capella (SE)	Capella (SE)
		Audit (FR)	Audit (FR)
		Santana (DE)	Santana (DE)
			Batuta (PL)
<b>Bobik – odmiany i pochodzenie</b>			
Nordica (FR)	Nordica (FR)	Hiverna (DE)	Hiverna (DE)
Hiverna (DE)	Hiverna (DE)	Diver (FR)	Diver (FR)
Diver (FR)	Diver (FR)	Nordica (FR)	Nordica (FR)
Husky (FR)	Husky (FR)	Husky (FR)	Husky (FR)
Albus (PL)	Tundra (FR)	Tundra (FR)	Tundra (FR)
	Albus (PL)	Bumble (GB)	Bumble (GB)
		Wizard (GB)	Wizard (GB)
		Honey (GB)	Honey (GB)
		Fanfare (DE)	Fanfare (DE)
		Albus (PL)	Albus (PL)

### Czasowe zabezpieczenie nasion przed pęcznieniem i kiełkowaniem w chłodnej wilgotnej glebie

Ścisłe doświadczenia laboratoryjne i polowe przeprowadzono w latach 2016-2019, w celu uzyskania technologii powlekania nasion roślin strączkowych, wysiewanych późną jesienią, cienkim filmem ograniczającym lub wręcz czasowo hamującym proces ich pęcznienia.

Wszystkie dotychczas wykonane próby tworzenia powłok okresowo szczelnych dla wody na nasionach nie powiodły się, choć w niektórych przypadkach cienkie powłoki pod powiększeniem miały wizualnie jednolitą strukturę na całej powierzchni nasion. Zawsze jednak w ciągu zaledwie kilku dni takie nasiona pęczniały. Z przeprowadzonych badań wynika, że najlepsze powłoki naniesione na nasiona grochu uzyskano z kompozycji na bazie poli (octanu winylu). Były one bardzo elastyczne i wytrzymałe pod względem chłonności wody. Konieczna jest modyfikacja skła-

du powłoki, w celu uzyskania pożądaných efektów tj. dłuższego czasu ochrony nasion grochu przed wilgocią i szybszej biodegradacji powłoki. W warunkach laboratoryjnych i polowych w zdecydowanej większości nasiona kiełkowały w okresie od kilku do kilkunastu dni od siewu. Niestety nie uzyskano wyników pozwalających na akceptację którejkolwiek przetestowanej procedury do czasowego opóźnienia kiełkowania nasion grochu w warunkach laboratoryjnych i polowych.

### **Możliwości zastosowania uprawy pasowej (strip tillage) w uprawie bobiku, grochu, łubinu białego oraz soi**

Jednoczynnikowe, ścisłe doświadczenia polowe z bobikiem, grochem, łubinem białym oraz soją, w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych, w czterech powtórzeniach, zrealizowano w latach 2016-2019, w ZDD Brody, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na glebie płowej o składzie piasków gliniastych, klasy bonitacyjnej IIIb–IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Zastosowano pięć sposobów uprawy roli i siewu: uprawa tradycyjna (płytką uprawą z wałem doprawiającym po żniwach, orka przedzimowa na ok. 20 cm, wiosną agregat doprawiający), pasowa uprawa roli (odległości pomiędzy pasami 30 cm, I rząd w uprawionym pasie), pasowa uprawa roli (30 cm, II rzędy), pasowa uprawa roli (45 cm, I rząd), pa-

sowa uprawa roli (45 cm, II rzędy), pasowa uprawa roli (75 cm, I rząd) – tylko w doświadczeniu z soją, w latach 2018 i 2019, pasowa uprawa roli (75 cm, II rzędy) – tylko w doświadczeniu z soją, w latach 2018 i 2019.

Plony nasion bobiku i soi, uzyskane średnio w całym czterolecium, nie zależały od sposobu uprawy roli i siewu (tab. 32), stąd wszystkie badane warianty uprawy pasowej i sposobów siewu można z powodzeniem zastosować w uprawie tych dwóch gatunków. W uprawie grochu siewnego plony z lat 2016-2019 po uprawie tradycyjnej oraz po pasowej uprawie z dwoma rzędami wysianych nasion nie różniły się od siebie, natomiast po wysianiu nasion w jednym rzędzie nastąpiła tendencja do niższego plonowania, udowodniona dla rozstawu pasów co 45 cm.

Natomiast w uprawie łubinu białego w całym czterolecium plony po uprawie pasowej były w większości wariantów na tym samym poziomie, jak uzyskane po orce, a po uprawie z rozstawem pasów 30 cm i dwoma rzędami nastąpiła udowodniona zwyżka plonów, względem orki. Uzyskane wyniki wskazują, że w uprawie łubinu białego można stosować zarówno wąski jak i szerszy rozstaw pasów uprawionych w technologii strip tillage. Lepsze wyniki uzyskuje się jednak, wysiewając dwa rzędy nasion, w miejsce jednego.

Przeprowadzone dodatkowe badania w uprawie soi z uprawą pasową z rozstawem co 75 cm, w latach 2018-2019 wykazały najniższy plon nasion po uprawie tradycyjnej. Wszystkie testowane warianty uprawy pasowej przyniosły plon na zbliżonym lub wyższym poziomie.

Tabela 32. Średni plon nasion bobiku, grochu siewnego, łubinu białego i soi (t/ha) w zależności od sposobów uprawy roli i siewu

Uprawa roli	Gatunek			
	bobik	groch siewny	łubin biały	soja
Uprawa tradycyjna	3,44	3,81	2,57	3,21
Uprawa pasowa (30, I)	3,34	3,41	2,83	3,11
Uprawa pasowa (30, II)	3,60	3,88	3,13	3,35
Uprawa pasowa (45, I)	3,38	3,35	2,52	2,99
Uprawa pasowa (45, II)	3,54	3,67	2,96	3,37
NIRO,05	r.n.	0,43	0,46	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 33. Plonowanie bobiku w zależności od odmiany i dawek hydrożelu (t/ha)

Odmiana	Dawka hydrożelu	Lata			Średnio
		2016	2017	2018	
Granit	0	1,88	1,19	2,29	1,79
	20	2,05	1,68	2,63	2,12
	30	2,01	1,86	2,67	2,18
	40	-	2,04	2,79	2,41
Średnio		<b>1,98</b>	<b>1,69</b>	<b>2,59</b>	-
Bobas	0	1,75	1,32	2,42	1,83
	20	2,02	1,64	2,66	2,10
	30	2,07	1,79	2,70	2,18
	40	-	2,11	2,75	2,43
Średnio		<b>1,95</b>	<b>1,71</b>	<b>2,63</b>	-
Średnio dla odmiany		1,96	1,70	2,61	-

Tabela 34. Plonowanie grochu siewnego w zależności od odmiany i dawek hydrożelu (t/ha)

Odmiana	Dawka hydrożelu	Lata			Średnio
		2016	2017	2018	
Hubal	0	2,97	1,19	2,31	2,16
	20	3,11	1,97	2,58	2,55
	30	3,21	2,08	2,77	2,68
	40	-	2,28	2,64	2,46
Średnio		<b>3,10</b>	<b>1,88</b>	<b>2,58</b>	-
Batuta	0	2,88	1,53	2,50	2,30
	20	3,01	2,05	2,68	2,58
	30	3,06	2,14	2,70	2,63
	40	-	2,35	2,69	2,52
Średnio		<b>2,98</b>	<b>2,01</b>	<b>2,64</b>	-
Średnio dla odmiany		3,04	1,94	2,61	-

Tabela 35. Plonowanie soi w zależności od odmiany i dawek hydrożelu (t/ha)

Odmiana	Dawka hydrożelu	Lata				Średnio
		2016	2017	2018	2019	
Aldana	0	2,14	1,97	2,33	1,09	1,88
	20	2,60	2,45	2,71	1,11	2,21
	30	2,67	2,67	2,73	1,18	2,31
	40	-	2,79	2,72	1,13	2,21
Średnio		2,47	2,47	2,62	1,12	-
Merlin	0	2,79	2,28	3,70	1,82	2,64
	20	3,26	2,70	3,82	1,89	2,91
	30	3,33	2,97	3,85	2,08	3,05
	40	-	3,01	3,84	2,04	2,96
Średnio		3,12	2,74	3,80	1,96	-
Średnio dla odmiany		2,80	2,60	3,21	1,54	-

Ponieważ rozstaw rzędów co 75 cm testowano tylko w latach suchych, a uzyskane plony były niskie i skrajnie różne w latach, należy do tego wariantu podchodzić z rezerwą. Konieczne są dodatkowe badania przed sformułowaniem szerszych zaleceń.

### **Efekty stosowania hydrożelu w uprawie soi w warunkach agroklimatycznych regionu lubelskiego**

Trzy doświadczenia polowe z wykorzystaniem hydrożelu Terra Hydrogel Aqua (usieciowanego polimeru akrylowo-potasowego) o stopniu absorpcji wody destylowanej 350-550 g/l żelu przeprowadzono w RZD Grabów (region lubelski) w układzie podbloków losowanych (split-plot), w 4 powtórzeniach. W schemacie

obu doświadczeń czynnikiem I były dawki hydrożelu: kontrola (bez hydrożelu), 20, 30 i 40 kg/ha, a czynnikiem II odmiana bobiku – Granit i Bobas, grochu – Hubal i Batuta oraz soi – Aldana i Merlin.

Wykazano, że oceniane gatunki roślin strączkowych: groch, bobik i soja podobnie reagowały na zastosowanie hydrożelu Terra Hydrogel Aqua (tab. 33-35). Odnotowano korzystny wpływ hydrożelu na plonowanie grochu, bobiku i soi w stosunku do kontroli bez stosowania środka poprawiającego stan uwilgotnienia gleby, natomiast zwiększenie dawki z 20 kg/ha do 40 kg/ha miało stosunkowo mały wpływ na poziom plonowania ocenianych gatunków. Hydrożel Terra Hydrogel Aqua powodował stosunkowo małe zmiany w architekturze roślin bobiku, grochu i soi. Wykorzystanie hydrożelu w uprawie grochu i soi korzystniej wpływało na liczbę i masę nasion na roślinie niż w przypadku bobiku.

### ZADANIE 3.6

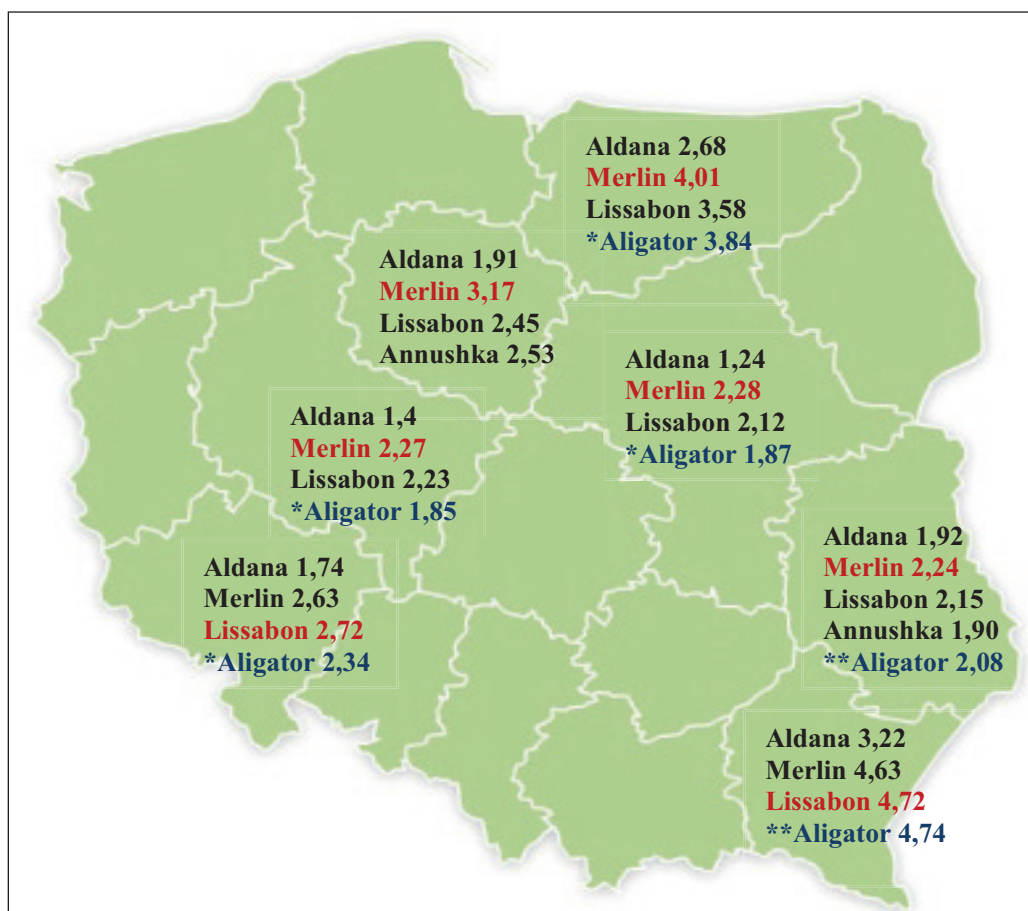
#### Opracowanie technologii uprawy soi z uwzględnieniem warunków regionalnych kraju.

Cel zadania: opracowanie agrotechnicznych zasad uprawy soi w różnych warunkach siedliskowych oraz określenie uzasadnionego ekonomicznie równoleżnikowego zasięgu uprawy soi w Polsce.

Cel zadania został zrealizowany poprzez szereg doświadczeń polowych.

#### Reakcja wybranych odmian soi na termin siewu w zależności od regionu kraju

W celu określenia możliwości uprawy oraz potencjału plonowania wybranych odmian soi (Aldana, Merlin, Lissabon, Aligator, Annushka) w zależności od terminu siewu, przeprowadzono 7 doświadczeń ścisłych



Rysunek 11. Średni plon nasion soi w wybranych regionach kraju, dla odmian Aldana, Merlin, Lissabon, Annushka w latach 2016-2019 oraz dla odmiany \*Aligator w latach \*2017-2019; \*\*2018-2019 (t/ha)

w następujących regionach: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, mazowieckim, podkarpackim, warmińsko-mazurskim oraz wielkopolskim. Odmiany soi wysiewano w trzech terminach: I termin siewu (najwcześniejszy ok. II dekady kwietnia); II termin siewu (optymalny – opóźniony o 10 dni w stosunku do najwcześniejszego); III termin siewu (opóźniony o 20 dni w stosunku do najwcześniejszego).

Przeprowadzone badania wykazały przydatność soi do uprawy w warunkach Polski, pod warunkiem doboru właściwej odmiany i terminu siewu dla regionu (rys. 11). Najlepiej dostosowaną do większości warunków środowiskowych Polski okazała się odmiana Merlin, która w czteroletnim okresie 2016-2019 plonowała najwyższej w pięciu spośród siedmiu regionów kraju. W regionach dolnośląskim i podkarpackim plonami nieznacznie ustępowała ona Lissabon, odpowiednio o 0,09 t/ha. Termin siewu soi pomiędzy 15 kwietnia a 5 maja w re-

gionach podkarpackim i lubelskim nie wpływał znacząco na poziom plonowania soi (tab. 36-39). W regionie dolnośląskim najkorzystniejszy dla plonu nasion okazał się I i II termin siewu dla odmian Merlin i Lissabon, w wielkopolskim – dla odmian Aldana i Merlin, natomiast dla odmiany Lissabon – w regionie wielkopolskim i kujawsko-pomorskim.

Opóźnianie terminu siewu najmniej korzystne okazało się w regionie mazowieckim i warmińsko-mazurskim dla odmiany Aligator. Polska, wczesna odmiana Aldana dojrzewała corocznie bez problemu we wszystkich regionach kraju, ale plonowała najniżej. Odmiany zagraniczne Merlin i Lissabon, należące do nieco późniejszych, plonowały zdecydowanie wyżej we wszystkich regionach, jednak w wilgotnym i mokrym 2017 roku w regionie warmińsko-mazurskim oraz kujawsko-pomorskim bardzo wydłużyły wegetację i nie osiągnęły do zbioru wymaganej 15% wilgotności nasion.

Tabela 36. Termin siewu a plonowanie soi odmiany Aldana w różnych regionach kraju (t/ha)

Region kraju	Termin siewu		
	I	II	III
Podkarpacki – SDOO Przecław UR Rzeszów	3,22	3,11	3,32
Lubelski – ZD Grabów IUNG Puławy	1,94	1,93	1,88
Dolnośląski – UP Wrocław*	1,75	1,82	1,66
Wielkopolski – UP Poznań	1,10	1,30	1,80
Kujawsko-pomorski – UTP Bydgoszcz	1,71	2,10	1,92
Mazowiecki – ZD Laski HR Danko	1,14	1,28	1,29
Warmińsko-mazurski – UWM Olsztyn	2,60	2,59	2,86

\*2016, 2018-2019

Tabela 37. Termin siewu a plonowanie soi odmiany Merlin w różnych regionach kraju (t/ha)

Region kraju	Termin siewu		
	I	II	III
Podkarpacki – SDOO Przecław-UR Rzeszów	4,58	4,62	4,69
Lubelski – ZD Grabów IUNG Puławy	2,16	2,28	2,26
Dolnośląski – UP Wrocław	2,72	2,69	2,49
Wielkopolski – UP Poznań	2,00	2,20	2,60
Kujawsko-pomorski – UTP Bydgoszcz	3,13	3,13	3,27
Mazowiecki – ZD Laski HR Danko	2,17	2,43	2,23
Warmińsko-mazurski – UWM Olsztyn	4,08	4,05	3,89

Tabela 38. Termin siewu a plonowanie soi odmiany Lissabon w różnych regionach kraju (t/ha)

Region kraju	Termin siewu		
	I	II	III
Podkarpacki – SDOO Przecław-UR Rzeszów	4,64	4,78	4,75
Lubelski – ZD Grabów IUNG Puławy	2,16	2,25	2,06
Dolnośląski – UP Wrocław	2,86	2,80	2,51
Wielkopolski – UP Poznań	2,00	2,40	2,29
Kujawsko-pomorski – UTP Bydgoszcz	2,20	2,69	2,46
Mazowiecki – ZD Laski HR Danko	2,20	2,39	1,17
Warmińsko-mazurski – UWM Olsztyn	3,61	3,47	3,66

Tabela 39. Termin siewu a plonowanie soi odmiany Aligator w różnych regionach kraju (t/ha)

Region kraju	Termin siewu		
	I	II	III
Podkarpacki – UR Rzeszów*	5,06	4,49	4,67
Lubelski – IUNG Puławy*	1,96	2,18	2,09
Dolnośląski – UP Wrocław	2,49	2,53	2,32
Wielkopolski – UP Poznań	1,72	1,88	1,95
Mazowiecki – ZD Laski HR Danko	1,84	2,13	1,64
Warmińsko-mazurski – UWM Olsztyn	4,23	3,77	3,53

\*za lata 2018-2019

## Produkcyjność soi w zależności od nawożenia azotem i szczepienia nasion

Doświadczenia polowe w latach 2016-2019, w 4 powtórzeniach z dwoma odmianami soi Aldana i Annushka nad wpływem nawożenia azotem (30 i 60 kg N/ha) oraz szczepienia nasion (Nitragina, HiStick) na plonowanie przeprowadzono w 6 regionach kraju: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, mazowieckim, podkarpackim, warmińsko-mazurskim oraz wielkopolskim.

Uzyskane rezultaty w większości regionów kraju wykazały, że nawożenie azotem soi w dawce 30 lub 60 kg N/ha zwiększa plon nasion, jednak koszt nawozu azotowego i koszt jego wysiewu nie rekompensuje przyrostu plonu nasion soi (tab. 40-41). Bardzo dobre efekty pod względem plonowania oraz opłacalności

uprawy daje szczepienie nasion Nitraginą z IUNG w Puławach lub szczepionką HiStick firmy BASF.

## Systemy uprawy roli, a plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy soi

W latach 2016-2019 w pięciu regionach kraju prowadzono doświadczenia łanowe nad wpływem systemów uprawy roli (tradycyjny, uproszczony, bezorkowy) na produktywność soi odmiany Merlin i dodatkowo w regionach dolnośląskim odmiany Mavka i Lissabon oraz lubelskim odmiany Aldana. Najwyższy plon nasion odmiany Merlin uzyskano w uprawie tradycyjnej w większości regionów: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim i podkarpackim (tab. 42). Natomiast najbar-

Tabela 40. Produkcyjność soi odmiany Aldana w zależności od nawożenia azotem i szczepienia nasion w wybranych regionach kraju

Poziom czynnika	Region uprawy										
	dolnośląski*		wielkopolski		kujawsko-pomorski**		warmińsko-mazurski		lubelski***	podkarpacki**	
	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon nasion	plon białka
Kontrola	1,91	555	1,1	271	1,49	517	2,40	689	1,72	3,64	1 290
30 kg N/ha	2,15	645	1,2	314	1,46	535	2,53	706	1,93	3,61	1 284
60 kg N/ha	2,24	696	1,3	330	1,63	664	2,68	766	1,96	3,82	1 375
Szczepienie HiStick	2,23	712	1,6	516	1,58	585	3,22	1 056	2,12	3,89	1 448
30 kg N/ha + HiStick	2,49	789	1,8	586	1,46	548	3,38	1 085	2,43	4,00	1 453
60 kg N/ha + HiStick	2,45	783	1,7	530	1,42	587	3,36	1 038	2,56	4,01	1 454
Nitragina (Puławy)	2,24	694	1,3	395	1,47	602	2,90	902	1,97	3,83	1 384
Nitragina + 30 kg N/ha	2,29	710	1,5	451	1,47	554	3,04	961	2,31	3,89	1 380
Nitragina + 60 kg N/ha	2,35	742	1,5	343	1,46	582	3,08	903	2,42	3,98	1 448
NIR ( $\alpha = 0,05$ )	r.n.	r.n.	0,14	38,9	r.n.	r.n.	r.n.	-	0,23	0,30	133,6

\*2016, 2018-2019; \*\*2017-2019; \*\*\*2017-2018

Tabela 41. Produkcyjność soi odmiany Annushka w zależności od nawożenia azotem i szczepienia nasion w wybranych regionach kraju

Poziom czynnika	Region uprawy										
	dolnośląski		wielkopolski		kujawsko-pomorski**		warmińsko-mazurski		lubelski***	podkarpacki**	
	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon nasion	plon białka
Kontrola	2,38	650	1,0	267	2,11	756	2,32	636	1,69	3,60	1 172
30 kg N/ha	2,61	718	1,1	270	2,14	762	2,51	703	1,97	3,73	1 192
60 kg N/ha	2,99	851	1,2	289	2,06	742	2,73	740	2,14	3,77	1 235
Szczepienie HiStick	2,89	815	1,6	501	2,29	861	3,39	1 040	2,14	3,88	1 275
30 kg N/ha + HiStick	3,13	890	1,6	456	2,38	889	3,37	997	2,43	3,94	1 288
60 kg N/ha + HiStick	3,05	883	1,7	460	2,49	950	3,44	1 018	2,51	3,99	1 315
Nitragina (Puławy)	2,72	781	1,4	389	2,28	822	2,95	841	2,02	3,79	1 239
Nitragina + 30 kg N/ha	2,76	785	1,4	389	2,31	843	2,92	832	2,26	4,04	1 319
Nitragina + 60 kg N/ha	2,88	822	1,6	440	2,22	800	2,95	850	2,54	4,00	1 323
NIR ( $\alpha = 0,05$ )	0,2	52,0	0,11	30,6	0,42	r.n.	r.n.	-	0,52	0,30	133,6

\*\*2017-2019; \*\*\*2018-2019

Tabela 42. Plon nasion (t/ha) i białka (kg/ha) soi odmiany Merlin w zależności od systemu uprawy roli

System uprawy	Region uprawy							
	Dolnośląski		Kujawsko-pomorski**		Warmińsko-mazurski*	Lubelski	Podkarpacki*	
	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon nasion	plon nasion	plon białka
Tradycyjny	3,18	1 020	1,52	520	3,03	3,24	3,21	1 119
Uproszczony	3,15	958	1,26	416	2,63	3,05	2,92	1 029
Bezorkowy	2,56	773	1,41	487	3,16	2,82	2,48	819
NIR (P=0,05)	0,17	55,0	r.n.	69	-	0,422	-	-

\*2016-2018; \*\*2017-2019

Tabela 43. Dochód rolniczy (zł/ha) soi odmiany Merlin w zależności od systemu uprawy roli

System uprawy	Region uprawy				
	Dolnośląski	Kujawsko-pomorski**	Warmińsko-mazurski*	Lubelski	Podkarpacki*
Tradycyjny	2 302,7	1 100,6	2 194,1	2 346,1	2 338,9
Uproszczony	2 519,8	1 007,9	2 103,8	2 439,8	2 167,8
Bezorkowy	2 119,9	1 167,6	2 616,7	2 335,1	1 912,8

\*2016-2018; \*\*2017-2019

Tabela 44. Plon nasion (t/ha) i białka (kg/ha) soi w zależności od systemu uprawy roli i odmiany

System uprawy	Region uprawy/Odmiana				
	Dolnośląski (Lissabon)		Dolnośląski (Mavka)		Lubelski (Aldana)
	plon nasion	plon białka	plon nasion	plon białka	plon nasion
Tradycyjny	2,99	936	2,82	892	2,51
Uproszczony	2,97	932	2,82	874	2,64
Bezorkowy	2,33	752	2,67	850	2,55
NIR (P=0,05)	0,17	55	0,17	55	0,422

Tabela 45. Dochód rolniczy (zł/ha) soi w zależności od systemu uprawy roli i odmiany

System uprawy	Region uprawy/Odmiana		
	Dolnośląski (Lissabon)	Dolnośląski (Mavka)	Lubelski (Aldana)
Tradycyjny	2 165,1	2 375,8	1 929,4
Uproszczony	2 042,0	2 255,8	2 210,9
Bezorkowy	1 817,5	2 111,8	2 111,6

dziej opłacalna była uprawa soi odmiany Merlin w systemie tradycyjnym w regionie podkarpackim, w systemie uproszczonym w regionie dolnośląskim i lubelskim, a w kujawsko-pomorskim i warmińsko-mazurskim uprawa w systemie bezorkowym (tab. 43). W regionie dolnośląskim odmiany Lissabon i Mavka plonowały na poziomie bardzo zbliżonym w systemie uprawy tradycyjnej i uproszczonej (tab. 44). Najwyższy natomiast dochód rolniczy dla tych odmian z 1 ha uzyskano w uprawie tradycyjnej (tab. 45). W regionie lubelskim odmiana Aldana najwyżej plonowała w uprawie uproszczonej i tu uzyskano najwyższy dochód rolniczy (tab. 44-45).

## Prace naukowe

### 2016

1. Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Szukała J., Koziara W., Świącicki H. Produkcyjne i ekonomiczne efekty uprawy niektórych roślin strączkowych w warunkach bezorkowej uprawy roli. *Fragm. Agron.* 2016, 33(3): 18–26.  
[http://www.up.poznan.pl/pta/pdf/2016/FA%2033\(3\)%202016%20Faligowska.pdf](http://www.up.poznan.pl/pta/pdf/2016/FA%2033(3)%202016%20Faligowska.pdf)
2. Fordoński G., Pszczółkowska A., Okorski A., Olszewski J., Załuski D., Gorzkowska A. The yield and chemical composition of winter oilseed rape seeds depending on different nitrogen fertilization rates and preceding crop. *J. Elem.*, 2016, 21(4): 1225 – 1234, DOI: 10.5601/jelem.2016.21.2.1122
3. Panasiewicz K., Koziara W., Szukała J. Wartość siewna i wigor nasion łubinu wąskolistnego w zależności od odmiany i sposobu uprawy roli. *Fragm. Agron.* 2016, (2):55 – 62.
4. Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H., Szukała J., Faligowska A., Szymańska G., Śmiatacz K., Strzelińska J., Sobieszczanski J. Produkcyjność wybranych gatunków roślin bobowatych w warunkach uprawy uproszczonej w obrębie pola produkcyjnego. *Nauka Przyr. Technol.*, 10,1#6, DOI:10.173.06/J.NPT.2016.1.6
5. Wysokiński A., Kalembasa S., Szukała J., Kalembasa D., Faligowska A. Influence of selected weather con-

ditions on the amount of nitrogen taken up from different sources by yellow lupine. *Agriculture Journals*, 2016,123/2016-PSE.

### 2017

6. Borowska M., Prusinski J., Kaszkowiak E., Olszak G. The yield of indeterminate and determinate cultivars of white lupin (*Lupinus albus* L.) depending on plant density. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2017,16(2): 59 – 66.
7. Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Szukała J., Koziara W., Pszczółkowska A. Productivity of white lupin (*Lupinus albus* L.) as an effect of diversified farming systems. *Legume Research* 40(5): 872-877. DOI: 10.18805/lr.v0i0.8400 Dostępne: 07.07.2017.  
<http://arccjournals.com/journal/legume-research-an-international-journal/LR-314>.
8. Prusiński J. White lupin (*Lupinus albus* L.) – nutritional and health values in human nutrition – a review article. *Czech J. Food Science* 2017, 35,(2): 95–105. DOI: 10.17221/114/2016-CJFS.
9. Pszczółkowska A., Okorski A., Fordoński G., Prusiński J., Faligowska A., Borowska M. Fungal colonization of seeds of three lupine species in different regions of Poland. *Acta Agrobotanica*, 2017, 70(2): 1-14; doi: 10.5586/aa.1714.
10. Sulewska H., Ratajczak K. Skład chemiczny wybranych preparatów wspomagających rozwój roślin oraz ocena ich działania w uprawie soi. *Przemysł Chemiczny*, 2017, 96: 1352 – 1355.
11. Szymańska G., Faligowska G., Panasiewicz K., Szukała J., Koziara W. The productivity of two yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) cultivars as an effect of different farming systems. *Plant, Soil and Environment*, 2017, 63(12): 552 – 557.

### 2018

12. Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Szukała J., Koziara W. Wpływ sposobu i gęstości siewu na produktywność i jakość nasion łubinu białego. Część I. Komponenty plonowania i plon nasion. *Fragm. Agron.* 2018, 35(2): 15–22.

13. Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Szukała J., Koziara W. Wpływ sposobu i gęstości siewu na produktywność i jakość nasion łubinu białego. Część II. Wartość siewna i wigor nasion. *Fragm. Agron.* 2018, 35(3): 47–54.
  14. Faligowska A. Plonowanie i jakość nasion łubinu żółtego oraz jego wpływ następczy w warunkach stosowania konwencjonalnej uprawy roli i wieloletnich uproszczeń uprawowych. *Rozprawy naukowe*, 2018, zeszyt 504, ss. 112.
  15. Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Waniorek W. Wpływ następczy łubinów i grochu na plonowanie pszenicy ozimej w zależności od uprawy roli i nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 2018, 35(4): 67–79.
  16. Niewiadomska A, Sulewska H, Wolna-Maruwka A, Ratajczak K, Głuchowska K, Waraczewska Z, Budka A. An Assessment of the Influence of Co-Inoculation with Endophytic Bacteria and Rhizobia, and the Influence of PRP SOL and PRP EBV Fertilisers on the Microbial Parameters of Soil and Nitrogenase Activity in Yellow Lupine (*Lupinus luteus* L.) Cultivation. *Pol. J. Environ. Stud.* 2018, 27(6): 1-16.
  17. Panasiewicz K., Faligowska A., Szymańska G., Koziara W., Szukała J., Poniatowska J. Yielding of narrow-leaved lupin depending on varieties, sowing method and sowing rate. *Fragm. Agron*, 2018, 35(1): 72–80.
  18. Pszczółkowska A., Okorski A., Olszewski J., Fordoński G., Krzebietke S., Chareńska A. Effects of pre-preceding leguminous crops on yield and chemical composition of winter wheat grain. *Plant, Soil and Environment*, 2018, 64: 592-596. /doi.org/10.17221/340/2018-PSE.
  19. Panasiewicz K., Faligowska A., Szymańska G., Koziara W., Szukała J., Poniatowska J.. Yielding of narrow-leaved lupin depending on varieties, sowing method and sowing rate. *Fragm. Agron.* 2018, 35(1): 72 – 80.
  20. Sulewska H., Ratajczak K., Niewiadomska A., Panasiewicz K., Szymańska G. Effect of the PRP fertilizers and microbiological inoculation and coinoculation in the yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) cultivation. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2018, 63(3): 98-103.
  21. Sulewska H., Ratajczak K., Niewiadomska A., Koziara W., Panasiewicz K., Faligowska A. Preparaty zawierające tytan, krzem, bor, cynk i molibden w uprawie łubinu białego i grochu siewnego. *Przemysł Chemiczny*, 2018, 97(7): 1182-1185.
- 2019**
22. Faligowska A., Szymańska G., Panasiewicz K., Szukała J., Koziara W., Ratajczak K. The long-term effect of legumes as forecrops on the productivity of rotation (winter rape-winter wheat-winter wheat) with nitrogen fertilization. *Plant, Soil and Environment*, 2019, 65(3): 138–144; DOI: 10.17221/556/2018-PSE.
  23. Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Szukała J., Koziara W., Szulc K. Wpływ sposobu i gęstości siewu na produktywność i jakość nasion łubinu białego. Część III. Skład chemiczny nasion i resztek pozbiorowych. *Fragm. Agron.* 2019, 36(2): 18–26. DOI:10.26374/fa.2019.36.12  
[http://www.up.poznan.pl/pta/pdf/2019/FA%2036\(2\)%202019%20Faligowska.pdf](http://www.up.poznan.pl/pta/pdf/2019/FA%2036(2)%202019%20Faligowska.pdf)
  24. Pszczółkowska A., Okorski A., Fordoński G., Faligowska A., Kaszkowiak E., Olszewski J., Chareńska A. The frequency of occurrence of pathogenic and saprotrophic fungi in pea seeds in different regions of Poland. *Legume Research*, 2019, 42: 270-276, DOI: 10.18805/LR-405.
  25. Sulewska H., Ratajczak K., Niewiadomska A., Panasiewicz K. The use of microorganisms as bio-fertilizers in the cultivation of white lupine. *Open Chemistry*, 2019,17: 813–822  
<https://doi.org/10.1515/chem-2019-0089>.
- 2020**
26. Kalembsa S., Szukała J., Kalembsa D., Faligowska A. Ilość azotu biologicznie zredukowana przez łubin żółty i wąskolistny oznaczonego metodą id15n oraz jego wykorzystanie przez pszenicę ozimą. *UPPoznań, Rozprawy naukowe 2020, (w druku)*.

27. Niewiadomska, A., Sulewska, H., Wolna-Maruwka, A., Ratajczak, K., Waraczewska, Z., Budka, A. The Influence of Biostimulants And Foliar Fertilizers on Yield, Plant Features and the Level of Soil Biochemical Activity in White Lupine (*Lupinus albus* L.) Cultivation. *Agronomy MDPI, Agronomy-10-00150.pdf* : 2020: 1 – 22.
28. Panasiewicz, K., Faligowska, A., Szymańska, G., Szukała, J., Ratajczak, K., Sulewska, H. The Effect of Various Tillage Systems on Productivity of Narrow-Leaved Lupin-Winter Wheat-Winter Triticale-Winter Barley Rotation. *Agronomy MDPI, 2020, 10: 304.*
29. Pszczółkowska, A., Okorski A., Fordoński G., Kotecki A., Kozak, M., Dzienis G. Effect of Weather Conditions on Yield and Health Status of Faba Bean Seeds in Poland. *Agronomy MDPI, 2020, 10(48): 1 – 13.*
30. Szymańska, G., Faligowska, A., Panasiewicz, K., Szukała, J., Ratajczak, K., Sulewska, H. The long-term effect of legumes as forecrops on the productivity of rotation winter triticale–winter rape with nitrogen fertilisation, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, 2020, 70(2): 128-134,*  
DOI: 10.1080/09064710.2019.1677766.
5. Szukała J., Faligowska A. Możliwości zwiększenia krajowych źródeł białka Roślinnego. *Innowacje w rolnictwie – kluczowe dla wsparcia inwestycji i konkurencyjności. CDR Brwinów, Oddział w Poznaniu i Niemieckie Towarzystwo Rolnicze, 2016: 30 – 33.*
6. Szukała J. Zmniejszyć deficyt białka paszowego kraju. *Poradnik Gospodarski. 2016, 5: 8 – 9.*
7. Szukała J., Kuzuś R. Czy uprawa roślin strączkowych się opłaca? *Magazyn Rolniczy Agro Profil, 2016, 10: 32 – 36.*

## 2017

8. Prusiński J. O roślinach strączkowych w ONZ, w UE i w Polsce. *Wiś Jutra, 2017, 1: 41 – 44.*

## 2018

9. Kotecki A., Malarz W., Kozak M. Wpływ następczy roślin strączkowych na plonowanie pszenżyta i rzepaku ozimego w warunkach regionu dolnośląskiego. *Praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Szukały i Andrzeja Koteckiego, Rolnicza i ekonomiczna waloryzacja przedplonów strączkowych w uprawie zbóż i rzepaku, 2018: 85 – 114.*
10. Prusiński J. Wpływ następczy roślin strączkowych na plonowanie pszenżyta i rzepaku ozimego w warunkach regionu kujawsko-pomorskiego. *Praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Szukały i Andrzeja Koteckiego, Rolnicza i ekonomiczna waloryzacja przedplonów strączkowych w uprawie zbóż i rzepaku, 2018: 69 – 83.*
11. Szukała J., Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G. Wpływ następczy roślin strączkowych na plonowanie rzepaku ozimego i pszenicy ozimej w warunkach regionu wielkopolskiego. *Praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Szukały i Andrzeja Koteckiego, Rolnicza i ekonomiczna waloryzacja przedplonów strączkowych w uprawie zbóż i rzepaku. 2018: 9 – 67.*
12. Szulc K. Najgroźniejsze choroby roślin bobowatych. *Farmer, 2018, 5:112 –116.*

## Artykuły popularno-naukowe

### 2016

1. Książak J., Szukała J., Rutkowski A. Rośliny strączkowe w zmianowaniu i żywieniu zwierząt. *Agroserwis, Polskie Białko – rośliny strączkowe i motylkowate drobnonasienne, 2016, 3:7 – 11.*
2. Szukała J. Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych i sposoby zwiększania opłacalności uprawy. *Agroserwis, Polskie Białko – rośliny strączkowe i motylkowate drobnonasienne, 2016, 3:12 – 13.*
3. Szukała J. Hydrozele w rolnictwie. *Katalog odmian, Lechpol, 2016:17.*
4. Szukała J. Naukowe spojrzenie na rośliny bobowate. *Biuletyn PHR, 2016: 8 – 9.*

13. Szukała J.. Czy warto uprawiać strączkowe? Wywiad do czasopisma Agrotechnika, 2018, 5:36 – 37.

### 2019

14. Faligowska A. Ocena trwałego oddziaływania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy łubinu żółtego w płodozmianie z 50% udziałem zbóż. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szukały nt. "Uproszczenia stosowane w uprawie roślin strączkowych oraz ich wpływ na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne". UP Poznań, 2019: 23 – 53.
15. Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Szukała J. Wieloletnie oddziaływania uproszczeń w uprawie roli na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne uprawy łubinu wąskolistnego w płodozmianie z 75% udziałem zbóż. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szukały nt. "Uproszczenia stosowane w uprawie roślin strączkowych oraz ich wpływ na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne". UP Poznań, 2019: 55 – 72.
16. Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Faligowska A., Szukała J., Waniorek B. Wpływ wieloletnich uproszczonych systemów uprawy roli na fizyczne właściwości gleby pod łubinem żółtym i wąskolistnym. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szukały nt. "Uproszczenia stosowane w uprawie roślin strączkowych oraz ich wpływ na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne". UP Poznań, 2019: 73 – 80.
17. Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Waniorek W.. Produkcyjność oraz wpływ następczy łubinu i grochu w uprawie tradycyjnej i jednorazowej uprawie uproszczonej. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szukały nt. "Uproszczenia stosowane w uprawie roślin strączkowych oraz ich wpływ na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne". UP Poznań, 2019: 107 – 120.
18. Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Swędrzyńska D., Sawinska Z., Piechota T. Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na właściwości gleby i plonowanie grochu siewnego. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szukały nt. "Uproszczenia

stosowane w uprawie roślin strączkowych oraz ich wpływ na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne". UP Poznań, 2019: 9 – 21.

19. Szukała J., Stawiński S., Kuzuś R., Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Koziara W. . Plonowanie i efekty ekonomiczne uprawy łubinu i grochu w warunkach zastosowania jednorazowych uproszczeń w uprawie roli w doświadczeniach łanowych. Praca zbiorowa pod redakcją J. Szukały nt. "Uproszczenia stosowane w uprawie roślin strączkowych oraz ich wpływ na plonowanie, jakość nasion i efekty ekonomiczne". UP Poznań, 2019: 81 – 106.

### 2020

20. Niewiadomska A., Wolna – Maruwka A., Panasiewicz K. Czy biopreparaty są „cudownym środkiem”? Agro Profil, 2020, 6: 37 – 40.
21. Panasiewicz K., Niewiadomska A. Strączkowe w płodozmianie to podstawa. Agro Profil, 2020, 7: 24 – 27.
22. Panasiewicz K., Szymańska G. A może groch ozimy? Agro Profil. Poradnik suszowy 2020 (w druku).
23. Piechota T. Uprawa uproszczona a susza. Poradnik suszowy, 2020 (w druku).

Dodatkowo w ramach upowszechniania wiedzy na temat uprawy roślin strączkowych i propagowania ich uprawy nagrano filmy informacyjne. Adresy URL podano poniżej:

1. <https://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/inne-uprawy/rozmowy-z-dr-piechota-odc-4-stawiaj-na-bioroznorodnosc,96334.html>
2. [https://utpedupl-my.sharepoint.com/:v/g/personal/akupczyk\\_o365\\_utp\\_edu\\_pl/EZIFHGyAkZ9Ds3NJuwSxVJ0Bg8=-EXqdIIKNzue8E9s9PnA?e-hW0zUQ](https://utpedupl-my.sharepoint.com/:v/g/personal/akupczyk_o365_utp_edu_pl/EZIFHGyAkZ9Ds3NJuwSxVJ0Bg8=-EXqdIIKNzue8E9s9PnA?e-hW0zUQ)

Kolejne dwa filmy instruktarzowe w przygotowaniu.

### 3.3. OBSZAR BADAWCZY 4

#### Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla drobiu i świń poprzez właściwe skarmianie i uzyskanie produktów zwierzęcych wysokiej jakości .

**Cel:** zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla drobiu i świń poprzez właściwe skarmianie i uzyskanie produktów zwierzęcych wysokiej jakości.

**Wykonawca:** Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Współpraca w ramach poszczególnych zadań:**

- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (zad. 4.3, 4.6),
- Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kiełanowskiego Polskiej Akademii Nauk w Jabłonce (zad. 4.5, 4.6),
- Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy (zad. 4.4),
- Wytwórnia Pasz „Morawski” w Kcyni (zad. 4.3).

W ramach prac przeprowadzone zostały analizy chemiczne składników pokarmowych i substancji antyżywniowych na łącznie 372 odmianach roślin bobowatych i innych krajowych źródłach białka roślinnego. Dowiodły one, że zawartość składników pokarmowych w różnych gatunkach i odmianach krajowych ma-

teriałów paszowych charakteryzuje się daleko idącą zmiennością. Należy to uwzględnić przy wykorzystaniu krajowych źródeł białka jako komponentów do pasz dla zwierząt. Warunkiem uzyskania dobrych wyników produkcyjnych w żywieniu świń z udziałem krajowych pasz białkowych jest prawidłowe zbilansowanie mieszanek i dawek pokarmowych pod względem jakości białka, a w szczególności bilansu aminokwasów strawnych i poziomu energii.

Badania realizowano przeprowadzając 78 ścisłych doświadczeń żywieniowych z udziałem trzody chlewnej (prosięta odsadzone, warchlaki i tuczniki) oraz drobiu (indyki, brojlerzy, kury nieśne, kaczki, gęsi). Badania powadzono zarówno w gospodarstwach rolnych u rolników indywidualnych, jak i z wykorzystaniem zaplecza badawczego jednostek naukowo-badawczych na terenie całego kraju, oraz z Wytwórnią Pasz bazującą jedynie na surowcach i komponentach „bez GMO”.

Badania jednoznacznie wykazały możliwości zwiększenia ilości rodzimych źródeł białka paszowego w mieszankach dla prosiąt odsadzonych, warchlaków i tuczników oraz dla drobiu rzeźnego i nieśnego, na co wskazują zalecane udziały roślin bobowatych

Tabela 1. Zalecane udziały roślin bobowatych w mieszankach dla drobiu

	Kurczęta brojlerzy	Kury nioski
	Zalecany udział w mieszance	
Nasiona łubinu białego	do 15%	do 12%
Nasiona łubinu żółtego	do 20%	do 15%
Nasiona łubinu wąskolistnego	10-15% w zależności od zawartości polisacharydów nieskrobiowych (NSP)	do 15%
Nasiona grochu	do 15%	-
Nasiona bobiku	do 25%	-

Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. (pod red.) 2020. Zalecenia żywieniowe dotyczące stosowania krajowych pasz wysokobiałkowych pochodzenia roślinnego dla świń i drobiu. Wyd. APRA, Bydgoszcz.

Tabela 2. Maksymalne i zalecane (w nawiasie) udziały roślin bobowatych i poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w mieszankach dla rosnących świń.

	Prosięta odsadzone	Warchlaki	Tuczniaki grower i finisher
<b>Zaleczany udział w mieszance</b>			
Nasiona łubinu białego	do 5% (0%)	do 8% (3%)	do 10% (8%)
Nasiona łubinu żółtego *	do 20% (10%)	do 25% (20%)	do 25% (25%)
Nasiona łubinu wąskolistnego	do 8% (5%)	do 10% (8%)	do 20% (15%)
Nasiona grochu	do 15% (10%)	do 20% (15%)	do 20% (15%)
Nasiona bobiku	do 10% (5%)	do 15% (10%)	do 20% (15%)
Nasiona soi (nieuszlachetnione)	do 5% (0%)	do 5% (0%)	do 5% (2%)
Nasiona ekstrudowanej soi *	do 25% (20%)	do 25% (22%)	do 25% (25%)
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	do 10% (5%)	do 15% (10%)	do 20% (15%)

\* Nasiona łubinu żółtego od masy ciała ok. 25-30 kg świń mogą stanowić jedyny udział pasz białkowych w mieszance

\*\* Nasiona soi ekstrudowanej mogą stanowić jedyny udział pasz białkowych w mieszance na każdym etapie odchowu i tuczu świń (od masy ciała 12 kg)

Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. (pod red.) 2020. Zalecenia żywieniowe dotyczące stosowania krajowych pasz wysokobiałkowych pochodzenia roślinnego dla świń i drobiu. Wyd. APRA, Bydgoszcz.

i pasz rzepakowych w mieszankach dla drobiu i świń. Rekomendacje dotyczące zalecanych i maksymalnych udziałów tych surowców w mieszankach dla drobiu i świń przedstawiają tabele 1 i 2.

Po przeprowadzeniu licznych testów terenowych i wdrożeniowych w ramach ścisłej współpracy z rolnikami, oraz po przeprowadzeniu działań popularyzatorskich, odnotowano, że największe zainteresowanie w stosowaniu krajowych koncentratów

białkowych i mieszanek opartych o krajowe źródło białka roślinnego wykazywali rolnicy z małych i średnich gospodarstw rolnych. Część z nich, uprawiając rośliny bobowate na własnych polach, wykorzystywała je do skarmiania wszystkich grup technologicznych trzody chlewnej. W przypadku drobiu takiej tendencji nie zaobserwowano, co może wynikać ze zróżnicowania systemu chowu i produkcji tych gatunków zwierząt.

## ZADANIE 4.1

**Monitoring składników pokarmowych i substancji antyżywniowych nowych odmian nasion roślin strączkowych i innych krajowych źródeł białka roślinnego pod kątem ich przydatności żywieniowej.**

**Cel zadania:** monitorowanie parametrów żywieniowych nowych odmian roślin pastewnych, w tym strączkowych, poprzez analizy chemiczne i badania biologiczne.

Znajomość składu chemicznego i wartości odżywczej surowców paszowych jest podstawowym warunkiem określenia ich wartości żywieniowej niezbędnej do prawidłowego bilansowania pasz. Ponadto wiedza ta może ułatwiać decyzje w pracach hodowlanych, prowadzących do dalszej poprawy wartości pokarmowych nowych odmian krajowych źródeł białka roślinnego (KŻBR). Dane tabelaryczne (w normach żywienia, podręcznikach akademickich i oprogramowaniach komputerowych) przedstawiają zwykle średni skład chemiczny danego komponentu, jednakże zawartość

składników, a szczególnie suchej masy, białka ogólnego, włókna surowego i związków mineralnych czy składników antyodżywczych w znacznym stopniu zależy od odmiany rośliny, ale przede wszystkim od warunków środowiskowych w tym terminu siewu, przebiegu wegetacji, dostępności składników w glebie, nawożenia azotem i pory zbioru. Różnice w zawartości składników mogą sięgać nawet kilkudziesięciu procent.

W celu umożliwienia przeprowadzenia analizy zawartości różnych składników w surowcach białkowych, w latach 2016-2020 kontynuowano coroczny pełen monitoring składu chemicznego wybranych surowców białkowych, które stanowią mogą alternatywę dla poekstrakcyjnej śrutu sojowej (PŚS). Dotyczy to szczególnie uprawianych na terenie kraju roślin strączkowych, takich jak łubin biały, żółty, wąskolistny, groch, bobik

Tabela 3. Gatunki objęte badaniami monitoringowymi w latach 2016-2020.

Nazwa gatunku / surowca	Liczba badanych odmian w poszczególnych latach				
	2016	2017	2018	2019	2020
Łubin biały	2	2	2	2	nb
Łubin żółty	4	6	2	4	7
Łubin wąskolistny	16	23	18	14	8
Groch	8	19	18	15	17
Bobik	8	8	6	6	10
Wyka	nb	4	4	nb	2
Soja i krajowe pasze sojowe	7	17	24	47	27
Pasze rzepakowe	2	1	3	2	1
Drożdże, białko ziemniaka	4	2	nb	nb	nb
<b>SUMA</b>	<b>51</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>90</b>	<b>72</b>

nb – nie badano

czy soja krajowa, wyka a także pasz rzepakowych. Badania prowadzone były każdego roku i obejmowały większość zarejestrowanych na terenie kraju odmian. Materiał otrzymywano od stacji hodowlano-nasiennych i hodowców odmian roślin strączkowych grubonasiennych.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wyłonienie najbardziej wartościowych pod względem pokarmowym odmian. Gatunki objęte badaniami monitoringowymi w poszczególnych latach programu przedstawiono w tabeli 3.

Wyniki przeprowadzonych badań dowiodły, że w obrębie gatunku zmienność dotyczyła głównie zawartości białka ogólnego, tłuszczu i włókna surowego, skrobi oraz substancji antyodżywczych. Stwierdzono dużą stabilność wartości energetycznej oraz składu aminokwasowego białka. Zaobserwowano także znaczącą zmienność w zawartości składników odżywczych w zależności od roku zbioru. Największa zmienność dotyczyła poziomu białka ogólnego, włókna surowego, skrobi i substancji antyodżywczych. Zjawisko takie może być efektem reakcji roślin na warunki środowiskowe – niekorzystne warunki pogodowe w czasie wzrostu, szczególnie na suszę i zimno, a także na zmienny skład mineralny gleby.

W ramach podsumowania składu chemicznego i wartości odżywczej nasion krajowych roślin strączkowych, dokonano porównania średniego składu uzyska-



Rysunek 1. Nasiona grochu różnych odmian  
(A. Zaworska-Zakrzewska)

nego w ramach badań własnych, z danymi z najnowszych krajowych zaleceń dla świń i drobiu (tab. 4).

Zestawione wartości różnią się znacząco w niektórych przypadkach. Średnia zawartość białka w nasionach łubinu białego jest wyższa, a w nasionach łubinu żółtego, wąskolistnego i bobiku niższa niż w polskich Normach Żywienia Świń i Drobiu. We wszystkich surowcach, za wyjątkiem łubinu białego, udział tłuszczu był niższy niż w Normach, co w przypadku nasion łubinu żółtego, grochu, soi i wyki przełożyło się także na niższą wartość energetyczną tych pasz. W przypadku grochu stwierdzono także niższą zawartość skrobi. Udział włókna we wszystkich surowcach, za wyjątkiem nasion soi, był wyższy niż w Normach, a szczególnie w nasionach łubinu białego, wąskolistnego i wyki.

Ponadto istotna przewaga powszechnie stosowanej w żywieniu PŚS nad KŻBR wynika przede wszystkim z jej dostępności, wyrównanego składu chemicznego (standaryzacja) oraz wysokiej wartości odżywczej. Jednakże zawartość energii metabolicznej jest w nasionach łubinu zbliżona do PŚS, a w nasionach łubinu żółtego zawartość białka ogólnego jest tylko nieco niższa.

Istotnym aspektem dostępności składników pokarmowych w krajowych paszach białkowych jest ich strawność. W ramach zadania badano także w testach biologicznych na zwierzętach strawność surowców paszowych. Współczynniki strawności surowców paszowych (głównie białka i aminokwasów) są niezbędne do opracowania receptur mieszanek paszowych, zgodnych z zapotrzebowaniem zwierząt i z zasadami nowoczesnego żywienia.

W przypadku drobiu stwierdzono zróżnicowanie współczynników pozornej strawności jelitowej aminokwasów pomiędzy 5 badanymi odmianami bobiku (Merlin, Olga, Albus, Amulet, Kasztelan). Współczynniki różniły się od 1 do 15%. Ekstrudowane nasiona bobiku charakteryzowały się wyższymi o kilka procent współczynnikami strawności jelitowej aminokwasów niż nasiona surowe. Współczynniki strawności aminokwasów w nasionach po ekstruzji były podobne. Współczynniki pozornej strawności jelitowej suchej masy nasion surowych wynosiły od 63 do 78%, a po ekstruzji od 72 do 83% i były wyższe od 2 do 12% niż

Tabela 4. Porównanie składu chemicznego i wartości odżywczej nasion pochodzących z wyników uzyskanych w programie wieloletnim z wynikami prezentowanymi w Normach żywienia drobiu i Normach żywienia świń

Gatunek	BO % SM		TS % SM		WS % SM		S % SM		EM trzoda MJ/kg SM		EM drób MJ/kg SM	
	NŻ	BW	NŻ	BW	NŻ	BW	NŻ	BW	NŻ	BW	NŻ	BW
ŁB	33,6	35,9	9,9	10,3	8,9	15,4	-	-	12,6	13,7	9,3	9,9
ŁŻ	44,3	42,2	5,3	4,8	15,7	17,0	-	-	14,0	13,6	8,3	8,7
ŁW	36,5	31,8	5,6	5,1	16,4	17,0	-	-	13,6	13,6	7,2	7,9
G	23,8	22,5	1,6	0,9	6,7	7,2	51,2	48,0	15,8	14,9	11,2	11,5
B	30,4	28,32	1,5	1,0	8,3	8,7	46,0	46,5	14,5	14,5	10,1	9,7
NS	34,5	34,7	21,1	19,4	6,7	6,1	-	-	18,2	16,5	16,8	bd
Wyka	28,0	29,4	1,5	0,5	4,7	7,2	-	-	14,7	11,2	bd	bd
PŚR	39,0	35,25	2,7	2,5	12,7	13,0	4,5	-	11,01	11,5	6,52	bd
MR	33,1	32,5	13,22	10,5	12,7	12,1	3,1	-	14,46	14,5	10,82	bd

SM – sucha masa, BO – białko ogólne, TS – tłuszcz surowy, EM – energia metaboliczna, ŁB – łubin biały, ŁŻ – łubin żółty, ŁW – łubin wąskolistny, G – groch, B – bobik, NS – nasiona soi, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa, MR – makuch rzepakowy, NŻ – normy żywienia, BW – badania własne, bd – brak danych, (Źródło: Rutkowski i Zaworska-Zakrzewska, 2020)

w nasionach nieprzetworzonych. Współczynniki pozornej strawności jelitowej białka nasion surowych wynosiły od 80 do 89%, a po ekstruzji od 88 do 92%. Współczynniki pozornej strawności jelitowej tłuszczu nasion surowych wynosiły od 70 do 86%, a po ekstruzji od 85 do 95% natomiast współczynniki pozornej strawności jelitowej skrobi nasion surowych wynosiły od 71 do 81%, a po przetworzeniu od 95 do 99%.

Ekstruzja grochu wykazała, że nasiona charakteryzowały się wyższymi o kilka procent współczynnikami strawności jelitowej aminokwasów, niż nasiona surowe (badane odmiany: Muza, Milwa, Sokolik, Cysterski, Turnia). Współczynniki strawności aminokwasów w nasionach po ekstruzji były podobne, za wyjątkiem odmiany Sokolik, gdzie były zdecydowanie niższe, niż w innych odmianach. Współczynniki pozornej strawności jelitowej suchej masy nasion grochu wahały się od 57 do 62%, a po ekstruzji od 78 do 85%. Współczynniki pozornej strawności jelitowej białka w surowych nasionach wynosiły od 71 do 76%, natomiast po poddaniu ich ekstruzji strawność wzrosła od 8 do 14%.

W przypadku badań przeprowadzonych na nasionach łubinu żółtego, wąskolistnego oraz białego, współczynniki strawności po ekstruzji nie zmieniły się, a dla niektórych aminokwasów były dużo niższe, niż

w nasionach surowych. Zatem stwierdza się, że nie jest zasadne przeprowadzanie zabiegu ekstruzji na nasionach różnych gatunków łubinu.

W przypadku świń stwierdzono, że proces ekstruzji nasion grochu i bobiku poprawił współczynniki pozornej jelitowej strawności suchej masy, białka i aminokwasów. Strawność jelitowa białka w nasionach grochu była niższa, a w nasionach bobiku wyższa o 4% po ekstruzji. Profil aminokwasowy białka nasion bobiku po ekstruzji był korzystniejszy, niż dla nasion grochu. Najwyższymi współczynnikami pozornej całkowitej strawności suchej masy, białka i energii cechowały się nasiona grochu i wszystkich łubinów. Współczynniki te były wyższe, niż dla produktów przetworzonych z rzepaku, soi czy DDGS. Wśród pasz rzepakowych wszystkie charakteryzowały się podobnym współczynnikiem pozornej strawności jelitowej suchej masy, ale nasiona rzepaku poddane podwójnemu kondycjonowaniu miały o 2% wyższy współczynnik strawności jelitowej białka, niż pozostałe komponenty. Wszystkie badane współczynniki strawności całkowitej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (PŚR) były gorsze, niż w pozostałych badanych przetworzonych paszach rzepakowych, co wskazuje na zasadność stosowania dodatkowych zabiegów w przypadku PŚR.

### **Wnioski z przeprowadzonych badań**

Uzyskane rezultaty wskazują przede wszystkim na nieaktualność danych tabelarycznych Norm Żywienia Świń i Drobiu. Wynika to prawdopodobnie z tego, że w Zaleceniach Żywieniowych z roku 2005 i 2014 ujęte są wartości średnie odmian "starych" oraz nieaktualny w zestawieniu z obecnymi danymi skład chemiczny nasion. Zmiany następują w związku ze zmieniającym się klimatem i warunkami uprawy (susza, pustynnienie, pogarszająca się jakość gleb). Mając na uwadze powyższe, by uzyskiwać satysfakcjonujące wyniki produkcyjne w żywieniu zwierząt monogastrycznych

krajowymi paszami białkowymi, należy uwzględnić daleko idącą zmienność składu chemicznego i wykonać analizy chemiczne krajowych komponentów co pozwoli na prawidłowe zbilansowanie dawek pokarmowych pod względem jakości białka, a w szczególności bilansu aminokwasów strawnych i poziomu energii.

Ponadto na podstawie przeprowadzonych prac rekomenduje się do żywienia zwierząt monogastrycznych następujące odmiany nasion roślin bobowatych: bobik – odmiana Bobas i Albus, groch pastewny – odmiana Turnia, łubin wąskolistny – odmiana Sonet, łubin żółty – odmiana Lord i Mister, soja – odmiana Merlin.

**ZADANIE 4.2****Ocena przydatności i wartości żywieniowej nasion krajowych odmian soi, optymalizacja procesów redukujących zawarte w nich czynniki antyżywniowe.**

**Cel zadania:** optymalizacja metod uszlachetniania nasion krajowych odmian soi z przeznaczeniem na żywienie zwierząt monogastrycznych.

W porównaniu z innymi krajowymi surowcami paszowymi, nasiona soi mają trzy główne zalety takie jak: wysoka zawartość tłuszczu, wyrównanie składu chemicznego oraz szerokie możliwości zastosowania. Liczba odmian w Krajowym Rejestrze wzrosła z 2 w roku 2012 do 26 w roku 2020.

Wyniki badań dowodzą, że uprawiane w Polsce odmiany cechuje średnia zawartość białka w nasionach, na poziomie średnio 34,7% białka ogólnego w suchej masie (SM), z czego 74% stanowiło białko strawne. W białku soi stwierdzono więcej metioniny i cystyny, niż w nasionach innych gatunków bobowatych. Zawartość włókna w nasionach była niska, około 6% SM przy około 8% zawartości kwaśnej i detergentowej frakcji włókna (ADF i NDF) w SM. Od pozostałych grubonasiennych soja

znacząco różni się udziałem tłuszczu, którego zawartość średnio w badanych odmianach wyniosła blisko 20%. Stwierdzono wyższą zawartość popiołu, średnio 5,4%, niż w nasionach innych gatunków, przy czym fosfor stanowił 0,69%, a wapń 0,27% SM. Średnia wartość energetyczna nasion dla świń wyniosła 16,5 MJ energii metabolicznej. Wśród substancji antyodżywczych udział oligosacharydów był niski i nie przekroczył 5%, natomiast średnia zawartość inhibitora trypsyny wynosiła ponad 20 mg/g SM, z kolei aktywność ureazy około 5 mg N/g. Inhibitory enzymów proteolitycznych u zwierząt powodują zmiany morfologiczne na skutek nadmiernej sekrecji trzustki i strat białkowych, głównie aminokwasów siarkowych (metioniny i cystyny).

Krajowe nasiona soi zbierane są stosunkowo późno, co w praktyce może wiązać się z ich skażeniem grzybami pleśniowymi, które wytwarzają wtórne metabolity – mikotoksyny. Wykazały to badania prowadzone w latach 2016-2020 na nasionach odmian, które cechowało



Rysunek 2. Pełne i obłuskane półówki nasion soi odmiany Augusta (A. Zaworska-Zakrzewska)

zróznicowanie pod względem zawartości mikotoksyn. Zanieczyszczenie mikotoksynami pasz zależało przede wszystkim od warunków środowiska jak i terminu zbioru. Późny zbiór i wilgotne warunki sprzyjają wzrostowi pleśni i istotnie wpływają na obniżenie zawartości suchej masy w nasionach. Do zasadniczych czynników rozwoju pleśni, a następnie mykotoksyn, należy zaliczyć: zmienną temperaturę, zmienną wilgotność, zmienną dostępność tlenu, zmienne pH gleby oraz obecność konkurencyjnej mikroflory w surowcu paszowym.

W celu zobrazowania wpływu oddziaływania substancji antyżywniowych w surowych nieprzetworzonych nasionach soi wykonano 8 doświadczeń na prosiętach odsadzonych, mających na celu określenie granicznego udziału surowych nasion soi w mieszankach pełnoporcjowych. W dietach zastosowano od 5 do 25% nasion soi odmiany Augusta. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem udziału surowych nasion soi w diecie, wystąpiły istotnie niższe przyrosty masy ciała, obniżenie pobrania paszy przez prosięta oraz notowano istotnie gorsze jej wykorzystanie. Jedynie w grupie otrzymującej najniższy poziom nasion soi, tj. 5%, nie stwierdzono istotnej różnicy w badanych parametrach.

Bezpieczny, ustalony na poziomie 5% udział surowych nasion soi zastosowano także w mieszankach dla tuczników. Stwierdzono, że całkowite i dzienne

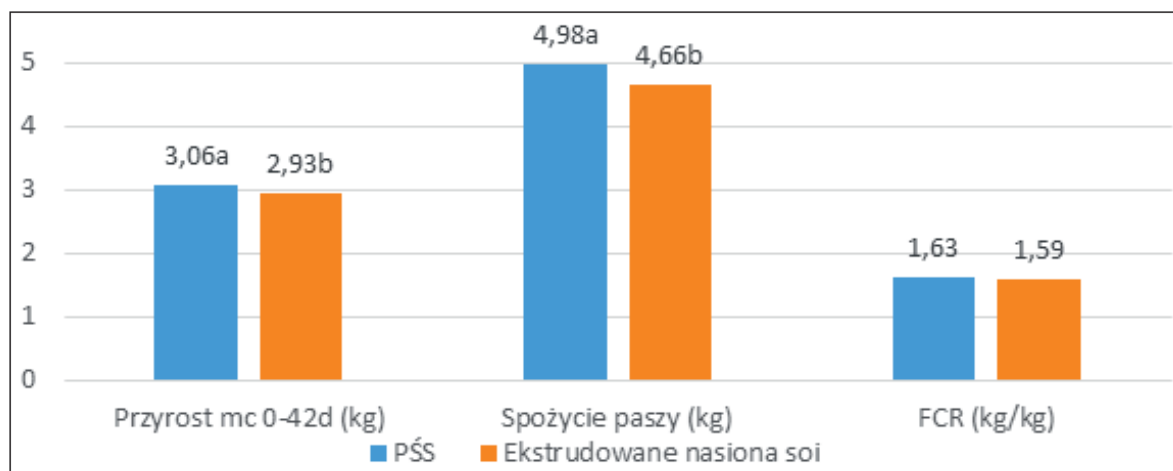
przyrosty masy ciała zwierząt, a także pobranie i wykorzystanie paszy, nie różniły się po wprowadzeniu 5% surowych nasion soi zamiast PŚS, jednak 5% udział surowych nasion wpłynął na parametry organoleptyczne mięsa. Było to spowodowane wysoką zawartością substancji antyżywniowych do których zaliczane są inhibitory trypsyny i ureaza.

Testy dowiodły także, że udział surowych nasion soi w dietach dla kurcząt rzeźnych jest nie wskazany. Parametry odchovu kurcząt (przyrosty masy ciała, wykorzystanie paszy) były istotnie gorsze, gdy w mieszance zastosowywano surowe nasiona soi.

Uzyskane rezultaty wskazują na zasadność wykonywania zabiegów uszlachetniania nasion soi przed skarmianiem zwierząt. Jedną z przebadanych możliwości wykorzystania nasion soi jako komponentu paszowego, jest poddanie ich ekstruzji, która jest szeroko wykorzystywana w przemyśle paszowym. W tym celu dokonano optymalizacji metod uszlachetniania nasion krajowych odmian soi z przeznaczeniem na żywienie zwierząt monogastrycznych.

## Drób

W przypadku kurcząt rzeźnych, zastosowanie ekstruzji jako metody uszlachetniania nasion krajowej soi po-



a, b – wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie od siebie (P<0,05), (Źródło: Opracowanie własne na podstawie Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

Rysunek 3. Ocena możliwości zastosowania ekstrudowanych nasion soi w żywieniu kurcząt rzeźnych

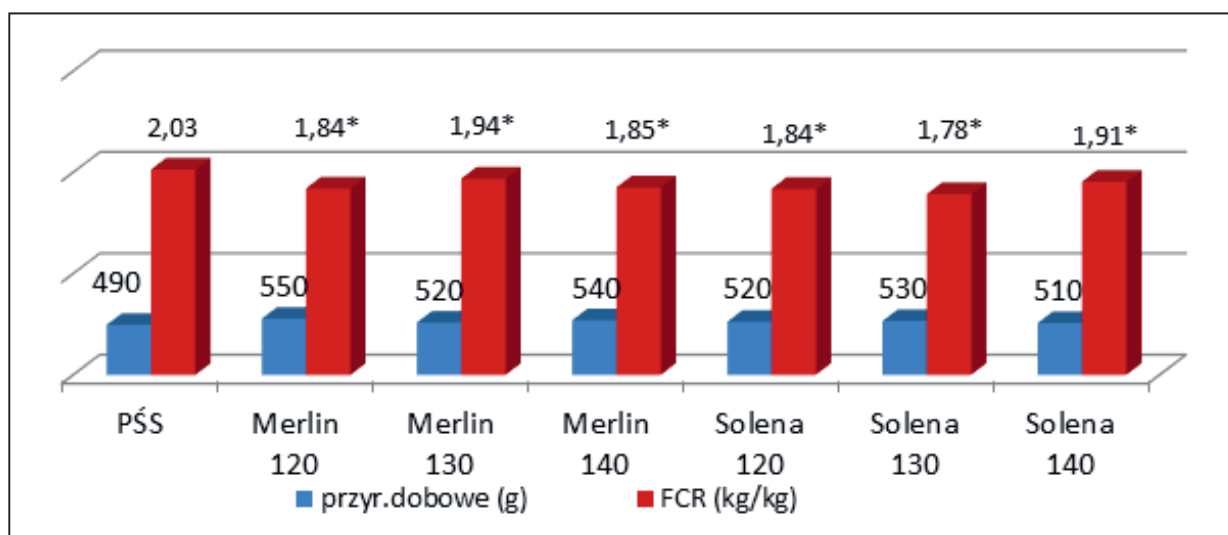
woduje znaczące zmniejszenie negatywnego wpływu inhibitorów trypsyny na wyniki produkcyjne. Jednakże zastosowanie ekstrudatu sojowego, jako jedyne źródła białka pasz w żywieniu kurcząt rzeźnych, nie umożliwia osiągnięcia takich samych wartości parametrów produkcyjnych, jakie miały miejsce w przypadku grupy żywionej PŚS (rys. 3). Przyrosty są o ok. 100g niższe w odniesieniu do zwierząt żywionych PŚS, a współczynnik wykorzystania paszy jest taki sam. Natomiast stwierdza się, że uszlachetnione pełnotłuste nasiona krajowej soi i makuch z krajowych nasion soi, stanowią cenne źródło białka pod względem przydatności w żywieniu indyków nie ustępując importowanej PŚS.

## Świnie

Badania prowadzone w ramach programu wieloletniego dowiodły, że nasiona soi, poddane obróbce termicznej, charakteryzują się większą smakowitością i są komponentem preferowanym w paszach dla świń, tak osobno, jak i w połączeniu z innymi KŻBR. We wszystkich prowadzonych testach żywieniowych na świnia

(prosięta odsadzone, warchlaki i tuczniaki) wykazano, że ekstrudowane nasiona soi mogą z powodzeniem być wykorzystywane w mieszankach dla tych grup produkcyjnych (rys. 4).

W przypadku wykorzystania tego surowca w mieszankach należy zwrócić uwagę, że poza białkiem, ekstrudowane nasiona soi wnoszą do diet spory udział tłuszczu (ok. 18-20%), zwiększając tym samym wartość energetyczną mieszanki, całkowicie eliminując udział kosztownego oleju czy tłuszczu zwierzęcego. Pełnotłuste, obłuszczone i ekstrudowane oraz poddane kondycjonowaniu nasiona soi w polskim przemyśle paszowym zaczynają być coraz częściej wykorzystywane do skarmiania w mieszankach pełnoporcjowych. Wyniki badań programu wykazały, że nasiona po obróbce barotermicznej są bowiem smaczniejsze, charakteryzują się wyższą strawnością białka i wyższą zawartością energii metabolicznej, oraz wyższą strawnością jelitową aminokwasów (tab. 5). W przypadku oceny krajowych produktów przetworzonych z soi, stwierdzono, że współczynniki pozornej strawności jelitowej suchej masy pełnotłustych nasion soi poddanych kondycjonowaniu i ekspandowaniu, obłuszczanych nasion soi



PŚS- poekstrakcyjna śruta sojowa, Merlin, 120, 130, 140, – nasiona soi odm. Merlin ekstrudowane w różnych warunkach temperaturowych, Solena, 120, 130, 140, – nasiona soi odm. Solena ekstrudowane w różnych warunkach temperaturowych, FCR- współczynnik wykorzystania paszy. Wartości oznaczone \* różnią się pomiędzy wartościami oznaczonymi bez gwiazdki, ale nie różnią się między sobą, Źródło A. Zaworska-Zakrzewska, 2018

Rysunek 4. Wskaźniki odchowu prosiąt żywionych PŚS i ekstrudowanymi nasionami soi dwóch odmian, uzyskanymi z zastosowaniem różnych warunków procesu ekstruzji

Tabela 5. Współczynniki pozornej strawności jelitowej produktów przetworzonych z soi

Współczynnik strawności	Makuch sojowy	Przetworzone nasiona soi *	Przetworzone nasiona soi **
SM	0,62	0,65	0,70
BO	0,73	0,74	0,75

\*obluszczone nasiona soi poddane kondycjonowaniu i ekspandowaniu, \*\*pełnotłuste nasiona soi poddane kondycjonowaniu i ekspandowaniu SM – sucha masa, BO – białko ogólne, (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020 )

poddanych kondycjonowaniu wraz z ekspandowaniem oraz makuchu sojowego wynoszą od 62 do 70%, a współczynnik strawności białka wynosi 73-75%.

Dalsze badania oznaczenia strawności białka, suchej masy i aminokwasów ekstrudatów sojowych wykazały, że temperatura procesu ma znaczący wpływ na strawność składników odżywczych. Podniesienie temperatury procesu ze 130 do 135°C poprawiło u świń strawność suchej masy i białka oraz większości aminokwasów ekstrudatów sojowych, jednakże dalszy jej wzrost do 140 albo nie miał znaczącego wpływu, albo pogarszał badane parametry. Natomiast stwierdzono, że nasiona soi poddane ekspandowaniu w mieszankach dla świń wpływają na pogorszenie parametrów odchowu u rosnących grup świń.

### Wnioski płynące z badań:

W porównaniu z innymi krajowymi surowcami paszowymi, nasiona soi mają trzy główne zalety: wysoka

zawartość tłuszczu, wyrównanie składu chemicznego oraz szerokie możliwości zastosowania. Z tego właśnie względu krajowe nasiona soi, które są niemodyfikowane genetycznie, okazują się pożądanym surowcem na rynku paszowym. Należy pamiętać, że wykorzystanie w paszach surowych i nieuszlachtanych nasion soi z uwagi na zawartość inhibitora trypsyny i aktywności ureazy jest praktycznie marginalne lub całkowicie niemożliwe.

Ekstruzja, stwarza szansę wykorzystania na cele paszowe soi uprawianej we własnym gospodarstwie dzięki dostępności na rynku specjalistycznego sprzętu, jak i dzięki usługom firm wytwarzających paszę dla zwierząt. Przeprowadzone testy żywieniowych wykazały, że nasiona soi same, jak i w połączeniu z innymi krajowymi źródłami białka roślinnego, poddane obróbce termicznej, charakteryzują się większą smakowitością i są komponentem preferowanym w paszach dla świń.

**ZADANIE 4.3.****Opracowanie nowych receptur koncentratów wysokobiałkowych i programów żywieniowych przydatnych w produkcji pasz dla lokalnych wytwórni i gospodarstw rolnych**

**Cel zadania:** opracowanie nowych receptur koncentratów wysokobiałkowych i programów żywieniowych dla drobiu i świń w oparciu o nasiona krajowej soi, białka ziemniaka, nasiona grochu pomarańczowego (naturalny czynnik wybarwienia żółtka jaj i mięsa drobiowego), produkty uboczne z produkcji biopaliw, nasiona łubinu białego oraz inne krajowe źródła białka roślinnego.

W ramach tego zadania przeprowadzono 21 testów wdrożeniowych na drobiu (kury nioski, kaczki, gęsi, kurczęta rzeźne) oraz na świnich (warchlaki i tuczniaki). Celem doświadczeń terenowych – wdrożeniowych było porównanie wyników osiąganych przy zastosowaniu pasz wykonanych z koncentratów wyprodukowanych z udziałem PŚS oraz z udziałem KŻBR. Receptury optymalnych koncentratów wysokobiałkowych wykorzystanych w terenie, opracowane zostały w wyniku pilotażowych, wstępnych prac badawczych, przeprowadzanych w Zakładzie Doświadczalnym, Uniwersytetu Przyrodniczego Poznaniu

**Drób**

Przeprowadzono 4 testy na kurach nieśnych wykazały, że wyniki produkcyjne zwierząt żywionych mieszankami na bazie KŻBR i PŚS są na podobnym poziomie. Średnie zużycie paszy, za całe ocenione okresy nieśności na 1 kurę, w obu grupach było podobne – różnica pomiędzy grupami wynosiła max. ok. 0,3 kg/sztukę. Natomiast średnie zużycie paszy na jedno jajo w czasie ocenianych okresów nieśności było w grupach żywionych KŻBR od 3-5 gramów mniejsze w porównaniu ze zużyciem na jedno jajo w grupie żywionej PŚS. Średnia

masa jaj w całym okresie oceny w obu grupach była podobna, jednakże nieco wyższa w grupach żywionych z PŚS. Wyniki badań pozwalają wnioskować, że alternatywne komponenty jakimi są KŻBR mogą być częściowo zastosowane w użytkowaniu kur ogólnoużytkowych ROSA 1 przeznaczonych do półintensywnej, przydomowej produkcji jaj konsumpcyjnych w drobotowarowym gospodarstwie.

Kolejne testy wdrożeniowe na kurczętach rzeźnych wykazały, że wyniki produkcyjne brojlerów żywionych w oparciu o PŚS różniły się niejednoznacznie z wynikami kurcząt żywionych mieszankami paszowymi opartymi na KŻBR. Jednakże końcowe wyniki wskazują na nieco lepszy (1,5%) przyrost masy ciała kurcząt żywionych na bazie KŻBR przy mniejszym spożyciu paszy (2,9%), jak i mniejsze zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (1,7%). Z kolei kaczki towarowe typu Pekin, żywione mieszankami bilansowanymi w oparciu o KŻBR, cechowała porównywalna masa ciała, jak ptaki żywione na bazie PŚS, jednakże zwierzęta te wyróżniało wyższe zużycie paszy i wykorzystanie paszy na kg przyrostu w badanym odchowcie. Tuzze gęsi z wykorzystaniem KŻBR wykazały, że zużycie i spożycie paszy przez gęsi jest większe, aniżeli w grupie żywionej mieszankami opartymi na koncentraty z PŚS, a uzyskana masa końcowa zwierząt była nieco niższa. W badaniach na indykach rzeźnych stwierdzono możliwość zastąpienia w 50% PŚS w pierwszych 4 tygodniach życia i całkowite jej wyeliminowanie od 5 tygodnia życia bez negatywnych skutków dla parametrów odchowu rosnących ptaków. Ponadto wykazano istotną zależność, która pozwala stwierdzić większą zawartość suchej masy w pomociu indyków żywionych dietami zawierającymi KŻBR. Zanotowana obserwacja pozwala sądzić, że może to być jedna z dróg prowadzących do zmniejsze-

nia częstotliwości i nasilenia występowania zapalenia skóry podszwy stóp (FDP – *foot pad dermatitis*) u tej grupy zwierząt.

### Świnie

Wyniki prowadzonych badań w ramach programu wieloletniego wykazują, że w doświadczeniach na świnich w grupach żywionych paszami na bazie koncentratów zawierających KŻBR uzyskano średnio z wszystkich doświadczeń o 0,26% niższe przyrosty dzienne i o 2,54% większe zużycie paszy na 1 kg przyrostu (tab. 6) niezależnie od ras świń oraz warunków w jakich przeprowadzono doświadczenia.

Mając na uwadze, że czynnik ekonomiczny oraz koszt wykorzystywanych komponentów paszowych w produkcji koncentratów, a także mieszanek dla zwierząt są aspektem niezwykle istotnym w produkcji zwierzęcej, w ramach badań przeprowadzono kalkulację kosztów materiałów paszowych użytych w doświadczeniach. Dla przykładu przedstawiono analizę koncentratów dla trzech okresów żywieniowych świń.

W tabelach 7-8 zostały przedstawione koszty białka i materiałów paszowych wykorzystanych do doświadczeń prowadzonych w latach realizacji programu wieloletniego.

W ostatnich latach badań tj. 2018-2019 przeprowadzona została kalkulacja kosztów zakupionych na rynku materiałów paszowych do produkcji koncentratów doświadczalnych (tab. 9), która wskazuje, że poza białkiem ziemniaka, cena 1kg białka jest niższa aniżeli PŚS.

W tabeli 10 zostało przedstawione porównanie kosztów produkcji koncentratu Warchlak w grupie kontrolnej (PŚS) oraz w grupie doświadczalnej (KŻBR). Koszt surowcowy (materiałów paszowych):

- Koncentratu kontrolnego 1 tona – 1669,90 zł.
  - Koncentratu doświadczalnego 1 tona – 1413,60 zł.
- Różnica kosztu wynosi – 256,30 zł, co stanowi 18,1%.

W tabeli 11 zostało przedstawione porównanie kosztów produkcji koncentratu Tuczniki I w grupie kontrolnej oraz w grupie doświadczalnej. Koszt surowcowy (materiałów paszowych):

- Koncentratu kontrolnego 1 tona – 1417,70 zł.
  - Koncentratu doświadczalnego 1 tona – 1278,50 zł.
- Różnica kosztu wynosi – 139,20 zł, co stanowi 11,1%.



Rysunek 5. Tucz w gospodarstwie indywidualnym, (A. Zaworska-Zakrzewska)

Tabela 6. Podsumowanie rezultatów prac wdrożeniowych przeprowadzonych w latach 2016-2019 z zastosowaniem PŚS i KŻBR w żywieniu świń

Test	BGW (kg)			FCR (kg/kg)		
	PŚS	KŻBR	różnica %	PŚS	KŻBR	różnica %
/ I /	0,834	0,81	-2,9	2,99	3,16	5,7
/ II /	0,766	0,773	0,9	3,046	3,16	3,7
/ III /	0,739	0,728	-1,5	2,94	3,11	5,8
/ IV /	0,84	0,853	1,5	3,6	3,498	-2,8
/ V /	1,091	1,028	-5,8	2,7	2,93	8,5
/ VI /	0,782	0,789	0,9	2,97	3,09	4
/ VII /	1,149	1,153	0,3	3,01	3	-0,3
/ VIII /	1,054	1,101	4,5	3,128	2,993	-4,3
Średnia z doświadczeń	0,907	0,904	-0,2625	3,048	3,12	2,54

PŚS – grupa kontrolna, KŻBR – grupa doświadczalna, (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

Tabela 7. Koszt 1 kg białka użytego do produkcji koncentratów w latach 2014 – 2017

Surowiec	Cena netto 1 tony z transportem (zł)	Zawartość BO (%)	Cena 1 kg białka (zł)
PŚS non GMO	1 800,00	46	4,00
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	1 000,00	34	2,90
Łubin żółty	1 200,00	43	2,94
Groch	800,00	22	3,30

BO – białko ogólne, PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

Tabela 8. Koszt materiałów paszowych użytych do wytworzenia 1 tony koncentratów wykorzystywanych w doświadczeniach terenowych w latach 2014 – 2017

Lp.	Rodzaj paszy	Kontrolna (zł/t)	Doświadczalna (zł/t)	Różnica (%)
1	warchlak	1804,00	1506,00	19,7
2	tucznik I	1690,00	1373,00	23,1
3	tucznik II	1374,00	1110,00	23,9

(Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

Tabela 9. Koszt 1 kg białka użytego do produkcji koncentratów kontrolnych i doświadczalnych zawartego w surowcach białkowych (materiałach paszowych) w latach 2018-2019.

Surowiec	Cena netto 1 tony z transportem (zł)	Zawartość BO (%)	Cena 1 kg białka w (zł)
PŚS non GMO	1 900,00	46	4,13
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	940,00	34	2,76
Łubin żółty	1 100,00	43	2,55
Groch	800,00	22	3,63
Drożdże paszowe	1 450,00	45	3,22
Białko ziemniaka	5 500,00	80	6,87

BO – białko ogólne, PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

Tabela 10. Porównanie kosztów produkcji koncentratu Warchlak w grupie kontrolnej (PŚS) oraz w grupie doświadczalnej (KŻBR).

Surowce	ilość kg	cena 1 kg/zł	koszt zł/1 tona	surowce	ilość kg	cena 1 kg/zł	koszt zł/1 tona
<b>PŚS</b>				<b>KŻBR</b>			
PŚS non GMO	500,53	1,9	951,01	Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	125	0,94	117,5
Pszenica	351,25	0,75	263,44	Drożdże	100	1,45	145
Olej rzepakowy	62,5	3,4	212,5	Łubin żółty	250	1,1	275
Fosforan 1-Ca	15	2,3	34,5	Groch	299,8	0,8	239,84
Kreda pastewna	30	0,45	13,5	Pszenica	81,3	0,75	60,98
NaCl	8,75	0,5	4,38	Premix	12,5	4,8	60
Premix	12,5	4,8	60	Fosforan 1-Ca	22,5	2,3	51,75
Lizyna	11	5,5	60,5	Kreda pastewna	25	0,45	11,25
Metionina	2,75	10,3	28,33	Sól pastewna	8,8	0,5	4,4
Treonina	5,72	7,3	41,76	Olej rzepakowy	50	3,4	170
				Lizyna	12,5	5,5	68,75
				Metionina	3,8	10,3	39,14
				Tryptofan	2,5	49,6	124
				Treonina	6,3	7,3	45,99
	1000		1669,9		1000		1413,6

PŚS – grupa kontrolna, KŻBR – grupa doświadczalna, PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

W tabeli 12 zostało przedstawione porównanie kosztów produkcji koncentratu Tuczniki II w grupie kontrolnej oraz w grupie doświadczalnej. Koszt surowcowy (materiałów paszowych):

– Koncentratu kontrolnego 1 tona – 1255,58 zł.

– Koncentratu doświadczalnego 1 tona – 990,21 zł.

Różnica kosztu wynosi – 265,37 zł, co stanowi 26,7%.

Kalkulacja produkcji koncentratów stosowanych w doświadczeniach terenowych w ramach prowadzonych wdrożeń w gospodarstwach niskotowarowych u rolników indywidualnych, wykazała, że koszty surowcowe z udziałem KŻBR były znacznie niższe w latach 2016-2020.

### Wnioski płynące z badań:

1. Efektywność ekonomiczna żywienia świń w rodzinnych gospodarstwach rolnych oparta na KŻBR jest

znacznie wyższa ze względu na niższe koszty surowcowe wyprodukowanych koncentratów.

2. W przypadku świń, niższe koszty surowcowe pasz wyprodukowanych z udziałem KŻBR, pozwoliły na rekompensatę wyższego zużycia paszy (2,54%) oraz niższe przyrosty (2,6%).

3. Badania wdrożeniowe pozwoliły stwierdzić, że wykorzystane w gospodarstwach drobnotowarowych – u rolników indywidualnych, KŻBR mogą gwarantować większą stabilność kosztów produkcji pasz w porównaniu z materiałami paszowymi importowanymi.

4. KŻBR mogą być stosowane w żywieniu drobiu i świń, w chowie półintensywnym i ekstensywnym.

5. Wprowadzenie takich komponentów paszowych w gospodarstwach drobnotowarowych może wpłynąć na uatrakcyjnienie oferowanego surowca znakowanego, jako wytworzonego bez GMO.

Tabela 11. Koszty produkcji koncentratu Tuczniki I PŚS i KŻBR.

Surowce	ilość kg	cena 1 kg/zł	koszt zł/1 tona	surowce	ilość kg	cena 1 kg/zł	koszt zł/1 tona
<b>PŚS</b>				<b>KŻBR</b>			
Pszonżyto	531,1	0,7	371,77	Pszonżyto	423	0,7	296,1
PŚS non GMO	333,3	1,9	633,27	Łubin żółty	150	1,1	165
Olej rzepakowy	60	3,4	204	Groch	150	0,8	120
Fosforan 1-Ca	8,3	2,3	19,09	Drożdże paszowe	125	1,45	181,25
Kreda pastewna	30	0,45	13,5	Białko ziemniaka	20	5,5	110
NaCl	7,3	0,5	3,65	Olej rzepakowy	62,5	3,4	212,5
Premix	16,7	4,8	80,16	Fosforan 1-Ca	7,5	2,3	17,25
Lizyna	5,3	5,8	30,74	Kreda pastewna	30	0,45	13,5
Metionina	1	10,3	10,3	Sól pastewna	5,75	0,5	2,88
Treonina	7	7,3	51,1	Premix	12,5	4,8	60
				Lizyna	4,25	5,8	24,65
				Metionina	2	10,3	20,6
				Treonina	7,5	7,3	54,75
	1000		1417,58		1000		1278,48

PŚS – grupa kontrolna, KŻBR – grupa doświadczalna, PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

Tabela 12. Koszty produkcji koncentratu Tuczniki II PŚS i KŻBR.

Surowce	ilość kg	cena 1 kg/zł	koszt zł/1 tonę	surowce	ilość kg	cena 1 kg/zł	koszt zł/1 tona
<b>PŚS</b>				<b>KŻBR</b>			
Pszonżyto	591,1	0,7	413,77	Pszonżyto	452,9	0,7	317,03
PŚS non GMO	333,3	1,9	633,27	Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	166,7	0,94	156,7
Fosforan 1-Ca	8,3	2,3	19,09	Łubin żółty	133,3	1,1	146,63
Kreda pastewna	30	0,45	13,5	Groch	166,7	0,8	133,36
NaCl	7,3	0,5	3,65	Premix	16,7	4,8	80,16
Premix	16,7	4,8	80,16	Fosforan 1-Ca	8,7	2,3	20,01
Lizyna	5,3	5,8	30,74	Kreda pastewna	30	0,45	13,5
Metionina	1	10,3	10,3	Sól pastewna	7,7	0,5	3,85
Treonina	Lizyna	7,3	51,1	Lizyna	7,3	5,8	42,34
				Metionina	1,3	10,3	13,39
				Treonina	8,7	7,3	63,51
	1000		1255,58		1000		990,21

PŚS – grupa kontrolna, KŻBR – grupa doświadczalna, PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

**ZADANIE 4.4.****Ocena jakościowa surowców zwierzęcych wyprodukowanych na bazie rodzimych źródeł białka roślinnego**

**Cel zadania:** dokonanie naukowej oceny w różnicy jakościowej mięsa, jego przetworów i produktów zwierzęcych, otrzymanych ze zwierząt monogastrycznych, skarmianych paszami, zawierającymi wyłącznie krajowe białka roślinne.

Dokonano porównania oceny jakościowej mięsa drobiowego i wieprzowego oraz jaj pozyskanych od zwierząt monogastrycznych, skarmianych paszami, zawierającymi w mieszance wyłącznie KŻBR lub PŚS. Do tego celu wykorzystano metody analiz fizyko-chemicznych oraz organoleptycznych przy wykorzystaniu najbardziej adekwatnej i specjalistycznej aparatury. Przeprowadzono laboratoryjną ocenę jakościową surowców zwierzęcych uzyskanych z testów terenowych na kurkach nieśnych, kurczętach rzeźnych, trzodzie chlewnej, kaczkach typu pekin oraz gęsiach. Ocena mięsa dotyczyła m.in. cech: pH mięsa, barwy, wodochłonności, wycieku swobodnego, kruchości oraz składu chemicznego mięsa. Natomiast ocena jaj obejmowała: cechy budowy, skład morfologiczny i właściwości fizyczne.

**Drób**

Analizy cech poubojowych mięsa gęsi rzeźnych nie wykazały statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami. Tam, gdzie PŚS zastąpiono łubinem żółtym lub łubinem białym, stwierdzono lepsze wyniki odchowu, a z kolei łubin wąskolistny w mieszance negatywnie wpływa na wyniki odchowu oraz jakość gęsiny. W badanych grupach stwierdzono różnice w masie mięśni nóg oraz ich procentowym udziale w tuszce na korzyść grupy żywionej PŚS. Pozostałe cechy umięśnienia oraz otluszczenia nie różniły się istotnie. Analiza jakości mię-

sa gęsi rzeźnych pod względem właściwości fizykochemicznych pozwoliła na stwierdzenie, że gęsi żywione w oparciu o PŚS charakteryzowała gorsza przydatność technologiczna pod względem utrzymania wody w porównaniu z mięsem gęsi, które żywione były mieszankami w oparciu o łubin żółty i inne KŻBR. W pozostałych badanych cechach nie stwierdzono istotnych różnic. PŚS zastąpiona KŻBR (poza łubinem wąskolistnym) nie wpłynęła negatywnie na końcowe wyniki produkcyjne oraz jakość tuszki i mięsa. Wyniki uzyskane po przeprowadzeniu wycieku swobodnego mięśni piersiowych, wskazują na pozytywne oddziaływanie poprzez żywienie KŻBR, zwłaszcza łubinem żółtym i białym, na zdolność utrzymania wody, co jest istotnym dla potencjalnych konsumentów.

Także w przypadku mięsa pochodzącego od kaczek żywionych KŻBR (testy prowadzone z wykorzystaniem łubinu żółtego oraz ekstrudowanych nasion soi), stwierdzono uzyskanie podobnych lub lepszych wyników w przypadku analizy cech poubojowych, umięśnienia oraz właściwości fizykochemicznych mięśni piersiowych, mięśni nóg kaczek w stosunku do zwierząt żywionych mieszanką na bazie PŚS.

Natomiast analiza mięsa pochodzącego od kurcząt rzeźnych, żywionych mieszanką w oparciu o groch, PŚR i białko ziemniaka, wykazała pogorszenia analizowanych wskaźników. Masa ciała oraz tuszek kurcząt rzeźnych, żywionych w oparciu o PŚS, była istotnie większa, niż w grupie żywionej w oparciu KŻBR. Podobnie wykazano istotny wzrost masy mięśni piersiowych w grupie żywionej PŚS, masy mięśni nóg oraz umięśnienia ogólnego i jego procentowego udziału w tuszce. W grupie żywionej mieszankami na bazie KŻBR stwierdzono większą zawartość tłuszczu w mięśniach piersiowych oraz nóg. Mięśnie nóg charakteryzowało istotnie więk-

sze wysycenie barwą żółtą, co potwierdza większy udział tłuszczu w mięsie.

Badania prowadzone na indykach z oceną KŻBR dowiodły, że żywienie mieszankami zawierającymi 6, 12 lub 18% udział PŚR nie wpłynęło negatywnie na wartość rzeźną tuszek, skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięsa z piersi indyków. Podobnie żywienie dietami bez PŚS (mieszanka oparta na łubinie żółtym, PŚR DDGS i białku ziemniaka) nie wpłynęło na wydajność tuszki i mięśni, oraz właściwości fizykochemiczne mięsa 16-tygodniowych indyków, z wyjątkiem zwiększenia udziału tłuszczu sadełkowego.

Analiza jaj, pochodzących od kur ogólnoużytkowych ROSA 1 uzyskanych z testów wdrożeniowych prowadzonych z wykorzystaniem KŻBR, wykazała, że średnia masa jaj w ocenionych grupach kur, oraz poszczególne terminach, była podobna, co świadczy o braku negatywnego wpływu zastosowania KŻBR na tę cechę. Znalazło to potwierdzenie także w analizie

składu morfologicznego jaj, gdyż udział żółtka, białka i skorupy w jajach pochodzących z obu grup kur był podobny. Analizując cechy skorupy jaj stwierdzono, że KŻBR jako komponenty paszowe, mogą pozytywnie wpływać na wytrzymałość skorupy w szczycie nieśności, co może świadczyć o bardzo dobrym przyswajaniu wapnia z paszy przez kury. Podobnie stwierdzono, iż żółtka jaj pochodzących od kur żywionych mieszankami paszowymi bilansowanymi w oparciu o KŻBR, cechowało takie samo lub lepsze (w zależności od zastosowanych KŻBR w mieszance) wysycenie barwą żółtą, ocenione w skali punktowej oraz instrumentalnej, w porównaniu z żółtkami jaj kur żywionych mieszankami bilansowanymi w oparciu o PŚS. Na tej podstawie stwierdza się, że mieszanki paszowe bilansowane w oparciu o KŻBR pozytywnie wpływają na wysycenie barwą żółtek jaj, co jest pożądane przez konsumentów i nie pogarszają pozostałych cech jakościowych tego surowca.



Rysunek 6. Testy żywieniowe oceniające wpływ KŻBR na jakość jaj konsumpcyjnych (A. Zaworska-Zakrzewska)

## Świnie

Wyniki uzyskanych doświadczeń wykazały, że mięso pochodzące od zwierząt żywionych paszą w oparciu o KŻBR charakteryzowało się wyższą zawartością białka w porównaniu z mięsem tuczników skarmianych mieszanką pełnoporcjową na bazie PŚS. W części testów różnica w zawartości białka była istotna pomiędzy grupą żywioną mieszanką na bazie PŚS i grupą z KŻBR, na korzyść badanych krajowych komponentów (kolejno: 25,02% i 24,74%). W jednym z testów można było zauważyć większą zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu najdłuższym grzbietu w porównaniu z testami wykonanymi w innych latach, jednakże różnica ta mogła wynikać z różnego genotypu badanych świń. Mieszańce danbred mają większe predyspozycje do odkładania większej ilości białka w tuszy, ponadto mięso pochodzące od tych świń charakteryzowało się mniejszym udziałem tłuszczu śródmięśniowego.

Podkreślić należy, że zarówno w przypadku badanych świń rasy puławskiej, jak i mieszańców wysoko- i średnio- i niskoprodukcyjnych danbred, zwierzęta żywione paszami

na bazie KŻBR wyróżniały się większą zawartością białka w mięsie przy mniejszej zawartości tłuszczu, co odpowiada aktualnym upodobaniom konsumentów. Z kolei zakwaszenie tkanki określone 45 min. po uboju, w grupach było na prawidłowym poziomie i w żadnym z testów nie wskazywało na występowanie wad mięsa. Kolejnym istotnym parametrem, który został określony, była barwa mięsa. Konsument decydując się na wybór mięsa kieruje się m.in. jego barwą. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w każdej badanej grupie jasność mięsa nieco przewyższyła zakres charakterystyczny dla mięsa RFN (normalnej jakości), czyli od 43 do 50, jednakże nie wpływało to na wyniki oceny mięsa. Do parametrów analizowanych zaliczono także wodochłonność oraz wyciek termiczny i swobodny. Cechy te oceniono z uwagi na fakt, że świadczą o dalszej przydatności mięsa do przerobu technologicznego. W prowadzonych badaniach w ramach Programu nie

zanotowano różnic istotnych w zakresie wyżej wymienionych cech pomiędzy badanymi grupami.

### **Wnioski płynące z badań:**

Na podstawie uzyskanych wyników wnioskuje się, iż zastąpienie PŚS paszami na bazie KŻBR w żywieniu świń oraz drobiu jest możliwe i dla większości gatunków, poza brojlerami, nie wpływa negatywnie na parametry jakości produktów pochodzenia zwierzęcego, uzyskanych od zwierząt utrzymywanych w stadach niskotowarowych i chowie przyzagrodowym. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż mięso zwierząt żywionych paszami na bazie KŻBR charakteryzuje się wyższą zawartością białka przy mniejszym udziale tłuszczu, w porównaniu z mięsem świń żywionych paszami z udziałem PŚS, oraz cechują je korzystniejsze parametry dotyczące przetwarzania.

## ZADANIE 4.5.

### Zwiększenie wartości odżywczej wybranych komponentów pasz pochodzących z rodzimych źródeł białka roślinnego

**Cel zadania:** zastosowanie procesów termiczno-barowych i enzymatycznych jako możliwość zwiększenia wartości pokarmowej pasz, otrzymanych z komponentów pochodzących z rodzimych źródeł białka roślinnego.

Przeprowadzono wybrane zabiegi technologiczne należące do grupy zabiegów hydro-barotemicznych, mających na celu obniżenie udziału substancji antyodżywczych. W dalszej kolejności dokonana została ocena wartości pokarmowej uzyskanych tą drogą pasz, które następnie wprowadzone zostały do mieszanek przeznaczonych dla drobiu i świń.

Wykonana w ramach obszaru analiza składu chemicznego nasion wykazała, że ekstruzja nie zmienia znacząco podstawowego składu chemicznego, jed-

nakże pozytywnie oddziałuje na obniżenie strukturalnych składników paszy i substancji antyżywnościowych i z praktycznego punktu zalecana jest przede wszystkim dla nasion grochu i bobiku. Dowiedziono, że ekstruzja skutecznie obniża poziom frakcji włókna detergentowego (NDF) we wszystkich badanych nasionach (tab. 13), a w przypadku surowców posiadających skrobię, pozytywnie zmniejsza (ok. 10-krotnie) poziom skrobi opornej. Stwierdzono także, że w przypadku nasion grochu i bobiku zabieg ekstruzji istotnie obniża poziom P-fitynowego oraz inhibitora trypsyny (TIA), poprawiając tym samym wartość pokarmową surowca.

Tabela 13. Porównanie składu chemicznego nasion surowych i ekstrudowanych.

Składniki (g/kg s.m.)	Groch	Groch ekstrudowany	Łubin wąskolistny	Łubin ekstrudowany	Bobik	Bobik ekstrudowany
Białko ogólne	231	234	385	389	312	310
NDF	158a	113b	259a	210b	213a	132b
ADF	95	85	214	219	124	119
Skrobia	416	415	-	-	417	411
Skrobia oporna	164a	18b	-	-	182a	10b
<b>AA(g/16gN)</b>						
Lys	6,8	6,9	4,5	4,5	5,2	5,1
Thr	3,9	3,8	3,1	3,1	2,9	2,9
Met	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Cys	1,5	1,7	1,1	1,1	1,1	1,0
<b>Substancje antyodżywcze</b>						
Suma RFOs	81	80	88	88	26	26
P-fityniowy	3,3b	2,4a	4,4	4,2	3,9a	1,9b
Taniny	0,24	0,23	-	-	0,06	0,06
TIA (mg/g)	0,4a	0,3b	-	-	0,6a	0,3b
Alkaloidy(%)	-	-	0,044	0,043	-	-

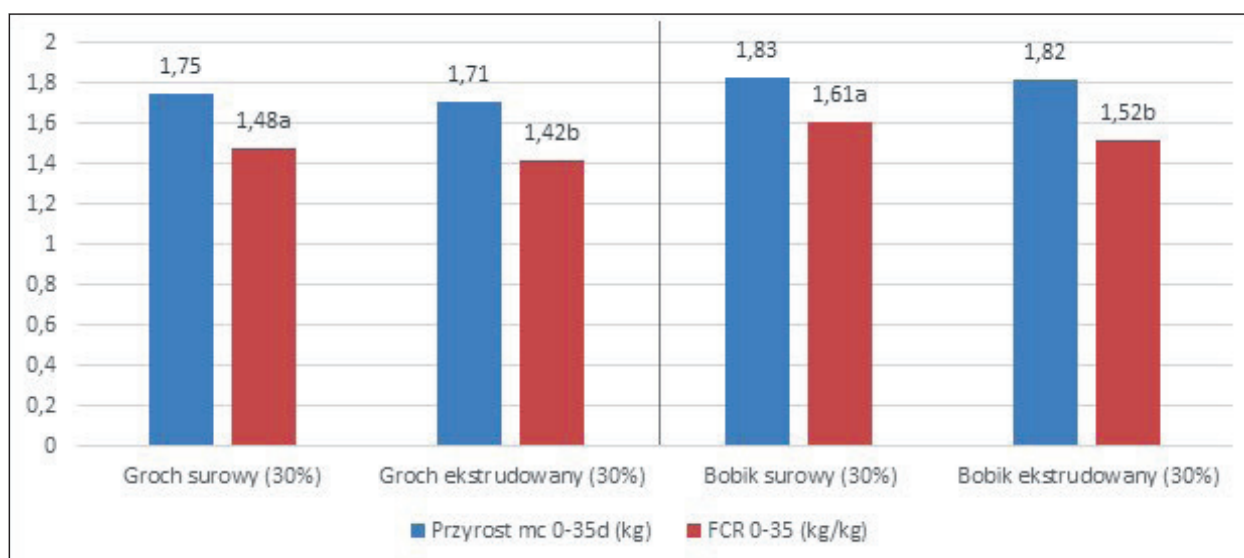
a, b - wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie od siebie (P<0,05). (Źródło: Hejdysz M., 2019)

## Drób

Zastosowanie ekstrudowanych nasion grochu i bobiku w żywieniu kurcząt rzeźnych nie wpłynęło istotnie na poprawę przyrostu masy ciała kurcząt, jednakże istotnie poprawiło współczynnik wykorzystania paszy na kg przyrostu ptaków (FCR), co potwier-

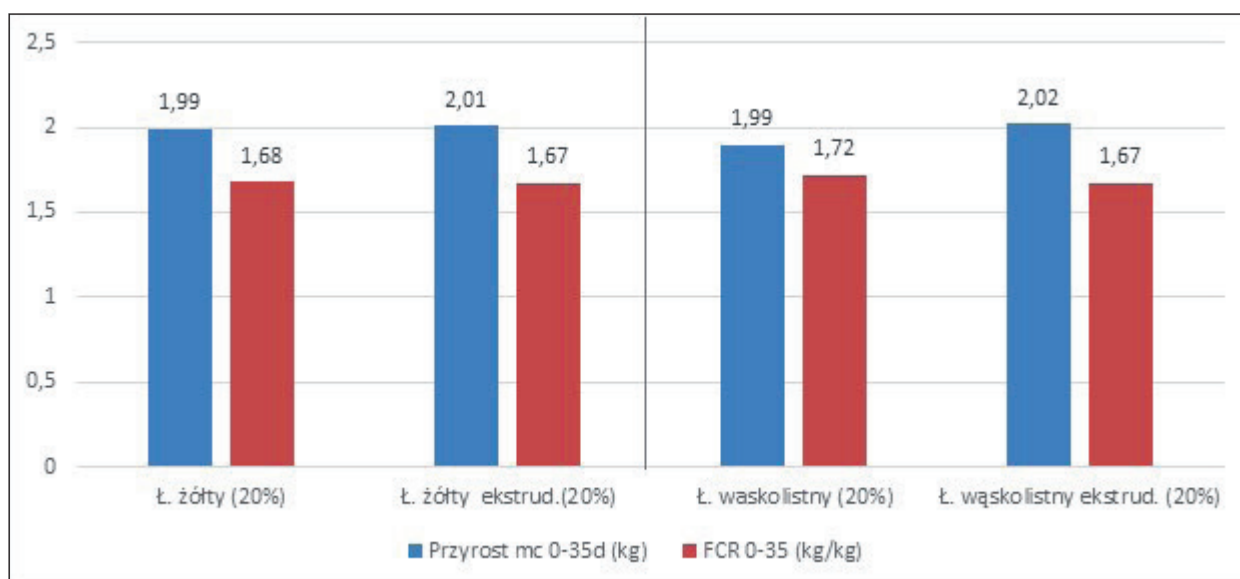
dza zasadność wykonywania ekstruzji w/w nasion (rys. 6).

Natomiast wyniki badań z zastosowaniem ekstrudowanych nasion łubinu żółtego i wąskolistnego w żywieniu brojlerów wskazują, że ekstruzja nie poprawia wartości pokarmowej i wykorzystania w/w nasion u ptaków (rys. 7).



a, b – wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie od siebie ( $P < 0,05$ ), (Źródło: Hejdysz M., 2019)

Rysunek 6. Ocena możliwości zastosowania ekstrudowanych nasion grochu i bobiku w żywieniu kurcząt rzeźnych.



Rysunek 7. Ocena możliwości zastosowania ekstrudowanych nasion łubinu żółtego i wąskolistnego w żywieniu kurcząt rzeźnych (Źródło: Hejdysz M., 2019)

## Świnie

Badania na świnich wykazały, że ekstruzja nasion grochu poprawiła pozorną całkowitą strawność białka i jelitową strawność części aminokwasów u warchlaków – Asp, Glu i Cys. Natomiast forma ekstrudowanego grochu dla tuczników, zastosowana w diecie wraz z PŚR, nie poprawiła parametrów produkcyjnych w poszczególnych okresach, jak i w całym dwu fazowym okresie tuczu. Natomiast zastosowanie u prosiąt odsadzonych (mc. początkowa ok. 10 kg) ekstrudowanych nasion grochu lub bobiku wraz z ekstrudowaną soją, pozwala osiągnąć porównywalne lub lepsze wyniki odchowu zwierząt, aniżeli grupa żywiona PŚS czy nieekstrudowanym grochem czy bobikiem z soją (rys. 8).

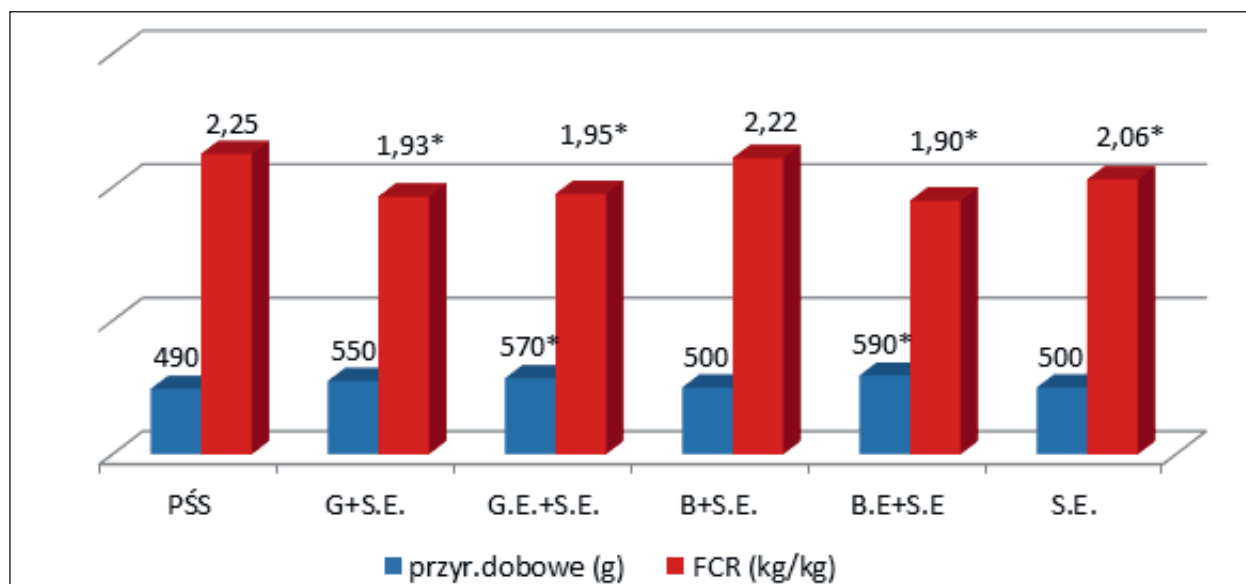
## Dodatki enzymatyczne

Dodatek właściwego enzymu i jego dawki czy tzw. koktajl enzymatyczny zwiększa wartość energetyczną paszy oraz może znacznie poprawić strawność mieszanki, w tym suchej masy, białka ogólnego, aminokwasów

czy minerałów w tym Ca i P. To daje pożądany efekt w postaci lepszych przyrostów i mniejszego zużycia paszy. W przypadku stosowania dodatku enzymu fitazy udostępniona zostaje dodatkowa pula fosforu dla świń czy drobiu, co ogranicza zanieczyszczenia środowiska poprzez mniejsze wydalanie P i Ca w kale oraz pozwala na znaczące obniżenie udziału fosforanu i kredy w mieszankach. W związku z powyższym, zbadano skuteczność stosowania różnych dodatków enzymatycznych i ich poziomów w mieszankach paszowych, przeprowadzając szereg testów żywieniowych na zwierzętach rosnących.

## Drób

W czterech doświadczeniach żywieniowych na indykach badano fizjologiczne i produkcyjne efekty zastosowania enzymów degradujących polisacharydy nieskrobiowe w mieszankach zawierających 30% nasion łubinu żółtego, bobiku 30% z nasionami rzepaku 5%, grochu 30% lub 6, 12 i 18% udziałem PŚR. Dodatkowo w dietach zawierających łubin żółty zbadano jed-



PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, G-groch, G.E.- groch ekstrudowany, S.E.- soja ekstrudowana, B-bobik, B.E.- bobik ekstrudowany, Wartości oznaczone \* różnią się pomiędzy wartościami oznaczonymi bez gwiazdki, Źródło A. Zaworska-Zakrzewska, 2018

Rys 8. Wyniki doświadczenia z wykorzystaniem surowych i ekstrudowanych nasion KŻBR u prosiąt odsadzonych (początkowa mc. 12 kg)

Tabela 14. Wyniki odchowu kurcząt rzeźnych żywionych z dodatkiem fitazy.

Fitaza	BGW (g)			FI (g)			FCR (g/g)		
	0-14d	15-35d	0-35d	0-14d	15-35d	0-35d	0-14d	15-35d	0-35d
<b>ŁŻ</b>									
-	362 <sup>b</sup>	1667 <sup>b</sup>	2029 <sup>b</sup>	492	2699	3191	1,36	1,63 <sup>a</sup>	1,58 <sup>a</sup>
+	379 <sup>a</sup>	1784 <sup>a</sup>	2163 <sup>a</sup>	521	2713	3234	1,38	1,52 <sup>b</sup>	1,50 <sup>b</sup>
<b>ŁW</b>									
-	373	1721	2094	551	2834	3384	1,48	1,65	1,62
+	347	1628	1975	531	2703	3234	1,54	1,66	1,64

ŁŻ – łubin żółty, ŁW – łubin wąskolistny, BGW – przyrost masy ciała, FI – spożycie paszy, FCR – zużycie paszy

a, b – wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie od siebie ( $P < 0,05$ ). (Źródło: Rutkowski A., Zaworska-Zakrzewska A. 2020)

nocześnie efektywność stosowania enzymu proteazy. Stwierdza się, że zastosowane samych nasion łubinu żółtego w ilości 30% jako częściowy zamiennik PŚS, pogorsza efektywność odchowu 8-tygodniowych indyków, w tym przyrosty masy ciała oraz spożycie i zużycie paszy, a zastosowanie dodatku proteazy, w połączeniu z enzymami degradującymi polisacharydy nieskrobiowe, obniża negatywny wpływ łubinu i poprawia wyniki odchowu badanych ptaków.

Stwierdza się, że mieszanki zawierające 30% nasion bobiku lub grochu nie wpływają negatywnie na przyrosty masy ciała indyków, natomiast korzystnie zmniejszają stopień uwodnienia kałomoczu i nasilenie zmian typu zapalenia kontaktowego poduszki stopy. Diety z grochem i enzymami degradującymi polisacharydy nieskrobiowe wpływają pozytywnie na przyrosty masy ciała ptaków, a w przypadku diet z bobikiem, poprawia się także wskaźnik zużycia paszy. Natomiast doświadczenia z 6, 12 i 18% udziałem PŚR pokazały, że włączenie tego komponentu do mieszanek na każdym z poziomów nie wpływa negatywnie na parametry produkcyjne ptaków. Wyniki testów potwierdzają, że mieszanki z dodatkiem enzymów pozytywnie wpływają na przyrosty masy ciała i zużycia paszy u 8-tygodniowych indyków.

W doświadczeniach na kurczętach rzeźnych zbadano także produkcyjne efekty zastosowania enzymu fitazy w mieszankach zawierających 20% nasion łubinu żółtego, wąskolistnego lub białego. Zakładając do-

świadczanie w mieszankach gdzie zastosowano udział dodatku fitazy obniżono poziom energii metabolicznej o 150 kcal i poziom P dostępnego o 20%. W wyniku testów potwierdzony został także pozytywny wpływ suplementacji fitazy dodanej do mieszanek z łubinem żółtym na przyrosty masy ciała kurcząt we wszystkich badanych okresach (0-14, 15-35, 0-35) (tab. 14). Kurczęta żywione mieszanką z dodatkiem fitazy, charakteryzowały się lepszym wykorzystaniem paszy, zarówno w okresie od 15 do 35 dnia, jak i w okresie od 0 do 35 dnia doświadczenia. W przypadku kurcząt żywionych mieszankami z łubinem wąskolistnym, również potwierdzono wpływ enzymu fitazy na ich wyniki produkcyjne, jednakże przy braku statystycznie istotnych różnic w badanych parametrach. Brak statystycznie istotnych różnic w przyrostach masy ciała u kurcząt żywionych mieszanką zawierającą łubin wąskolistny prawdopodobnie wynikał z niższej koncentracji fitynianów w łubinie wąskolistnym w porównaniu do łubinu żółtego.

W przypadku badań na kurczętach z wykorzystaniem proteazy stwierdzono, że dodatek ten poprawia wartość pozornej energii metabolicznej w przypadku nasion grochu, natomiast nie zaobserwowano istotnej różnicy w przypadku reszty nasion (tj. bobiku, łubinu żółtego i łubinu wąskolistnego). Dodatek proteazy powodował istotnie lepszą strawność białka ogólnego oraz suchej masy nasion łubinu żółtego i łubinu wąskolistne-

go, natomiast nie wpływał istotnie na poprawę tych parametrów w przypadku nasion grochu i bobiku. Ponadto zaobserwowano istotną poprawę strawności argininy, glicyny i lizyny nasion bobiku; argininy, histydyny, leucyny i fenyloalaniny nasion grochu; lizyny i waliny nasion łubinu żółtego, natomiast nie zaobserwowano poprawy strawności aminokwasów egzogennych nasion łubinu wąskolistnego. Uzyskane wyniki pozwalają podsumować, iż skuteczność zastosowania enzymu proteazy jest zależna od rodzaju stosowanych nasion.

## Świnie

Przeprowadzono kilka testów z wykorzystaniem dodatku fitazy i proteazy w żywieniu świń. Efektywność mieszanek na bazie KŻBR (łubin żółty, PŚR, białko ziemniaka i drożdże paszowe) w kombinacjach bez lub z wymienionymi wyżej dodatkami enzymatycznymi, wykazała istotne różnice pomiędzy badanymi grupami w przypadku analizy parametrów odchovu prosiąt, jednakże zanotowano, że zastosowanie enzymu fitazy umożliwiło całkowite wyeliminowanie fosforanu z mieszanki (tab. 15), co obniżyło koszty żywienia zwierząt. Zakładając doświadczenia w mieszankach gdzie zastosowano udział dodatku fitazy, obniżono poziom w mieszankach Ca i P o 70%. Dodatek fitazy pozwolił także na nieznaczną poprawę wzrostu zwierząt i wykorzystania paszy w grupach otrzymujących mieszanki z KŻBR w stosunku do grupy, która nie otrzymywała enzymu. Natomiast

stwierdzono, że dodatek enzymu proteazy nie poprawia istotnie wskaźników odchovu rosnących świń.

Kolejne doświadczenia żywieniowe na grupie warchlaków i tuczników pozwoliły stwierdzić, że fitaza w dietach z łubinem żółtym lub wąskolistnym powoduje nieco wyższe średnie przyrosty masy ciała świń w porównaniu do grup otrzymujących mieszanki z KŻBR, przy jednocześnie podobnym współczynniku wykorzystania paszy. Spożycie paszy było bardzo wyrównane i nie różniło się istotnie pomiędzy grupami. Pomimo braku istotnych różnic w części parametrów pomiędzy grupami żywionymi bez, jak i z dodatkiem enzymu fitazy, przy obniżonych zawartościach Ca i P, zwierzęta osiągnęły porównywalne wyniki, jak przy żywieniu z zalecanym pokryciem zapotrzebowania na P i Ca. Wnioskuje się zatem, że zastosowanie dodatku fitazy umożliwia uzyskanie porównywalnych lub nieco lepszych wyników produkcyjnych przy niższym koszcie surowcowym mieszanki zbilansowanej z wykorzystaniem KŻBR.

Testy prowadzone nad badaniami z różnym poziomem fitazy i wykorzystaniem diet z ekstrudowanymi nasionami soi i PŚR wykazały brak istotnych różnic w parametrach tuczu pomiędzy badanymi grupami. Stwierdzono natomiast w całym okresie doświadczenia liczbowe różnice w ocenianych parametrach. Najwyższymi przyrostami charakteryzowały się zwierzęta żywione mieszanką z najwyższym poziomem aktywności fitazy (2000 FTU) – w czasie 112 dniowego okresu tuczu. Zwierzęta z tej grupy przyrosły średnio ponad 4,2 kg więcej, aniżeli w grupie bez fitazy, oraz 3 kg wię-

Tabela 15. Wyniki odchovu prosiąt odsadzonych

Parametry	PŚS	KŻBR	KŻBR +PRO	KŻBR +FIT	KŻBR + PRO+FIT
M.K. (kg)	26,70	24,81	24,45	25,45	24,80
BWG (kg)	18,56	16,52	16,32	17,86	17,00
DWG (kg)	0,530	0,472	0,466	0,510	0,504
DFI (kg)	1,14	1,11	1,14	1,15	1,15
FCR (kg/kg)	2,17	2,43	2,48	2,35	2,41

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, KŻBR – krajowe źródła białka roślinnego, PRO – proteaza, FIT – fitaza, BWG – przyrosty masy ciała, DWG – dobowe przyrosty masy ciała, DFI – dobowe spożycie paszy, FCR – współczynnik wykorzystania paszy, M.K. – masa końcowa

cej aniżeli z grupy o niższym dodatku fitazy (500 FTU). Spożycie paszy było podobne, jednakże FCR był także najkorzystniejszy w grupie żywionej z dodatkiem fitazy o max. możliwym udziale w badanej grupie.

### **Wnioski płynące z badań:**

Na podstawie uzyskanych wyników badań nad efektywnością procesów termiczno-barowych i do-

datków paszowych stwierdza się, że zastosowanie zabiegów uszlachetniania poprawia strawność i wykorzystanie paszy z KŻBR przez drób i świnie. Inny zabieg zastosowany w dietach opartych na KŻBR – suplementacja enzymatyczna, wpływa na poprawę wykorzystania składników pokarmowych z tych surowców w mieszankach dla rosnących świń i drobiu rzeźnego oraz pozwala na uzyskanie lepszych wyników produkcyjnych przy niższym koszcie surowcowym mieszanki.

## ZADANIE 4.6.

### Rodzime źródła białka jako modulator trawienia i prozdrowotnego funkcjonowania przewodu pokarmowego u zwierząt monogastrycznych

**Cel zadania:** zdefiniowanie korzystnych czynników fizykochemicznych nasion roślin strączkowych, istotnych z punktu widzenia optymalnego żywienia zwierząt i zdrowia konsumentów.

Przeprowadzono badania, których zadaniem było poznanie wpływu nasion roślin bobowatych oraz rzepaku na parametry funkcjonowania przewodu pokarmowego, jako podstawę do prawidłowego bilansowania mieszanek paszowych z udziałem nasion roślin, co będzie przekładało się bezpośrednio na ich maksymalne wykorzystanie przez zwierzęta.

Badania te były odpowiedzią na duże wymagania pokarmowe obecnie hodowanych ras, mieszańców i linii świń i drobiu, dotyczące zawartości i dostępności aminokwasów oraz koncentracji energii. Prace ostatnich dwóch dziesięcioleci wykazały, że duże znaczenie dla funkcjonowania przewodu pokarmowego u zwierząt monogastrycznych ma zawartość i skład bezazotowych związków wyciągowych. W grochu, bobiku i suszonych wywarach zbożowych większość tych związków stanowi skrobia, która jest dość dobrze trawiona przez zwierzęta monogastryczne. Natomiast nasiona łubinów i pasz rzepakowych oraz soi nie zawierają skrobi, lecz węglowodany nieskrobiowe i oligosacharydy, które nie są trawione zarówno przez świnię jak i ptaki. Składniki te charakteryzuje różna rozpuszczalność i właściwości fizyko-chemiczne, z których dla kurcząt brojlerów najważniejsza jest lepkość w roztworach wodnych i wodochłonność, gdyż może ona silnie zakłócać funkcjonowanie przewodu pokarmowego i jego mikrobioty, zwłaszcza w pierwszych tygodniach życia.

## Drób

Stwierdzono, że stopień rozdrobnienia wpływa na strawność składników pokarmowych z nasion rzepaku u brojlerów (strawność białka oraz tłuszczu surowego). Także wartość energii ulega poprawieniu. Całe nasiona rzepaku nie nadają się do żywienia drobiu. Granulacja całych nasion rzepaku poprawiła wartość pozornej energii metabolicznej oraz strawność tłuszczu jak i białka do wartości porównywalnych z nasionami rozdrabnianymi. Wnioskuje się, że granulacja jest znacznie bardziej efektywnym procesem umożliwiającym udostępnienie większej puli składników pokarmowych nasion rzepaku.

Z kolei w **żywieniu indyków dietami zawierającymi 18% nasion łubinu wąskolistnego lub łubinu żółtego nie stwierdzono negatywnego wpływu na procesy fermentacji w jelitach oraz wyniki odchovu i suchą masę kałomoczu**. U indyków żywionych dietami z udziałem **łubinu żółtego** obserwowano korzystne obniżenie pH jego treści i spadek lepkości treści jelitowej. Zastosowanie 18% łubinu wąskolistnego lub 18% **łubinu żółtego** w diecie nie wpływało na wydajność tuszki i mięśni oraz pH mięsa, intensywność barwy, zapach. Także przebadane diety z udziałem 8, 16 i 24% łubinu żółtego w diecie dla indyków nie wpłynęły negatywnie na wyniki końcowe odchovu ptaków oraz na wskaźniki biochemiczne surowicy krwi, a także śmiertelność i stopień uwodnienia kałomoczu. Warty podkreślenia był fakt, że intensywność zmian kontaktowego zapalenia podeszwy stóp zmniejszała się liniowo wraz ze zwiększeniem udziału łubinu w diecie.

Żywienie dietami z udziałem łubinu nie wpłynęło negatywnie na wydajność i jakość mięsa indyków.

W treści jelit ślepych indyków żywionych łubinem żółtym stwierdzono natomiast liniowy wzrost aktywności bakteryjnych enzymów glikolitycznych i koncentracji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA), a także spadek wartości pH. Wzrostowi liczebności bakterii ogółem towarzyszył korzystny spadek liczebności *Escherichia coli*, *Clostridiaceae* i *Bacteroides*. Wyniki testu wykazały, że śruta z łubinem żółtym w ilości do 24 % jest bezpiecznym i skutecznym zamiennikiem PŚS w dietach dla indyków, odchowywanych do wieku 16 tygodni, poprawiającym funkcjonowanie przewodu pokarmowego. W przypadku badań z PŚR stwierdzono, że zwiększenie zawartości tego surowca w mieszance powoduje obniżenie pH treści pokarmowej i aktywności bakteryjnej  $\beta$ -glukuronidazy w jelicie cienkim do wartości zbliżonych u indyków z grupy żywionej PŚS.

W badaniach z wykorzystaniem dodatków enzymatycznych, degradujących polisacharydy nieskrobiowe, także stwierdzono pozytywne oddziaływania na modulowanie zmian w jelitach (trend zmniejszenia lepkości, obniżenie koncentracji amoniaku i SCFA, zwiększenie aktywności glikolitycznej enzymów  $\alpha$ -glukozydazy,  $\alpha$ - i  $\beta$ -galaktozydazy mikroflory jelitowej, oraz korzystne obniżenie aktywności  $\beta$ -glukuronidazy). Oceniając na indykach koncentraty z PŚS i wyłącznie z nasionami łubinu żółtego oraz koncentraty z łubinem żółtym wraz z PŚR i białkiem ziemniaka, glutenem kukurydzianym oraz drożdżami pastewnymi, stwierdzono, że żywienie dietami zawierającymi KŻBR zamiast PŚS nie wpłynęło negatywnie na wartość rzeźną indyczek. Ponadto zróżnicowanie składu mieszanek paszowych, nie wpłynęło na wypełnienie jelit treścią i cechy fizykochemiczne treści jelit. Natomiast stwierdzono duże zróżnicowanie aktywności enzymatycznej mikroflory jelit ślepych w zależności od składu komponentów wysokobiałkowych mieszanki podawanej indykom. Grupę żywioną PŚS cechowała najwyższa aktywność  $\beta$ -glukuronidazy, z istotną różnicą w stosunku do grup żywionych KŻBR. Prawdopodobną przyczyną korzystnego obniżenia aktywności  $\beta$ -glukuronidazy w grupach żywionych KŻBR była zwiększona zawartości polifenoli, w tym tanin, zawartych w zamiennikach PŚS.

## Świnie

Badania na rosnących grupach świń dowiodły, że stopień rozdrobnienia nasion rzepaku znacząco wpływa na wyniki odchowu. Ponadto w przypadku stosowania nasion rzepaku, istotnym aspektem oddziałującym na strawność pasz i wyniki odchowu jest proces granulacji. Stwierdzono najwyższe przyrosty prosiąt żywionych mieszanką granulowaną o największym rozdrobnieniu rzepaku. Granulacja pozwoliła na wyraźną, choć nieistotną poprawę przyrostów masy ciała i wykorzystania paszy. Dowiedziono, że zarówno granulacja, jak i stopień rozdrobnienia, są bardzo efektywnymi procesami umożliwiającymi udostępnienie większej puli składników pokarmowych z nasion rzepaku. W przypadku młodych zwierząt (prosięta odsadzone) zaleca się stosowanie pasz granulowanych o optymalnym poziomie rozdrobnienia surowców. Inne badania, określające status zdrowotny mikrobiotu jelitowego na prosiętach i warchlakach, nie wykazały negatywnego oddziaływania poprzez całkowite zastąpienie PŚS nasionami grochu, bobiku i łubinu żółtego czy wąskolistnego. Wymienione KŻBR w mieszankach pełnoporcjowych w niewielkim stopniu oddziaływały lub nie wpływały negatywnie na parametry przyżyciowe oraz ocenę morfometryczną jelit, koncentrację krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, wskaźniki aktywności mikrobiologicznej, aktywność wybranych enzymów bakteryjnych oraz parametry biochemiczne krwi. Również zastosowanie 10% udziału makucho rzepakowego i PŚR w dietach dla prosiąt odsadzonych nie wpłynęło na zróżnicowanie spożycia paszy, przyrostu masy ciała, wykorzystania paszy oraz retencję azotu. Nie stwierdzono także żadnego negatywnego wpływu na parametry biochemiczne krwi, budowę morfologiczną, zarówno jelita cienkiego jak i grubego oraz aktywność flory bakteryjnej jelita.

## Wnioski płynące z badań:

Odpowiednio dostosowana ilość (rekomendowany udział) KŻBR w mieszankach, wielkość cząstek surowców, jak i struktura pasz oraz forma paszy, pozwalają

optymalnie wykorzystać te surowce w mieszankach pełnoporcjowych dla drobiu i świń, bez negatywnych oddziaływań na parametry fizjologiczne przewodu pokarmowego i parametry produkcyjne. Wykorzystanie KŻBR w mieszankach dla drobiu może powodac poprawę warunków dobrostanu i jakości ściółki w budynkach inwentarskich poprzez mniejsze uwodnienie kałomoczu u ptaków oraz stwierdzenia zmniejszenia się intensywności zmian kontaktowego zapalenia podszwy stóp u ptaków.

## Prace naukowe

### 2016

1. Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Kaczmarek S. A., Rutkowski A. The nutritional value of narrow-leafed lupine (*Lupinus angustifolius*) for fattening pigs. *Archives of Animal Nutrition*. 2016, 70(3): 209-223.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1745039X.2016.1150238>
2. Przywitowski M., Mikulski D., Zduńczyk Z., Rogiewicz A., Jankowski J. The effect of dietary high-tannin and low-tannin faba bean (*Vicia faba* L.) on the growth performance, carcass traits and breast meat characteristics of finisher turkeys. *Animal Feed Science and Technology*. 2016, 221: 124–136.  
[https://www.researchgate.net/publication/307956010\\_The\\_effect\\_of\\_dietary\\_high-tannin\\_and\\_low-tannin\\_faba\\_bean\\_Vicia\\_faba\\_L\\_on\\_the\\_growth\\_performance\\_carcass\\_traits\\_and\\_breast\\_meat\\_characteristics\\_of\\_finisher\\_turkeys](https://www.researchgate.net/publication/307956010_The_effect_of_dietary_high-tannin_and_low-tannin_faba_bean_Vicia_faba_L_on_the_growth_performance_carcass_traits_and_breast_meat_characteristics_of_finisher_turkeys)
3. Zduńczyk Z., Krawczyk M., Mikulski D., Jankowski J., Przybylska-Gornowicz B., Jusiewicz J. Beneficial effects of increasing dietary levels of yellow lupine (*Lupinus luteus*) seed meal on productivity parameters and gastrointestinal tract physiology in eight-week-old turkeys. *Animal Feed Science and Technology*. 2016, 211: 189–198.  
[https://www.researchgate.net/publication/285216499\\_Beneficial\\_effects\\_of\\_increasing\\_](https://www.researchgate.net/publication/285216499_Beneficial_effects_of_increasing_)

[dietary\\_levels\\_of\\_yellow\\_lupine\\_Lupinus\\_luteus\\_seed\\_meal\\_on\\_productivity\\_parameters\\_and\\_gastrointestinal\\_tract\\_physiology\\_in\\_eight-week-old\\_turkeys](#)

### 2017

4. Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Kaczmarek S. A., Hejdysz M., Mięka R., Rutkowski A. 2017. The effect of *Lupinus albus* seeds on digestibility, performance and gastrointestinal tract indices in pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2017,101(5): 216-224.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jpn.12594>
5. Mikulski D., Jusiewicz J., Przybylska-Gornowicz B., Sosnowska E., Slominski B.A., Jankowski J., Zduńczyk Z. 2017. The effect of dietary faba bean and non-starch polysaccharide degrading enzymes on the growth performance and gut physiology of young turkeys. *Animal* 2017,11: 2147-2155.  
[https://www.researchgate.net/profile/Dariusz\\_Mikulski2/publication/317041298\\_The\\_effect\\_of\\_dietary\\_faba\\_bean\\_and\\_non-starch\\_polysaccharide\\_degrading\\_enzymes\\_on\\_the\\_growth\\_performance\\_and\\_gut\\_physiology\\_of\\_young\\_turkeys/links/5a292ced0f7e9b71dd101339/The-effect-of-dietary-faba-bean-and-non-starch-polysaccharide-degrading-enzymes-on-the-growth-performance-and-gut-physiology-of-young-turkeys.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dariusz_Mikulski2/publication/317041298_The_effect_of_dietary_faba_bean_and_non-starch_polysaccharide_degrading_enzymes_on_the_growth_performance_and_gut_physiology_of_young_turkeys/links/5a292ced0f7e9b71dd101339/The-effect-of-dietary-faba-bean-and-non-starch-polysaccharide-degrading-enzymes-on-the-growth-performance-and-gut-physiology-of-young-turkeys.pdf)
6. Przywitowski M., Mikulski D., Jankowski J., Jusiewicz J., Mikulska M., Zduńczyk Z. The effect of varying levels of high- and low-tannin faba bean (*Vicia faba* L.) seeds on gastrointestinal function and growth performance in turkeys. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2017, 26: 257–265.  
<http://www.jafs.com.pl/The-effect-of-varying-levels-of-high-and-low-tannin-faba-bean-n-Vicia-faba-L-seeds,75443,0,2.html>
7. Tuśnio A., Taciak M., Barszcz M., Świąch E., Bachanek I., Skomial J. Effect of replacing soybean meal by raw or extruded pea seeds on growth performance and selected physiological parameters of the ileum and

distal colon of pigs. *PLoS ONE*, 2017, 12(1): 1-15.  
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0169467>

## 2018

8. Drażbo A., Mikulski D., Jankowski J., Zduńczyk Z., The effect of diets containing raw and fermented faba beans on gut function and growth performance in young turkeys. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2018, 27: 65–73.  
[https://www.researchgate.net/publication/323596028\\_The\\_effect\\_of\\_diets\\_containing\\_raw\\_and\\_fermented\\_faba\\_beans\\_on\\_gut\\_functioning\\_and\\_growth\\_performance\\_in\\_young\\_turkeys](https://www.researchgate.net/publication/323596028_The_effect_of_diets_containing_raw_and_fermented_faba_beans_on_gut_functioning_and_growth_performance_in_young_turkeys)
9. Hejdysz M., Kaczmarek, S. A., Kubiś, M., Jamroz, D., Kasprowicz-Potocka, M., Zaworska, A., Rutkowski, A. 2018. Effect of increasing levels of raw and extruded narrow-leafed lupin seeds in broiler diet on performance parameters, nutrient digestibility and AMEN value of diet. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2018, 27(1): 55-64.  
[https://www.researchgate.net/publication/323017910\\_Effect\\_of\\_increasing\\_levels\\_of\\_raw\\_and\\_extruded\\_narrow-leafed\\_lupin\\_seeds\\_in\\_broiler\\_diet\\_on\\_performance\\_parameters\\_nutrient\\_digestibility\\_and\\_AMEN\\_value\\_of\\_diet](https://www.researchgate.net/publication/323017910_Effect_of_increasing_levels_of_raw_and_extruded_narrow-leafed_lupin_seeds_in_broiler_diet_on_performance_parameters_nutrient_digestibility_and_AMEN_value_of_diet)
10. Konieczka P., Nowicka K., Madar M., Taciak M., Smulikowska S. Effects of pea extrusion and enzyme and probiotic supplementation on performance, microbiota activity and biofilm formation in the broiler gastrointestinal tract. *British Poultry Science*. 2018, 59: 654-662.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071668.2018.1507017>
11. Konieczka P., Smulikowska S. Viscosity negatively affects the nutritional value of blue lupin seeds for broilers. *Animal*. 2018, 12: 1144-1153.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29061211/>
12. Smulikowska S., Rutkowski A. (Red.) **Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz.** Normy żywienia drobiu. Wyd. 5. Instytut Fizjologii i Żywienia

Zwierząt im. Jana Kielanowskiego PAN oraz Polski Oddział Światowego Stowarzyszenia Wiedzy Drobiarskiej. 2018.

<http://www.wpsa.pl/index.php/2-uncategorised/102-zalecenia-zywieniowe-i-wartosc-pokarmowa-pasz-dla-drobiu-2018>

13. Zaworska A., Kasprowicz-Potocka M., Rutkowski A., Jamroz D. The influence of dietary raw and extruded field peas (*Pisum sativum* L.) on nutrients digestibility and performance of weaned and fattening pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2018, 2: 123–130.  
[https://www.researchgate.net/publication/325937980\\_The\\_influence\\_of\\_dietary\\_raw\\_and\\_extruded\\_field\\_peas\\_Pisum\\_sativum\\_L\\_on\\_nutrients\\_digestibility\\_and\\_performance\\_of\\_weaned\\_and\\_fattening\\_pigs](https://www.researchgate.net/publication/325937980_The_influence_of_dietary_raw_and_extruded_field_peas_Pisum_sativum_L_on_nutrients_digestibility_and_performance_of_weaned_and_fattening_pigs)

## 2019

14. Barszcz M., Tuśnio A., Święch E., Taciak M., Skomiał J. Effect of pea and yellow lupine on colonic epithelial cell cycle and apoptosis in piglets. *EAAP Scientific Series*. 2019, 138: 337- 338.  
<https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/978-90-8686-891-9>
15. Zaworska-Zakrzewska A., Kasprowicz-Potocka M., Nowak P., Wiśniewska Z., Rutkowski A. The nutritional value of yellow lupine (*Lupinus luteus*) for growing pigs. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2019, 9(6): 351-363.  
[https://www.researchgate.net/publication/340509475\\_The\\_Nutritional\\_Value\\_of\\_Yellow\\_Lupine\\_Lupinus\\_luteus\\_for\\_Growing\\_Pigs](https://www.researchgate.net/publication/340509475_The_Nutritional_Value_of_Yellow_Lupine_Lupinus_luteus_for_Growing_Pigs)
16. Zduńczyk Z., Mikulski D., Jankowski J., Przybylska-Gornowicz B., Juśkiewicz J. Gastrointestinal response of laying hens to graded dietary inclusion levels of yellow lupine seeds. *Animal Feed Sciences and Technology*. 2019, 255: 1-12.  
[https://www.researchgate.net/publication/334166144\\_Gastrointestinal\\_response\\_of\\_laying\\_hens\\_to\\_graded\\_dietary\\_inclusion\\_levels\\_of\\_yellow\\_lupine\\_seeds](https://www.researchgate.net/publication/334166144_Gastrointestinal_response_of_laying_hens_to_graded_dietary_inclusion_levels_of_yellow_lupine_seeds)

**2020**

17. Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Kaczmarek S., Adamski M., Rutkowski A., Zmudzińska A., Perz K., Hejdysz M. Growth performance and quality of carcass in broiler chicken fed on legume seeds and rapeseed meal. *Animals*. 2020, 10: 1-16.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7278440/>
18. Hejdysz M., Kaczmarek S.A., Kubiś, M., Wiśniewska, Z., Peris, S., Budnik S., Rutkowski A. The effect of protease and *Bacillus licheniformis* on nutritional value of pea, faba bean, yellow lupin and narrow-leaved lupin in broiler chicken diets. *British Poultry Science*. 2020, 61(3): 287-293.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071668.2020.1716303>
19. Konieczka P., Kaczmarek S.A., Hejdysz M., Kinsner M., Szkopek D., Smulikowska S. Effects of faba bean extrusion and phytase supplementation on performance, phosphorus and nitrogen retention and gut microbiota activity in broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020, 100(11): 4217-4225.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.10461>
20. Kuźniacka J., Biesek J., Banaszak M., Rutkowski A., Kaczmarek S., Adamski M., Hejdysz M. Effect of dietary protein sources substituting soybean meal on growth performance and meat quality in ducks. *Animals* 2020, 10.133: 1-15.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7022830/>
21. Kuźniacka J., Hejdysz M., Banaszak M., Biesek J., Kaczmarek S., Grabowicz M., Rutkowski A., Adamski M. Quality and physicochemical traits of carcass and meat from geese fed with lupins-rich feed. *Animals* 2020, 10(3), 519: 1-14.  
<https://www.mdpi.com/2076-2615/10/3/519/htm>
22. Mikulski D., Zduńczyk Z., Jankowski J., Słominski B.A., Juśkiewicz J., The effect of dietary inclusion of coloured and white-flowered peas seeds on microbiota, histology and fermentation processes in the gastrointestinal tract of finisher turkeys. *Poultry Science* 202,(w druku).
23. Mikulski D., Zduńczyk Z., Jankowski J., Słominski B.A., Juśkiewicz J., The effect of dietary pea seed (*Pisum sativum* cv. Turnia) on the growth performance, carcass characteristics, meat quality and selected serum parameters of growing-finishing turkeys. 202 (w druku).
24. Tuśnio A., Barszcz M., Święch E., Skomiał J., Taciak M. Large intestine morphology and microflora activity in piglets fed diets with two levels of raw or micronized blue sweet lupin seeds. *Livestock Science*. 2020, 240: 104-137.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141320300810>
25. Zaworska-Zakrzewska A., Kasprowicz-Potocka M., Wiśniewska Z., Rutkowski A., Hejdysz M., Kaczmarek S., Nowak P., Żmudzińska A., Banaszak M. The Chemical Composition of Domestic Soybean Seeds and the Effects of Partial Substitution of Soybean Meal by Raw Soybean Seeds in the Diet on Pigs' Growth Performance and Pork Quality (*m.longissimus lumborum*). *Annals of Animal Sciences*. 2020, 20(2): 521–533.  
<https://content.sciendo.com/view/journals/aos/20/2/article-p521.xml>
26. Zduńczyk Z., Jankowski J., Mikulski D., Zduńczyk P., Juśkiewicz J., Słominski B.A. The effect of NSP-degrading enzymes on gut physiology and growth performance of turkeys fed soybean meal and peas-based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 2020, 263: 1-13.  
[https://www.researchgate.net/publication/339409237\\_The\\_effect\\_of\\_NSP-degrading\\_enzymes\\_on\\_gut\\_physiology\\_and\\_growth\\_performance\\_of\\_turkeys\\_fed\\_soybean\\_meal\\_and\\_peas-based\\_diets](https://www.researchgate.net/publication/339409237_The_effect_of_NSP-degrading_enzymes_on_gut_physiology_and_growth_performance_of_turkeys_fed_soybean_meal_and_peas-based_diets)

**Zalecenia żywieniowe**

Rutkowski A. (pod red.) Zalecenia żywieniowe dotyczące stosowania krajowych pasz wysokobiałkowych pochodzenia roślinnego dla świń i drobiu. Agencja

Promocji Rolnictwa i Agrobiznesu APRA, spółka z o.o. Bydgoszcz. 2017, ISBN 978-83-948962-0-1.

## Publikacje popularno – naukowe

### 2016

1. Hejdysz M., Kaczmarek S. A., Mikuła R., Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Kubiś M., Rutkowski A. Podsumowanie programu wieloletniego „Ulepszenie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach”. Polskie Drobniarstwo. 2016, 3.  
<https://www.polskie-drobniarstwo.pl/archiwum.php?id=3&new=1>
2. Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A. Rutkowski A. Krajowe źródła białka w żywieniu świń są opłacalne w gospodarstwach drobnotowarowych i ekologicznych. Hodowca Trzody Chlewnej/2016, 3-4.
3. Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A. . Wykorzystanie roślin motylkowatych w paszach dla świń. Trzoda Chlewna. 2016, 4.  
<http://trzoda-chlewna.com.pl/nowa/index.php/archiwalne-numery?id=1949>
4. Zaworska A. *GMO – Istota, cele oraz potencjalne i rzeczywiste korzyści z jej wykorzystania. Hodowca Bydła, 2016, 3.*  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-bydla-archiwum/187-hodowca-bydla-3-2016/1710-gmo-istota-cele-oraz-potencjalne-i-rzeczywiste-korzysci-z-jej-wykorzystania>
5. Zaworska A. *Kasprowicz-Potocka M. Groch paszach dla świń. Hodowca Trzody Chlewnej. 2016, 1-2.*  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-trzody-chlewnej-archiwum/186-hodowca-trzody-chlewnej-1-2-2016/2876-groch-w-paszach-dla-swin>
6. Zaworska A. Surowce zwierzęce i ich znaczenie w produkcji żywności. Hodowca Drobiu. 2016, 6.  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobiu-archiwum/198-hodowca-drobiu-6-2016/2170-surowce-zwierzece-i-ich-znaczenie-w-produkcji-zywnosci>

7. Zaworska A., *Kasprowicz-Potocka M. O soi słów kilka. Hodowca Drobiu. 2016, 3.*  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobiu-archiwum/188-hodowca-drobiu-3-2016/1777-o-soi-slow-kilka>
8. Zaworska A., *Kasprowicz-Potocka M. Strawność krajowych źródeł białka roślinnego. Hodowca Trzody Chlewnej. 2016, 5/6.*  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-trzody-chlewnej-archiwum/194-hodowca-trzody-chlewnej-5-6-2016/3623-strawnosc-krajowych-zrodel-bialka-roslinnego>
9. Zaworska A., *Kasprowicz-Potocka M., Hejdysz M. Łubiny w mieszankach dla drobiu. Hodowca Drobiu. 2016, 9.*  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobiu-archiwum/207-hodowca-drobiu-9-2016/2204-lubiny-w-mieszankach-dla-drobiu>
10. Zaworska A., *Kasprowicz-Potocka M., Hejdysz M. Groch w mieszankach dla drobiu. Hodowca Drobiu. 2018, 8.*  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobiu-archiwum/200-hodowca-drobiu-8-2016/2186-groch-w-mieszankach-dla-drobiu>

### 2017

11. Zaworska A. Dostępność na rynku krajowych białkowych materiałów paszowych wielkość upraw w Polsce, ceny skupu i zakupu, jakość materiału. Hodowca Drobiu. 2017,6.  
<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobiu-archiwum/236-hodowca-drobiu-6-2017/2647-dostepnosc-na-rynku-krajowych-bialkowych-materialow-paszowych-wielkosc-upraw-w-polsce-ceny-skupu-i-zakupu-jakosc-materialu>
12. Zaworska A. Dostępność na rynku krajowych białkowych materiałów paszowych. Indyk Polski. 2017, 3.  
<http://www.portalhodowcy.pl/indyk-polski-archiwum/253-indyk-polski-60-3-2017/2916-dostepnosc-na-rynku-krajowych-bialkowych-materialow-paszowych>

13. Zaworska A., Kasproicz-Potocka M., Kołata T. Wartość pokarmowa nasion soi z upraw krajowych. Hodowca Drobiu. 2017, 3; Hodowca Trzody Chlewnej. 2017,3; Indyk Polski 2017, 3.

<http://www.portalhodowcy.pl/indyk-polski-archiwum/253-indyk-polski-60-3-2017/2917-wartosc-pokarmowa-nasion-soi-z-upraw-krajowych>

14. Zaworska A., Kasproicz-Potocka M., Z. Wiśniewska. Możliwości pełnego wykorzystania krajowych pasz białkowych w żywieniu świń. Hodowca Trzody Chlewnej. 2017, 11/12.

<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-trzody-XXX-archiwum/257-hodowca-trzody-chlewnej-11-12-2017/3804-mozliwosci-pelego-wykorzystania-krajowych-pasz-bialkowych-w-zywieniu-swin>

### 2018

15. Kasproicz Potocka M., Zaworska A., Wiśniewska Z, Rutkowski A. Białkowe bezpieczeństwo kraju. Trzoda Chlewna. 2018, 2.

16. Kasproicz-Potocka M., Zaworska A., Rutkowski A. Rzepak, ważna roślina paszowa. Top Agrar Polska. Top Świnie. 2018, 6.

17. Wiśniewska Z., Hejdysz M. . Bobik i groch w dietach kur niosek. Hodowca Drobiu. 2018, 4.

<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobieu-archiwum/274-hodowca-drobieu-4-2018/3494-bobik-i-groch-w-zywieniu-kur-niosek>

18. Wiśniewska Z., Zaworska A. Czym się różni soja krajowa od importowanej? Hodowca Drobiu. 2018, 3.

<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobieu-archiwum/273-hodowca-drobieu-3-2018/3482-czym-rozni-sie-soja-krajowa-od-importowanej>

19. Wiśniewska Z., Zaworska A. Łubiny w żywieniu prosiąt i loch. Hodowca Trzody Chlewnej. 2018, 5-6.

<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-trzody-chlewnej-archiwum/296-hodowca-trzody-chlewnej-5-6-2018/3368-lubiny-w-zywieniu-prosiat-i-loch>

20. Wiśniewska Z., Zaworska A. Łubiny w żywieniu tuczników. Hodowca Trzody Chlewnej. 2018, 7-8.

<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-trzody-chlewnej-archiwum/297-hodowca-trzody-chlewnej-7-8-2018/3865-lubiny-w-zywieniu-tucznikow>

21. Wiśniewska Z., Zaworska A., Hejdysz M. Bobik i groch w dietach kurcząt brojlerów. Hodowca Drobiu. 2018, 5.

<http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-drobieu-archiwum/275-hodowca-drobieu-5-2018/3508-bobik-i-groch-w-zywieniu-kurczat-brojlerow>

22. Zaworska A., Kasproicz-Potocka M., Rutkowski A., Wiśniewska Z. . Rodzime białko vs soja z importu, Top Agrar Polska. 2018, 5: 20-23.

### 2020

23. Kasproicz-Potocka M., Zaworska-Zakrzewska A. Co nowego w roślinach białkowych? Trzoda Chlewna 2020, 3.

<https://www.trzoda-chlewna.com.pl/nowa/index.php/archiwalne-numery?id=2708>

24. Kasproicz-Potocka M., Zaworska-Zakrzewska A., Zmudzińska A. Pasuje jak rzepak do strączka. Trzoda chlewna. 2020, 7-8.

25. Nowak P., Kasproicz-Potocka M., Zaworska-Zakrzewska A. Zagrożenia, które niosą mikotoksyny. Weterynaria w terenie. 2020, 1:71.

<https://wetwterenie.elamed.pl/archiwum%5bwydanie,50718,1,2020>

### 3.4. OBSZAR BADAWCZY 5

**Doskonalenie i rozwój systemu rynkowego obrotu surowcami rodzimych roślin białkowych poprzez komercjalizację produktów, wykreowanie modelowej stymulującej rozwój popytu na rodzime rośliny białkowe strategii biznesowej kreatora rynku, a także monitorowanie skutków ekonomiczno-finansowych podmiotów uczestniczących w rynku rodzimych roślin białkowych**

**Cel:** Doskonalenie i rozwój systemu rynkowego obrotu surowcami rodzimych roślin białkowych poprzez komercjalizację produktów, wykreowanie modelowej, stymulującej rozwój popytu na rodzime rośliny białkowe, strategii biznesowej kreatora rynku, a także monitorowanie i prognozowanie skutków ekonomiczno-finansowych podmiotów uczestniczących w rynku rodzimych roślin białkowych.

Prace w ramach obszaru 5 były zrealizowane w pięcioletnich badaniach, stanowiących kontynuację badań z obszaru 5 Programu Wieloletniego, realizowanego w latach 2011-2015 i obejmowały następujące zagadnienia:

- monitorowanie, analizowanie i prognozowanie skutków ekonomiczno-finansowych podmiotów uczestniczących w rynku rodzimych roślin białkowych,
- analiza silnych i słabych stron rynku rodzimych roślin białkowych,
- doskonalenie rynkowego systemu obrotu rodzimymi roślinami białkowymi,
- opracowanie strategii komercjalizacji produktów wytworzonych na bazie tych roślin,
- wykreowanie modelowej strategii biznesowej podmiotu kreującego rozwój systemu rynkowego obrotu rodzimych roślin białkowych.

#### **Analiza sytuacji na światowym i krajowym rynku paszowym**

Na światowym rynku paszowym obserwowano wzrost produkcji pasz we wszystkich regionach świata. Według danych szacunkowych Alltech<sup>1</sup>, światowa produkcja pasz przemysłowych w 2019 roku wyniosła 1116,0 mln ton, wobec 1127,5 mln ton w roku poprzednim (spadek o 1,0%), a w porównaniu z 2012 rokiem była większa o 18% (IERiGŻ, 2020).

Produkcja pasz przemysłowych w państwach członkowskich EU-28 w 2019 roku wyniosła 164,1 mln ton i była o 0,4% mniejsza w porównaniu z 2018 rokiem. Produkcja pasz przemysłowych w Polsce w latach 2011-2019 również wzrastała. W roku 2011 wynosiła 7,7 mln ton, a w roku 2019 – 11,1 mln ton, co oznacza wzrost o 3,4 mln ton, tj. o 45%.

W Unii Europejskiej, w tym również i w Polsce, rynek rodzimych roślinnych surowców białkowych jest niewielki. W UE pod uprawę roślin wysokobiałkowych (strączkowych) przeznaczają się bowiem zaledwie 3% gruntów ornych. Ponad 75% zapotrzebowania na białka roślinne pokrywane jest importem śruty sojowej, oraz nasion soi głównie z USA i Ameryki Południowej. Podobna sytuacja jest obserwowana i w Polsce, gdzie pod uprawę rodzimych roślin strączkowych przeznaczają się ok. 2,5% powierzchni zasiewów.

W latach 2012-2019 w Polsce zużycie importowanej śruty sojowej wzrastało i wynosiło od 1 679 tys. ton w 2012 roku do 2 704 tys. ton w 2019 roku, co oznacza

<sup>1</sup> <https://www.alltech.com/feed-survey>

wzrost o prawie 61%. Największy wzrost wykorzystania śruty sojowej miał miejsce w latach 2014 (o 17,5%), 2015 (o 14,4%) i 2019 (o 13,5%). Alternatywnym źródłem białka w Polsce, wobec importowanej śruty sojowej, są nasiona rodzimych roślin strączkowych (bobowatych), których zużycie w latach 2012-2019 wahało się od 260 tys. ton w roku 2012 do 467 tys. ton w roku 2016. W 2019 roku do produkcji pasz zużyto 337 tys. ton roślin strączkowych. Niskie wykorzystanie tego surowca było następstwem drastycznego zmniejszenia produkcji nasion roślin strączkowych pod koniec ubiegłego wieku.

Proces globalizacji na polskim rynku paszowym białka roślinnego doprowadził do zmiany technologii produkcji pasz, marginalizując wykorzystanie rodzimych źródeł białka roślinnego i uzależniając Polskę i wiele krajów UE od importu roślinnych surowców białkowych, co może ostatecznie zagrozić ich suwerenności żywnościowej. Brak natomiast popytu na rodzime rośliny białkowe ze strony korporacji transnarodowych, powoduje brak zainteresowania uprawą tych roślin przez rolników.

W trakcie pięcioletnich prac zostały przeprowadzone badania ankietowe, które pomogły w pozyskaniu informacji w zakresie komercjalizacji produktu, czynników popytowo-podażowych, a także organizacji rynku rodzimych roślin białkowych. Przeprowadzono też badania weryfikujące uzyskane wyniki. W rezultacie przeprowadzonych badań sformułowano konkluzje dotyczące podejmowanych zagadnień.

### **Monitorowanie i identyfikacja czynników ekonomicznych, kreujących krajowy popyt na rośliny strączkowe**

Wśród podmiotów potencjalnie zainteresowanych przerobem rodzimych roślin strączkowych znajdują się przede wszystkim przedsiębiorstwa produkujące pasze dla zwierząt gospodarskich. Są one ważnym ogniwem przemysłu rolno-spożywczego, bowiem z jednej strony są odbiorcą surowców od rolników kreującym popyt na

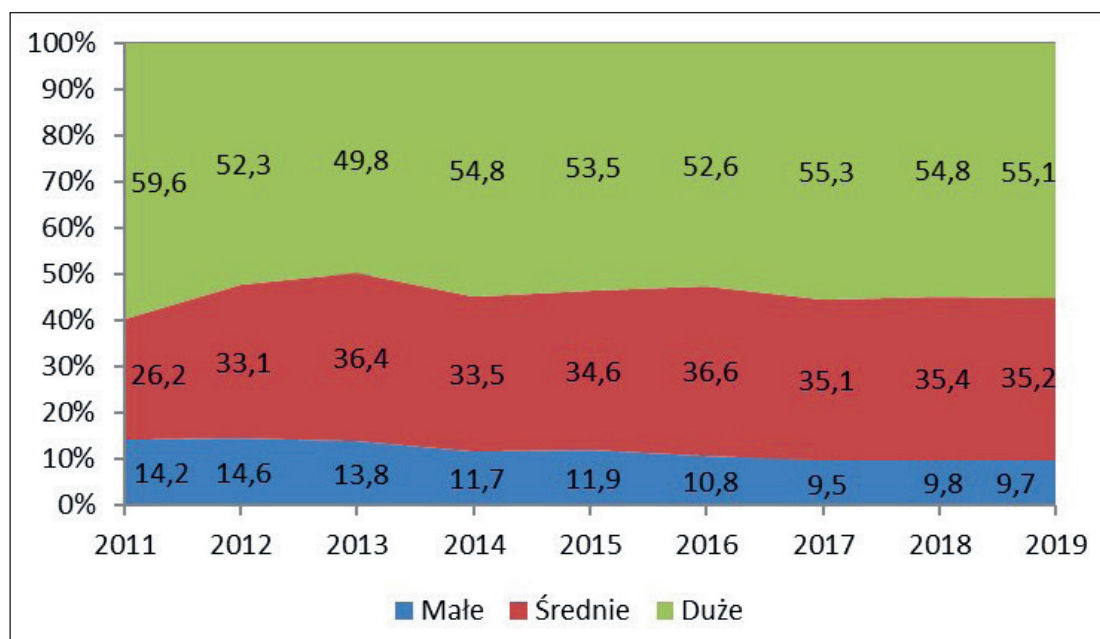
rynku, a z drugiej strony dostarczają pasze do produkcji zwierzęcej. Znaczący postęp w technologii produkcji pasz przemysłowych oraz wzrost zapotrzebowania na tego rodzaju pasze sprawił, iż w latach 2005-2019 działało od 107 (w 2005 roku) do 118 podmiotów (w 2014 roku). W roku 2019 liczba ta zmalała do poziomu 102 przedsiębiorstw produkujących pasze dla zwierząt. W tej dość licznej grupie jednostek, ponad 95% stanowiły małe i średnie podmioty gospodarcze. Badania wykazały, że branża ta cechuje się dużą przedsiębiorczością oraz jest nastawiona na rozwój. Mimo stosunkowo dużej liczby MSP w branży paszowej, decydujące pod względem finansowym są jednak jednostki duże, zatrudniające ponad 250 osób. One bowiem generowały w 2013 roku ponad 49,8% przychodów ze sprzedaży, natomiast w 2019<sup>2</sup>r. była to już wartość 55,1% (rys. 1).

Największa dynamika zmian ilościowych w badanym okresie występowała w grupie małych i średnich przedsiębiorstw. W grupie małych wytwórni pasz od 2013 roku obserwowano zmniejszenie ich liczby, w konsekwencji w 2019<sup>2</sup> roku ta grupa liczyła 63 podmioty, czyli o 17 podmiotów mniej.

Przychody netto ze sprzedaży pasz i karmy dla zwierząt w całej branży w 2019<sup>2</sup> roku wynosiły 19 022 mln zł i były wyższe w porównaniu do roku 2011, o 3,2 mln zł, tj. o 21,3%. Przychody te stanowiły około 8% przychodów całego przemysłu spożywczego. Wskazuje to na duże znaczenie branży paszowej w przemyśle spożywczym w całym badanym okresie.

Sytuacja finansowa krajowych wytwórni pasz w okresie prowadzenia badań oceniona została jako dobra. 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

<sup>2</sup> Dane w roku 2019 są szacowane na podstawie danych GUS.



Rysunek 1. Udział poszczególnych grup przedsiębiorstw produkujących pasze dla zwierząt w przychodach ze sprzedaży w latach 2011-2019<sup>2</sup> (%)

Źródło: Jerzak M. A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M. 2020. Ekonomiczne determinanty rozwoju produkcji i wykorzystania rodzimych roślin białkowych na cele paszowe. Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.

gospodarowaniem posiadanymi zasobami. W zakresie gospodarki finansowej prowadzona jest racjonalna i bezpieczna polityka, zgodna z teoretycznymi regułami finansowania. To przekładało się 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 wystąpią niekorzystne warunki gospodarcze.

Przedsiębiorstwa produkujące pasze wyposażone były w nowoczesne środki gospodarcze (budynki, maszyny i urządzenia). Ich wartość od roku 2005 do 2019<sup>3</sup> wzrosła o 54%. Oznacza to, że w tych podmiotach w badanym okresie dokonywane były intensywne działania związane z budową i modernizacją zakładów, co wpłynęło na poprawę wydajności i jakości produkowanych wyrobów oraz poprawę warunków pracy.

Przedsiębiorstwa produkujące pasze cechują się wysokim poziomem zdolności kredytowej, której w pełni nie wykorzystują. To sprawia, że dotychczasowo-

wy sposób finansowania można określić jako stabilny i bezpieczny, ale także jako zachowawczy i spełniający „podręcznikowe” reguły finansowania. Ponadto, mimo poprawy sytuacji finansowej, szczególnie w ostatnich dwóch latach analizy, przedsiębiorstwa produkujące pasze nadal utrzymują znacznie większe ilości środków pieniężnych, niż wymagałaby tego potrzeba zachowania płynności finansowej. Taki sposób postępowania podnosi bezpieczeństwo i komfort zarządzania, jednak od strony efektywności zaangażowanych kapitałów, nie jest to postępowanie oceniane jako najwłaściwsze i zgodne ze współczesnymi zasadami finansowania.

### Analiza czynników podaźowych na krajowym rynku roślin strączkowych

Powierzchnia upraw roślin bobowatych ogółem w roku 2009 wynosiła 120 tys. ha, a w roku 2019 zwiększyła się do 270 tys. ha, tj. o 125%. Największą powierzchnię roślinami strączkowymi obsiano w 2015 roku, ponad

<sup>3</sup> Dane w roku 2019 są szacowane na podstawie danych GUS.

403 tys. ha. Badania wykazały, że przyrost powierzchni upraw roślin strączkowych mocno skorelowany jest z wielkością dopłat UE do tych plantacji. Wzrost powierzchni upraw nie miał jednak odzwierciedlenia w adekwatnym wzroście poziomu skupu nasion tych roślin. Z danych GUS wynika bowiem, że w roku 2019 w przypadku grochu do skupu trafiło zaledwie ok. 3% ilości, która potencjalnie wynikałaby z powierzchni zasiewów. Podobna sytuacja wystąpiła w przypadku łubinu, gdzie skupiono zaledwie 4,5%, oraz bobiku, którego zakupiono tylko 1% tej ilości.

Stwierdzono, że pomimo bezwzględnej opłacalności produkcji nasion roślin strączkowych (po doliczeniu należnych dopłat UE), to produkcja była w badanym okresie powszechnie ograniczana przez rolników poprzez przeorywanie plantacji przed okresem zbiorów. Sytuacja taka spowodowana była brakiem popytu i zainteresowania tym surowcem ze strony przemysłu paszowego w Polsce, a to jest przyczyną dużych trudności z jego sprzedażą przez plantatorów. Rolnicy natomiast, powodowani dodatkowymi korzyściami finansowymi wynikającymi z dopłat do powierzchni zasiewów roślin strączkowych, zwiększali ich areal, jednak traktując te uprawy jako nawóz zielony. W rezultacie występował brak płynności obrotu na rynku nasion roślin strączkowych.

Niekorzystną sytuację na rynku rodzimych roślin strączkowych potęgowała dodatkowo mała skala produkcji w gospodarstwach, a także duże jej rozproszenie terytorialne. Powodowało to brak możliwości zebrania odpowiednio dużej, wyrównanej pod względem jakościowym partii materiału, co jest podstawowym warunkiem zainteresowania się tym surowcem przez wytwórnie pasz. Sytuacja ta, jak również rosnąca konkurencja ze strony rynku soi, doprowadziła do marginalizacji rynku rodzimych roślin strączkowych w Polsce.

Wykazano, że pomimo korzystnych w kraju warunków ekonomicznych dla uprawy roślin strączkowych, produkcja towarowa tych roślin w badanym okresie nie rozwijała się. Stwierdzono, że głównym powodem uprawy roślin strączkowych w analizowanych gospodarstwach rolnych była poprawa struktury

gleby i korzystne stanowisko pod roślinę następczą, a nie produkcja towarowa tego surowca. Mimo wzrostu wsparcia finansowego, a co za tym idzie poprawy opłacalności, produkcją roślin strączkowych zainteresowana jest nadal niewielka grupa rolników. Aby zwiększyć zainteresowanie rolników produkcją nasion roślin strączkowych, a tym samym ich podaż na rynku pasz, potrzebne są działania i mechanizmy rynkowe zmierzające do łatwego ich zbytu. Stworzenie odpowiedniej struktury rynkowej w zakresie obrotu i wykorzystania nasion roślin strączkowych, znacznie ułatwiłoby zbyt oraz stworzyło możliwości współpracy z zakładami paszowymi. To właśnie ten czynnik, jak wynika z przeprowadzonych badań, oprócz korzyści finansowych, jest najważniejszym czynnikiem uwzględnianym przy podejmowaniu decyzji w zakresie produkcji roślinnej.

Podstawową przyczynę tego stanu upatruje się w dominującej obecności na krajowym rynku paszowym bardziej konkurencyjnego pod względem jakościowym białka pochodzącego z importowanej śrutu sojowej, a przez to – braku popytu na rynku paszowym na krajowe rośliny strączkowe jako źródło białka roślinnego. Rozwój rynku oraz realne zwiększenie wielkości produkcji rodzimych roślin strączkowych wymaga koncentracji obrotu w skali kraju (tworzenia dużych i jednorodnych kontraktów towarowych) i w konsekwencji wywołania popytu ze strony zakładów przetwórczych.

### **Wyniki badań ankietowych dotyczących funkcjonowania krajowego rynku paszowego**

Ponad 70% biorących udział w badaniu rolników jest zdania, że Polska nie jest w stanie zapewnić sobie bezpieczeństwa białkowego tylko w oparciu o rodzime surowce, takie jak: śruta rzepakowa, rośliny strączkowe oraz krajowa śruta sojowa. Według nich należy zastosować system mieszany oparty w 50% o rodzimą produkcję białek roślinnych, w 50% o import modyfikowanej genetycznie śrutu sojowej.

Rolnicy rzadko wskazywali, że produkcja roślin strączkowych jest opłacalna, oraz że podejmują uprawę z uwagi na możliwe do uzyskania dodatkowe dopłaty do motylkowych. Mimo tego, większość z nich skłonna jest zwiększyć ich areał. Aż 42% ankietowanych rolników zadeklarowało, że w przypadku opłacalności produkcji roślin strączkowych na poziomie pszenicy/żyta zwiększyłoby powierzchnie uprawy tych roślin w swoim gospodarstwie do 20%, zaś 22% rolników byłoby gotowych zwiększyć areał strączkowych w zakresie 20-40%. Tylko 20% badanych nie zwiększyłoby zasiewu roślin strączkowych w swoim gospodarstwie.

Jako czynniki, które obecnie ograniczają uprawę roślin strączkowych, wskazywano zbyt niską opłacalność produkcji oraz brak rynku zbytu.

Analiza opłacalności uprawy roślin strączkowych wykazała, że obecne wsparcie finansowe ze strony państwa, zachęcające do produkcji tych roślin, spełnia wyłącznie funkcję stabilizującą dochody producentów, nie przekładając się na zwiększenie produkcji towarowej nasion. Pozytywnych zmian należy upatrywać w powiązaniu dopłat do roślin strączkowych z wielkością produkcji, a nie powierzchnią upraw. Jak dotychczas, rośliny strączkowe pastewne na ziarno uprawiane są głównie na własne potrzeby, a towarowość ich produkcji według danych GUS wynosi zaledwie 2-6%.

Producenci rolni, jako barierę ograniczającą podaż na rynku rodzimych roślin strączkowych, wskazywali między innymi brak możliwości uzyskania wysokich i stabilnych plonów roślin, oraz brak pewnego rynku zbytu. W opinii producentów trzody chlewnej, głównymi barierami wykorzystania roślin strączkowych w żywieniu zwierząt jest wysoki udział substancji antyżywniowych. Producenci drobiu natomiast uważają, że koszt mieszanki oparty o rodzime białko jest zdecydowanie wyższy, niż pasz, przygotowywanych na bazie importowanej śruty sojowej. Wskazywali oni również na problemy technologiczne w przygotowaniu mieszanek z wykorzystaniem roślin strączkowych, a także brak ich na rynku w dostatecznej ilości.

Za stosowaniem roślin strączkowych, jako alternatywnych źródeł białka w mieszankach paszowych,

wskazywano głównie uniezależnienie od importu soi, krajowe pochodzenie paszy, brak GMO w mieszankach z dodatkiem roślin strączkowych. Niestety nie wszyscy producenci widzą w rodzimych roślinach strączkowych alternatywę dla soi. Według 44% producentów drobiu, rośliny strączkowe nie mają żadnych zalet, które skłoniłyby ich do zastosowania tego surowca w żywieniu zwierząt.

## Wyniki analizy SWOT rynku rodzimych roślin białkowych

Badanie stanu rynku rodzimych roślin białkowych przeprowadzono wykorzystując kompleksową metodę analizy strategicznej w zakresie organizacji rynku (SWOT).

Analiza SWOT wykazała występowanie wielu mocnych stron zarówno w sferze czynników produkcji, jak i czynników ekonomicznych, które przemawiają za możliwością restytucji i dalszego rozwoju tej produkcji w Polsce. W okresie badań dotyczyło to między innymi wspieranego przez UE, opłacalnego poziomu ceny tego surowca czy też bardzo korzystnego wpływu na strukturę gleby i plony roślin następczych. Jednak istniejąca bariera, wynikająca z konkurencji ze strony rynku importowanej śruty sojowej, a także brak rozwiniętej logistyki rynku rodzimych roślin białkowych oraz jej promocji sprawiają, że produkcja ta, z wyjątkiem śruty rzepakowej, nie może w sposób samodzielny pokonać nękającej jej rynkowej marginalizacji. Niewystarczające w tej mierze są również działania rządu, skoncentrowane na bezpośrednim wsparciu finansowym dla rolników uprawiających rośliny strączkowe, choć skala tych dopłat jest znacząca. Konkurencja ze strony rynku soi jako produktu substytucyjnego, a także występowanie między innymi takich zjawisk jak: rozproszenie terytorialne i mała skala produkcji tego surowca, a także brak płynności obrotu, powodującej niepewność sprzedaży nasion, doprowadziło w kraju do marginalizacji rynku rodzimych roślin strączkowych.

Tabela 1. Analiza SWOT rynku rodzimych roślin białkowych

Mocne strony (S)	Słabe strony (W)
<p>Czynniki produkcyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- występowanie korzystnych warunków przyrodniczych (zwłaszcza jakości gleb) do produkcji roślin strączkowych,</li> <li>- bardzo korzystny wpływ na strukturę gleby,</li> <li>- duży nie całkiem wykorzystany produkcyjny potencjał rolnictwa (zasoby ziemi i zasoby pracy),</li> <li>- możliwość ograniczania powierzchni gruntów odłogowanych,</li> <li>- tradycja upraw roślin strączkowych w Polsce,</li> <li>- chętnie stosowane przez rolników jako przedplon i zielony nawóz,</li> <li>- przydatne jako komponent białkowy dla trzody chlewnej i drobiu.</li> </ul> <p>Czynniki ekonomiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- niski koszt siły roboczej przy wysokich kwalifikacjach rolników i nadwyżce siły roboczej na wsi,</li> <li>- dobrze prosperujące zakłady przemysłu paszowego, o dużym potencjale produkcyjnym,</li> <li>- porównywalna do zbóż opłacalność niektórych upraw strączkowych (groch) w przypadku uwzględnienia dopłat UE,</li> </ul> <p>Inne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- duży potencjał naukowy (wyższe uczelnie mogące wspierać innowacyjny rozwój i wykorzystanie rodzimych roślin białkowych na cele paszowe),</li> <li>- sprawne doradztwo dotyczące uprawy,</li> <li>- rośliny nie modyfikowane genetycznie.</li> </ul>	<p>Czynniki produkcyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwość wprowadzania do upraw niesprawdzonych odmian roślin strączkowych,</li> <li>- niepewność plonów i dostaw określonych partii towaru,</li> <li>- trudności z efektywnym zbiorem (nierównomierne dojrzewanie nasion).</li> </ul> <p>Czynniki ekonomiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rozproszenie terytorialne i mała skala upraw strączkowych,</li> <li>- brak zorganizowanego systemu skupu i obrotu nasionami roślin białkowych, wynikający z braku stałego popytu na te nasiona ze strony krajowego przemysłu paszowego,</li> <li>- brak promocji, marketingu i serwisu w zakresie prowadzenia plantacji, odbioru produkcji i wykorzystania w paszach,</li> <li>- słabe zaplecze kapitałowe – niskie zasoby kapitałowe rolników,</li> <li>- niewystarczające powiązania gospodarstw produkujących rośliny białkowe z rynkiem,</li> <li>- istnienie na rynku konkurencyjnego substytutu pod względem jakości białka, w postaci importowanej soi,</li> <li>- rynek rodzimych roślin strączkowych nie jest samodzielny. Duży wpływ na ceny grochu i strączkowych rynku soi i rzepaku,</li> <li>- niestabilność cenowa nasion strączkowych i brak rynkowych mechanizmów umożliwiających zabezpieczenie ceny,</li> <li>- brak zaangażowania rządu i banków we wspieraniu produkcji, skupu i przetwórstwa roślin strączkowych na terenie kraju,</li> <li>- niedostatecznie rozwinięty kapitał społeczny na wsi, wyrażający się niechęcią i brakiem zaufania do wspólnego działania (integracja pozioma),</li> <li>- przemysł paszowy zdominowany przez duże podmioty, z kapitałem zagranicznym.</li> </ul> <p>Inne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gorsza jakość białka rodzimych strączkowych w stosunku do soi.</li> </ul>
Szanse (O)	Zagrożenia (T)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwość zagospodarowania gleb słabych na potrzeby uprawy roślin białkowych,</li> <li>- wsparcie produkcji rodzimych roślin białkowych z funduszy UE,</li> <li>- istnienie know-how wśród producentów rolnych w zakresie technologii uprawy roślin strączkowych,</li> <li>- odporność produkcji rodzimych odmian roślin strączkowych na uwarunkowania przyrodniczo-klimatyczne regionu,</li> <li>- utrzymująca się tendencja wzrostowa powierzchni uprawy roślin białkowych w ostatnich latach,</li> <li>- rozwój produkcji rodzimej niemodyfikowanej genetycznie soi,</li> <li>- rosnące ceny nawozów azotowych skłaniają rolników do stosowania w płodozmianie roślin strączkowych,</li> <li>- istnienie możliwości powiązań integracyjnych w produkcji roślin białkowych – grupy producenckie, klastry itp.,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- brak postępu w zakresie hodowli nowych odmian roślin strączkowych w kraju,</li> <li>- marginalizacja rynku – obecnie rynek roślin strączkowych stanowi mniej niż 10% wartości rynku zbóż,</li> <li>- niska lub brak opłacalności bezwzględnej roślin strączkowych (bez dopłat) prowadzić może do uzależnienia opłacalności produkcji od dopłat UE,</li> <li>- duża konkurencja na rynku paszowym ze strony producentów śruty sojowej, oferowanej przez zagraniczne koncerny,</li> <li>- konieczność poniesienia dużych nakładów finansowych na poprawę wizerunku roślin strączkowych jako wartościowego komponentu białkowego i odzyskanie części rynku paszowego,</li> <li>- zmniejszenie zapotrzebowania na paszę dla trzody chlewnej w związku z utrzymującą się tendencją spadkową pogłowia na przestrzeni lat 2011-2019,</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– wzrost spożycia mięsa białego, a tym samym potencjalny wzrost zapotrzebowania na paszę,</li> <li>– narastająca niechęć społeczeństwa do stosowania surowców paszowych z roślin genetycznie modyfikowanych, w tym importowanej soi,</li> <li>– możliwość dokonania zabezpieczenia cen nasion roślin strączkowych na rynkach terminowych rzepaku i soi, ceny są w 60-70% skorelowane z tymi rynkami,</li> <li>– istnienie potencjalnej konkurencyjności cenowej 1 kg białka w mieszankach pasz treściwych, sporządzonych w oparciu o zwiększony udział rodzimych roślin strączkowych,</li> <li>– rodzime rośliny białkowe są produktem niszowym na rynku, korzystnie oddziałującym na środowisko,</li> <li>– dążenie rządu do osiągnięcia bezpieczeństwa w zakresie białka roślinnego pochodzącego z rodzimych roślin białkowych,</li> <li>– możliwość ograniczenia deficytu w krajowym bilansie białka roślinnego za sprawą rodzimych roślin białkowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zagrożenie utraty bezpieczeństwa w zakresie zapotrzebowania na białko roślinne w kraju.</li> </ul>
---	---

Źródło: Jerzak M. A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M. 2020. Ekonomiczne determinanty rozwoju produkcji i wykorzystania rodzimych roślin białkowych na cele paszowe. Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.

## Rezultaty badań w zakresie komercjalizacji produktów paszowych z udziałem krajowych roślin strączkowych

W trakcie badań podjęto próbę przygotowania założeń do strategii komercjalizacji produktów paszowych wytworzonych bez białka GMO, a opierających się na białku rodzimych roślin strączkowych. Wydaje się uzasadnionym, aby komercjalizacja produktów paszowych z udziałem krajowych roślin strączkowych była prowadzona etapowo:

Pierwszy etap powinien obejmować realizację działań prowadzących do akceptacji, czyli przekonania producentów roślin strączkowych, co do korzyści zwiększania produkcji roślin strączkowych na cele paszowe z jednoczesnym uwzględnieniem warunków i wymagań branży paszowej. Działania te powinny być prowadzone poprzez stworzenie platformy internetowej, która byłaby miejscem nawiązywania współpracy pomiędzy uczestnikami rynku.

Drugi etap powinien obejmować stworzenie odpowiedniego produktu potencjalnie konkurencyjnego

w stosunku do śrutu sojowej i wyznaczenie jego pozycji konkurencyjnej, poprzez doskonalenie odmian roślin strączkowych o zbliżonym poziomie i jakości białka do śrutu sojowej.

Ostatni etap powinien koncentrować się na realizacji strategii wprowadzeniu na rynek pasz, produktów zawierających w swym składzie znaczny udział roślin strączkowych spełniających oczekiwania rynku. W ramach tej strategii należałoby uwzględnić programy wsparcia rynkowego.

W wyniku przeprowadzonych badań i analiz stwierdzono brak integracji pionowej na rynku roślin białkowych, a przez to brak komunikacji między podmiotami. Stanowi to jeden z elementów ograniczających funkcjonowanie rynku rodzimych roślin strączkowych w Polsce. Jako rozwiązanie problemu komunikacji na rynku paszowym wskazano stworzenie internetowej platformy komunikacji pełniącej funkcję informacyjną, a także integrującej i animującej funkcjonowanie rynku.

Rezultaty badań pokazują, że zarówno producenci surowca, wytwórci pasz, jak i producenci drobiu i trzody chlewnej są zainteresowani nawiązaniem współpracy z innymi podmiotami na rynku (dostawcami i odbiorcami) w ramach platformy internetowej.

Stwierdzono, że właściciele gospodarstw rolnych w ponad 70% zainteresowani są platformą informacyjno-edukacyjną, za pośrednictwem której będzie można pozyskać informacje o możliwościach zbytu, a także wiedzę o rynku w formie artykułów, raportów. Według nich powinny się tam znaleźć głównie informacje o: cenach materiału siewnego i nasion rodzimych roślin strączkowych, wielkości zapotrzebowania ze strony mieszalni pasz na surowiec oraz wymagania jakościowe odnośnie jego magazynowania, a także informacje agrotechniczne dotyczące odporności roślin strączkowych na choroby oraz zalecane środki ochrony roślin. Z kolei wytwórcie pasz w większości (ponad 50%) zainteresowane były platformą transakcyjną, zapewniającą koncentrację obrotu i tworzenie dużych, jednorodnych jakościowo kontraktów. Platforma taka mogłaby zapewnić sprawną logistykę zamówień i dostaw.

### **Systemowe rozwiązania w zakresie funkcjonowania krajowego rynku roślin białkowych**

Na podstawie wyników badań zaproponowano rozwiązania systemowe funkcjonowania rynku rodzimych roślin białkowych w Polsce, które w sposób możliwie pełny ograniczają wpływ występowania wskazanych przez analizę SWOT słabych jego stron (m.in. mała skala produkcji, rozproszenie terytorialne plantacji, niepewność plonów). Uwzględniono również specyfikę polskiego rolnictwa i jego strukturę agrarną. W konsekwencji zaproponowano dwa modele funkcjonowania rynku rodzimych roślin białkowych w Polsce.

#### **Model 1 zakłada maksymalizację produkcji i wykorzystania rodzimych surowców białkowych z roślin strączkowych oraz śrutę rzepakowej na cele paszowe.**

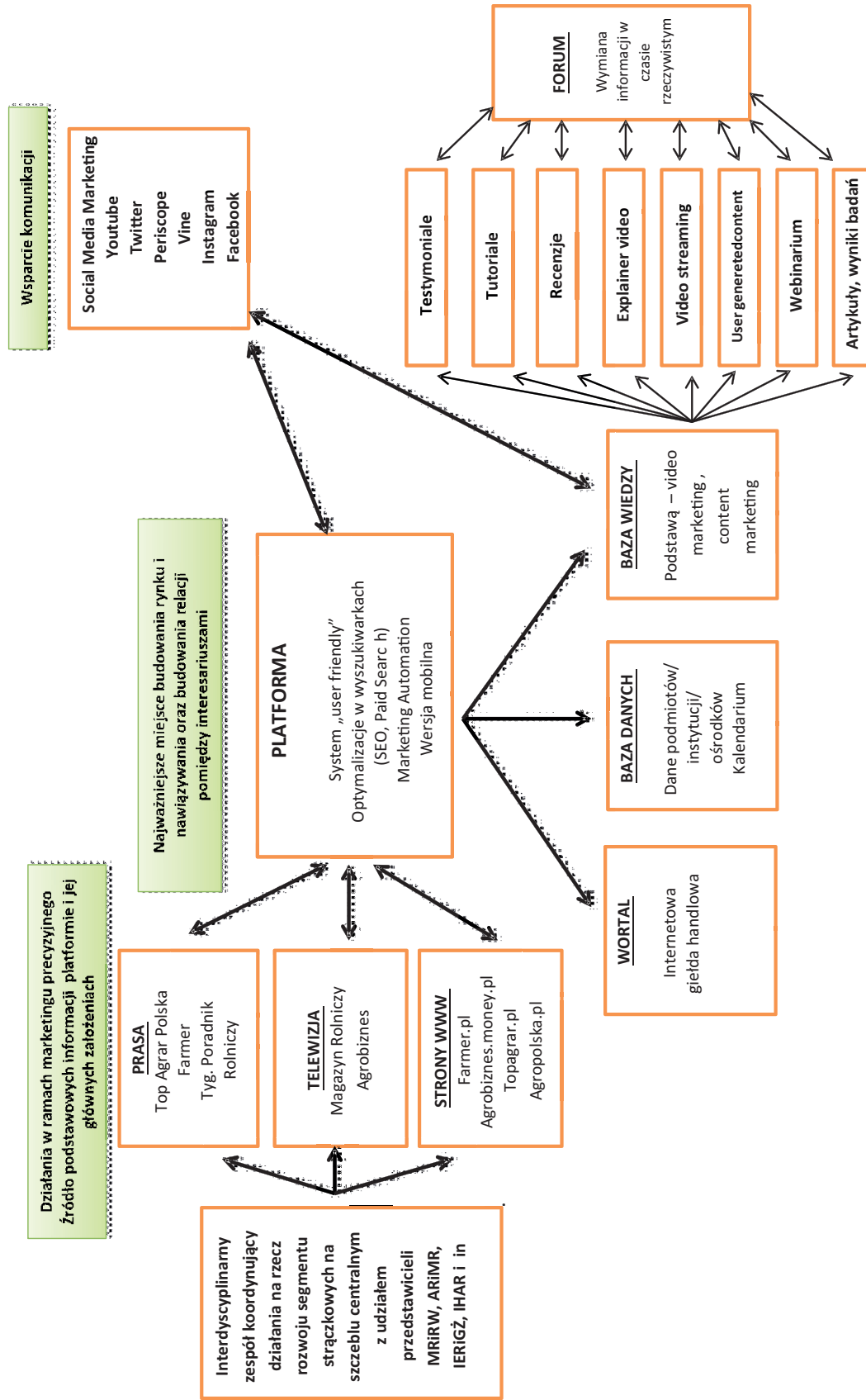
Centralnym elementem systemu w tym modelu jest wprowadzenie niezależnego podmiotu kreującego rynek tego surowca i animującego obroty. Podstawowym narzędziem tego podmiotu byłaby Internetowa Platforma Komunikacji, która oprócz działania

w ramach marketingu precyzyjnego, serwisu informacyjnego z bazą wiedzy fachowej i forum dyskusyjnym, obejmowałaby wortal obrotu rodzimymi roślinami białkowymi, wraz z magazynem wirtualnym roślin białkowych (rys. 2).

W ramach modelu komunikacji zaproponowano organizację łańcucha dostaw na rynku rodzimych roślin białkowych, w której kluczową rolę odgrywa nowo powołany podmiot kreujący ten rynek (animator rynku), a którego głównym zadaniem jest zintegrowanie krajowego rynku rodzimych roślin białkowych. (rys. 3). Na takie rozwiązanie wpływ miał między innymi fakt, że w okresie badań żaden funkcjonujący wówczas podmiot na rynku paszowym nie zdecydował się uczestniczyć w pracach, związanych z odbudową rynku rodzimych roślin strączkowych.

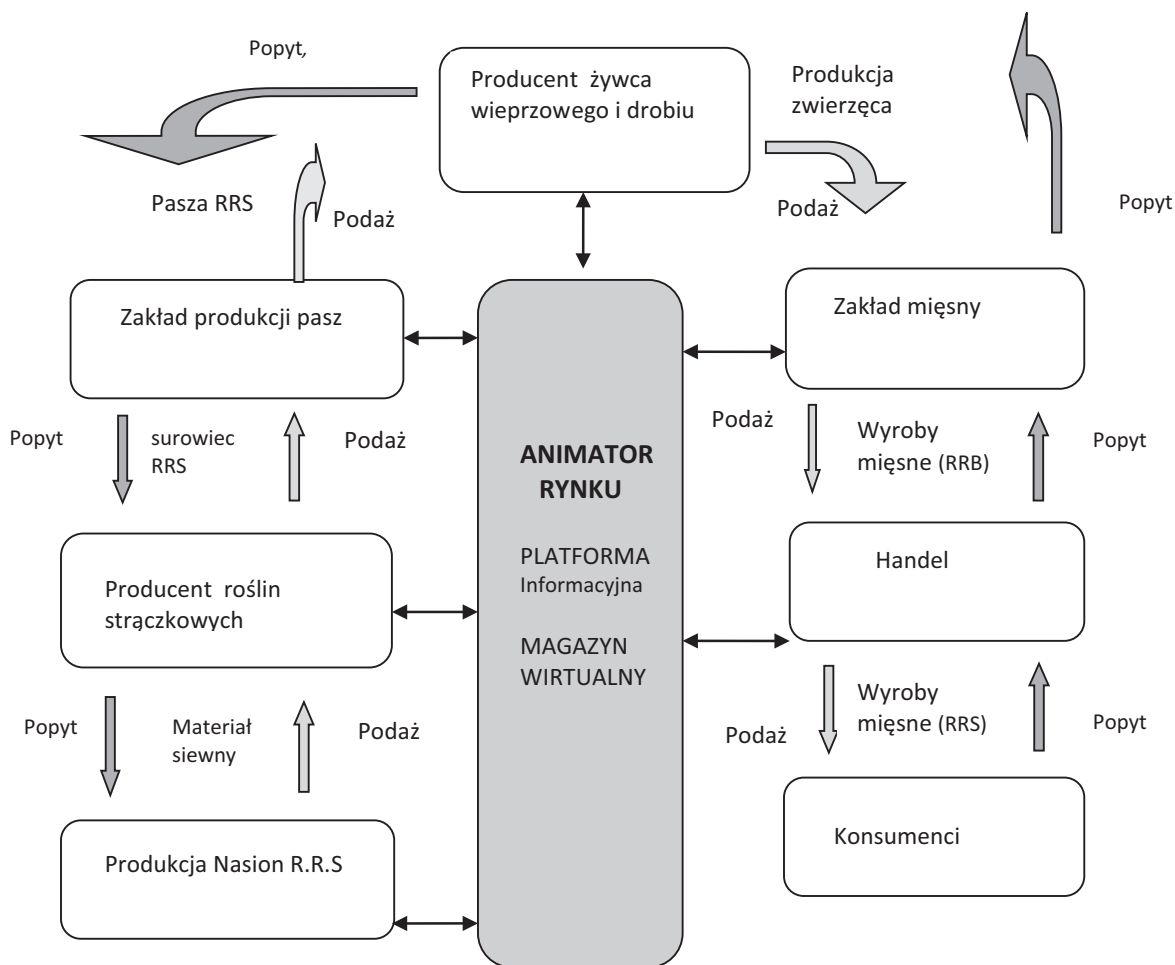
Osiągnięcie celu postawionego w ramach tego modelu wymaga powszechnego wykorzystania roślinnego rodzimego białka przez zakłady paszowe. W warunkach polskiego rynku tego surowca, gdzie dominuje wykorzystanie konkurencyjnego białka z importowanej śrutę sojowej, wydaje się być konieczne stymulowanie obrotów przez animatora rynku, by zagwarantować jego płynne funkcjonowanie.

Animator rynku jest niezależną osobą prawną. Jest organizacją nieuczestniczącą bezpośrednio w produkcji wyrobu finalnego. Podstawową jego rolą ma być organizowanie obrotu w poszczególnych ogniwach łańcucha marketingowego w taki sposób, by maksymalnie ograniczyć wpływ dominujących obecnie, a wykazanych w analizie SWOT, ograniczeń tego rynku. Dotyczą one przede wszystkim rozproszenia terytorialnego i małej skali produkcji, niejednorodności jakościowej surowca, a także braku możliwości zaoferowania wymaganej ilości i regularnych dostaw do zakładów paszowych. Stąd też aktywność animatora rynku skupiać się powinna przede wszystkim na zapewnieniu koncentracji podaży i umożliwieniu tworzenia dużych kontraktów, a także sprawnej logistyce zamówień i dostaw. Jego działalność obejmować też powinna promocję produktu, jak również stabilizowanie dochodów z produkcji i przerobu poprzez zarządzanie ryzykiem cenowym nasion roślin strączkowych.



Rysunek 2. Rynek roślin strączkowych jako segment rynku paszowego – model komunikacji

Źródło: Jerzak M. A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M. 2020. Ekonomiczne determinanty rozwoju produkcji i wykorzystania rodzimych roślin białkowych na cele paszowe. Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.



Rysunek 3. Model organizacji łańcucha dostaw na rynku rodzimych roślin strączkowych w ramach wortalu obrotu towarowego z uwzględnieniem animacji obrotów

Źródło: Jerzak M. A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M. 2020. Ekonomiczne determinanty rozwoju produkcji i wykorzystania rodzimych roślin białkowych na cele paszowe. Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.

Podstawowym założeniem funkcjonowania rynku w ramach tego modelu jest zatem maksymalizacja wykorzystania rodzimych roślin białkowych do produkcji żywca wieprzowego i drobiowego, jako surowca alternatywnego lub komplementarnego w stosunku do wykorzystywania importowanego białka sojowego na cele paszowe.

Produkt mięsny powstały w ramach tego systemu będzie produktem wysokiej jakości, wytworzonym ze znaczącym udziałem białka proekologicznych rodzimych roślin białkowych. Wykorzystanie tańszego rodzimego surowca, przy niezmienionej technologii produkcji i przerobu mięsa i dużej skali produkcji

spawia, że finalny produkt mięsny będzie stosunkowo tani i dostępny w supermarketach dla wszystkich konsumentów.

Zakładana powszechność stosowania rodzimego białka roślinnego w paszach stanowić będzie czynnik stymulujący wzrost popytu na ten surowiec i jednocześnie stopniowe zwiększanie powierzchni zasiewów, która docelowo powinna osiągnąć poziom 450-500 tys. ha. Uzyskanie tego poziomu produkcji pozwoli w ok. 50% zastąpić importowane białko sojowe rodzimą produkcją, a to może znacząco poprawić krajowe bezpieczeństwo w zakresie zaopatrzenia w białko roślinne.

**Model 2 opiera się na systemie lokalnych pionowych powiązań integracyjnych podmiotów w zakresie rozwoju produkcji mięsa wieprzowego i drobiowego przy wykorzystaniu komponentów paszowych opartych o białko rodzimych roślin białkowych.**

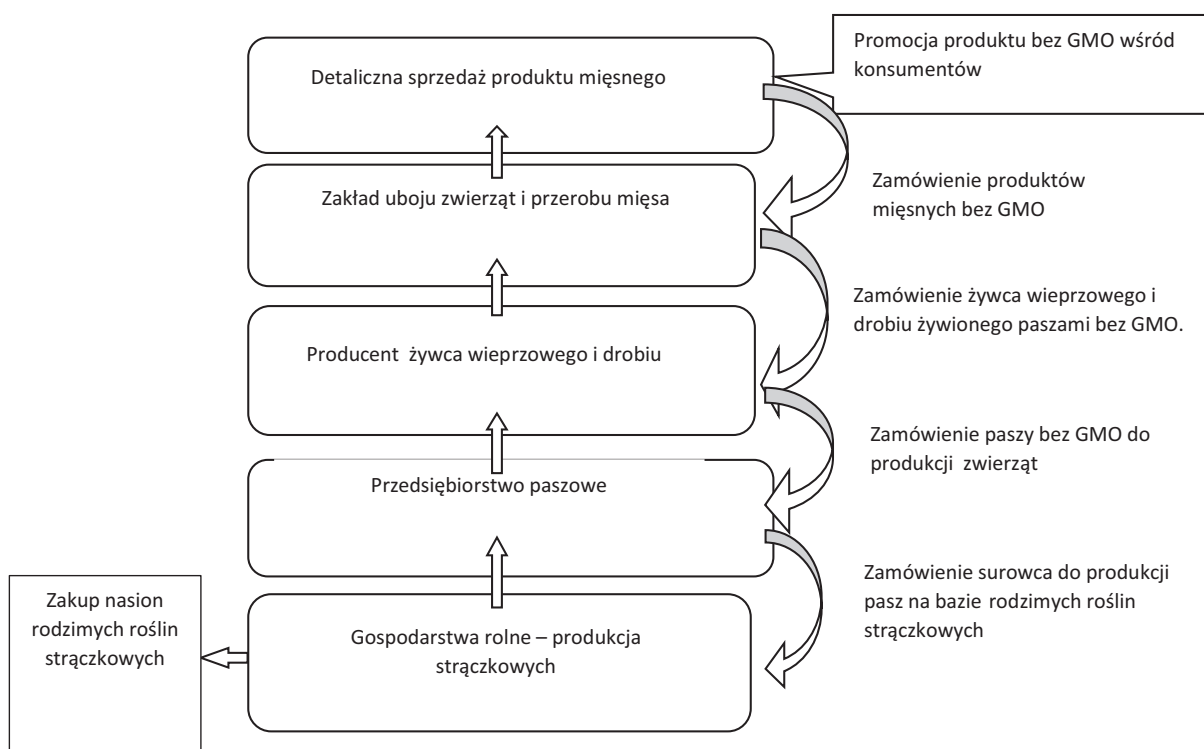
Jest to model, którego celem jest produkcja określonego, konkurencyjnego rynkowo produktu finalnego (rys. 4). Zakłada się, że popyt na rynku detalicznym na produkt finalny, jakim będzie regionalny, w tym ekologiczny wyrób mięsny, stanowić będzie czynnik determinujący popyt na poszczególne półprodukty niezbędne do wyprodukowania produktu finalnego. Zatem popyt na finalny wyrób mięsny na rynku detalicznym stymulować będzie wzrost popytu na żywca wieprzowy i drobiowy, żywiony paszami gospodarskimi, lokalnymi, w tym ekologicznymi bazującymi na rodzimych roślinach strączkowych. To z kolei będzie czynnikiem wpływającym na wzrost popytu na pasze rodzime wolne od GMO. W konsekwencji zakłada się, że wzrośnie popyt na rodzime rośliny białkowe w tym

głównie rośliny bobowate grubonasienne oraz poekstrakcyjną śrutę rzepakową, co pozytywnie wpłynie na wzrost wielkości produkcji tych surowców.

Ten model rynku funkcjonować może w ramach pionowych powiązań integracyjnych skupiających wszystkie ogniwa wytwarzania produktu finalnego od rolnika poprzez zakłady produkujące paszę oraz przetwórstwa mięsa do punktów handlu detalicznego. Jego sprawne działanie wymaga jednak obecności lidera, który skoordynuje działania poszczególnych ogniw łańcucha zintegrowanych podmiotów. Finalny produkt mięsny, powstały w ramach funkcjonowania tego modelu, powinien być wyrobem regionalnym, a także ekologicznym, wyprodukowanym wyłącznie przy wykorzystaniu rodzimych źródeł białka roślinnego.

Propozycja ta jest niejako uzupełnieniem systemu funkcjonującego w modelu pierwszym.

Badania wykazały gotowość firm funkcjonujących na rynku paszowym do zwiększenia wykorzystania



Rysunek 4. Model produkcji i rozwoju rynku rodzimych roślin strączkowych w ramach systemu integracji pionowej

Źródło: Jerzak M. A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M. 2020. Ekonomiczne determinanty rozwoju produkcji i wykorzystania rodzimych roślin białkowych na cele paszowe. Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.

w paszach rodzimych białek roślinnych pod warunkiem spełnienia wymogów zarówno ilościowych, jak i jakościowych dostarczanego surowca. Podkreślano także zapewnienie ciągłości dostaw. Jednak żadna z firm nie zadeklarowała gotowości do uczestniczenia w odbudowie i rozwoju rynku rodzimych roślin białkowych. Zważywszy, że rozwój tego rynku jest warunkiem zapewnienia fizycznego bezpieczeństwa kraju w zakresie białka roślinnego, to w okresie badań jedynie rząd wykazywał zainteresowanie sytuacją w tej dziedzinie. Stąd też ze względu na uwarunkowania polskiego rynku paszowego związane ze strukturą własności, a także dominującą pozycją rynku importowanej śruty sojowej, uznano że powodzenie zaproponowanych systemów rynkowych możliwe byłoby pod warunkiem działań wspierających ze strony rządu, które powinny obejmować:

- Ustanowienie Celu Wskaźnikowego (CW), określającego ile rocznie krajowych surowców białkowych wytwórnia pasz winna wykorzystać do produkcji. Pozwoliłoby to ograniczyć eksport poekstrakcyjnej śruty rzepakowej i zwiększyć podaż nasion roślin strączkowych. Jak wynika z badań, dla zapewnienia 50% udziału rodzimego białka w paszach, wielkość CW należałoby określić na poziomie ok. 8,5%.
- Dopłatę do roślin strączkowych uzależnioną od:
  - zasiewu nasionami certyfikowanymi, gdyż są one pokryte odpowiednim fungycydem i nitryną, co na wstępie daje przyrost plonu,
  - wielkości sprzedaży produkcji towarowej roślin strączkowych, co skutkowałoby wzrostem podaży tego surowca w obrocie rynkowym.

Generalnie można stwierdzić, że na przestrzeni lat, w których prowadzono przedstawione w raporcie badania, obserwuje się systematyczne zwiększanie powierzchni upraw roślin strączkowych pastewnych. Nie przekłada się to jednak na wzrost wielkości produkcji towarowej tego surowca. Badania wykazały bowiem, że utrzymującym się w okresie badań głównym powodem uprawy roślin strączkowych była poprawa struktury gleby i korzystne stanowisko pod roślinę następczą, a nie produkcja towarowa nasion tych roślin.

Jednak wykorzystanie licznych wykazanych w badaniach szans dla tego rynku przy jednoczesnej poprawnej organizacji logistyki dostaw może przyczynić się do efektywnej restytucji oraz dalszego rozwoju rynku rodzimych roślin białkowych w Polsce.

W aktualnych uwarunkowaniach agrotechnicznych i rynkowych w Polsce, bezpieczeństwo kraju w zakresie zaopatrzenia w białko roślinne zapewnić może jedynie rozwój produkcji masowej rodzimych roślin strączkowych oraz aktywne animowanie obrotu tym surowcem na rynku. Nadzieję pokłada się również w kontynuowanych pracach nad hodowlą odmiany soi wolnej od GMO i dostosowanej do warunków klimatycznych Polski.

Odzyskanie bowiem znaczącego udziału dla rodzimych roślin białkowych na krajowym rynku komponentów paszowych możliwe jest poprzez zaoferowanie konkurencyjnego pod względem jakościowym i cenowym rodzimego roślinnego produktu białkowego. Oferta ta musi być jednak wsparta działaniami marketingowymi porównywalnymi do tych stosowanych przez głównych operatorów na rynku importowanej śruty sojowej. Wymagać to będzie jednak znacznych nakładów finansowych i czasu.

Przedstawione w niniejszym raporcie wyniki badań zostały szczegółowo opisane w dwóch monografiach wydanych przez Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu: „Ekonomiczne determinanty rozwoju produkcji i wykorzystania rodzimych roślin białkowych na cele paszowe” (2020) oraz „Rynek rodzimych roślin białkowych na cele paszowe w Polsce. Znaczenie gospodarcze, determinanty i kierunki rozwoju” (2020). Problematyka prowadzonych badań popularyzowana była na wielu seminariach szkoleniowych dla rolników oraz dla przedstawicieli zakładów paszowych, a także w opublikowanych artykułach naukowych i popularno-naukowych.

## Prace naukowe

### 2016

1. Czerwińska-Kayzer D. Bezpieczeństwo finansowe przedsiębiorstw produkujących pasze dla zwierząt gospodarskich. *Roczniki Naukowe SERiA*, 2016, 18(2): 64-69.
2. Jerzak M, A., Krysztofiak P. Ekonomiczne możliwości rozwoju produkcji i rynku rodzimych roślin białkowych w Polsce. *Roczniki Naukowe SERiA*, 2016, 18(2): 130-135.
3. Czerwińska-Kayzer D. Memoriałowe i kasowe wyniki przedsiębiorstw w ocenie jego działalności na przykładzie przedsiębiorstw produkujących pasze. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. 2016, 442: 83-92.
4. Czerwińska-Kayzer D., Jerzak M.A., Krysztofiak P. Rynek rodzimych roślin strączkowych w Polsce a bezpieczeństwo kraju w zakresie białka roślinnego. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 2016, (2): 26-36.

### 2017

5. Jerzak M. A., Krysztofiak P. Narodowy Cel Wskaźnikowy jako czynnik rozwoju rynku rodzimego białka roślinnego, *Roczniki Naukowe SERiA*. 2017, 19(3): 92-97.
6. Jerzak M.A., Mikulski W. Znaczenie dopłat do produkcji roślin strączkowych w odbudowie rynku rodzimych surowców białkowych pochodzenia roślinnego w Polsce, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 2017, 351:152-161.
7. Śmiglak-Krajewska M., Węgrzyńska M. Bioróżnorodność w sprawozdaniu finansowym na przykładzie uprawy łubinu żółtego, *Ekonomiczne Problemy Usług*, 2017, 2(127): 309-319.
8. Czerwińska-Kayzer D. Struktura kosztów rodzajowych przedsiębiorstw produkujących pasze dla zwierząt w porównaniu do przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, *Ekonomiczne Problemy Usług*, 2017, 2(127): 97-107.
9. Czerwińska-Kayzer D., Bieniasz A. Ocena efektywności ekonomicznej branży paszowej w Polsce

w latach 2010-2015, *Roczniki Naukowe SERiA*. 2017,19(1): 20-25.

10. Krysztofiak P. Na pomoc strączkom, *Top Agrar*, 2017, 9.
11. Śmiglak-Krajewska M., Węgrzyńska M, Korzyści biologiczne jako miernik zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do uprawy grochu polnego, *Roczniki Naukowe SERiA*. 2017, 19(4): 213-217.

### 2018

12. Jerzak M., Śmiglak-Krajewska M., Czerwińska-Kayzer D., Florek J. The market for native protein crops as a factor in improving food security in Poland, *Agrarian perspectives XXVII. Food Safety – Food Security: Proceedings of the 27th International Scientific Conference, September 19 – 20, 2018 Prague, Czech Republic*.
13. Florek J., Czerwińska-Kayzer D, Uwarunkowania rozwoju rynku rodzimych roślin strączkowych w Polsce, *Roczniki Naukowe SERiA*, 2018, 20(5).
14. Śmiglak-Krajewska M. Cultivation of legume crops in the context of sustainable agriculture, *Roczniki Naukowe SERiA*, 2018, 20(6).
15. Czerwińska-Kayzer D., Florek J. Determinanty płynności finansowej przedsiębiorstw produkujących pasze (Determinants of financial liquidity in feed enterprises), *Roczniki Naukowe SERiA*, 2018, 20(6):41-48.

### 2019

16. Jerzak M. A. Financial efficiency of breeding and trade of lupine seeds in Poland. *Ann. Pol. Assoc. Agric. Agribus. Econ.* 2019, 21(1): 47-54.
17. Jerzak M. A., Mikulski W. Efekty finansowe hodowli łubinu na cele paszowe w świetle uzyskiwanych opłat licencyjnych i polityki interwencji państwa. *Biul. IHAR*. 2019, 285: 61-62.
18. Czerwińska-Kayzer D., Florek J, Determinants of financial profitability of animal feed producers. *Ann. Pol. Assoc. Agric. Agribus. Econ.* 2019, 21(1): 22-30.
19. Śmiglak-Krajewska M. Agricultural risk and its perception among protein plant farmers *Ann. Pol. Assoc. Agric. Agribus. Econ.* 2019, 21(3): 459-469.

20. 5. Florek J., Czerwińska-Kayzer D. Biological benefits from growing legume crops in the context of protecting production factors. *Ann. Pol. Assoc. Agric. Agribus. Econ.* 2019, 21(3): 49-58.

## 2020

21. Jerzak M., Śmiglak-Krajewska M., Globalization of the Market for Vegetable Protein Feed and Its Impact on Sustainable Agricultural Development and

Food Security in EU Countries Illustrated by the Example of Poland. *Sustainability*, 2020,12: 888.

22. Jerzak M., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M., Ekonomiczne determinanty rozwoju produkcji i wykorzystania rodzimych roślin białkowych na cele paszowe. UPPoznań, 2020.

23. Śmiglak-Krajewska M. Determinants of the selection of raw materials used in animal feed production. *Ann. Pol. Assoc. Agric. Agribus. Econ.* 2020, 23(2).

### 3.5. OBSZAR BADAWCZY 6

#### Zwiększenie wykorzystania potencjału paszowego trwałych użytków zielonych w produkcji białka poprzez ich renowację

Celem obszaru badawczego i jego zadania była ocena przydatności dwóch metod podsiewu zdegradowanych łąk położonych na glebach mineralnych i organicznych, wykonanych w dwóch terminach, poprzez określenie optymalnych warunków uzyskania wysokiej jakości kisonki z runi łąkowej z dużym udziałem roślin bobowatych (motylkowatych) z uwzględnieniem efektów żywieniowych oraz ilościowych i jakościowych cech mleka tj. wydajność mleczna krów, procentowa zawartość tłuszczu, białka oraz ich stosunek jak również zawartości kazeiny i mocznika. Ponadto w jednym gospodarstwie oceniano zawartość kwasów tłuszczowych i ich stosunek, jak również zawartość witamin rozpuszczalnych w tłuszczach.

Właściwy skład gatunkowy runi warunkuje uzyskanie wysokiej wartości pasz objętościowych z trwałych użytków zielonych (TUZ). Trudności w uzyskaniu wartościowego składu botanicznego (gatunkowego) wynikają z małej stabilności zbiorowisk, szczególnie w siedliskach nadmiernie lub niedostatecznie uwilgotnionych. Proces degradacji tych zbiorowisk silnie postępuje na użytkach zielonych po częściowym lub całkowitym zaniechaniu użytkowania, a także przy braku lub jednostronnym nawożeniu, co również wpływa na pogorszenie stanu środowiska glebowego. Degradacja TUZ jest więc następstwem niekorzystnych zmian warunków wzrostu i rozwoju roślin powodowanych przez wiele wzajemnie zależnych czynników, tj. wyjaławianie się gleby ze składników pokarmowych, postępujące jej zakwaszenie, podtapianie, zabagnianie lub przesuszanie w wyniku obniżania poziomu wód gruntowych, przyspieszając mineralizację gleb. Darń może też być niszczone przez dzikie zwierzęta, przymrozki późnowiosenne i wczesnojesienne, niskie opady i niekorzystny ich rozkład oraz wysokie temperatury

powietrza w sezonie wegetacyjnym. Nieodpowiednie użytkowanie, w tym brak konserwacji urządzeń melioracyjnych oraz niewłaściwa ich eksploatacja, brak lub niewłaściwe nawożenie nawozami naturalnymi (obornik, gnojowica lub gnojówka), zbyt późny termin zbioru, zbyt niskie koszenie, wieloletnie jednostronne użytkowanie kośne lub pastwiskowe, pozostawienie nieskosszonej runi lub niedojadów oraz zaniechanie użytkowania, również powodują degradację TUZ. W takich warunkach wartościowe trawy pastewne oraz rośliny bobowate ustępują miejsca mniej wartościowym roślinom łąkowym oraz chwastom. Szacuje się, że ponad 50% TUZ w Polsce jest zdegradowanych, a skutkiem tego są niskie plony na poziomie około 5,0 t·ha–1 s.m. o niezadowalającej jakości pod względem potrzeb żywieniowych przeżuwaczy.

Stosunkowo tanią i efektywną metodą poprawy ich stanu z zachowaniem bioróżnorodności są podsiewy. W ramach realizacji zadania w tym programie wsiewano w darń TUZ rośliny bobowate oraz wartościowe trawy (zarówno diploidalne jak i tetraploidalne) wprowadzając je w mieszankach o składzie uwzględniającym warunki glebowo-wodne, co pozwoliło na zwiększenie plonów białka oraz poprawę jakości pasz. W zależności od przebiegu warunków pogodowych i tempa odrostu runi, zbierano zróżnicowaną ilość pokosów. Skoszoną biomasę po wstępnym podsuszeniu na powierzchni łąki zbierano i zakiszano w dużych belach cylindrycznych lub w przyzmacach. Wyprodukowaną paszę na TUZ, po ich renowacji wykorzystano w żywieniu krów mlecznych w gospodarstwach uczestniczących w programie poddając ją ocenie jakościowej.

Ważnym czynnikiem decydującym o efektywności żywienia była była jakość pasz objętościowych. Dlatego też uzyskanie lepszej ich wartości żywienio-

wej pozwalało na wprowadzenie możliwie znacznej ilości taniego i poprawiającego efekty żywieniowe białka. Wyprodukowanie takiej paszy było możliwe po wzbogaceniu runi łąkowej w wartościowe trawy i rośliny bobowate zwiększając w ten sposób wydajność mleczną krów oraz efekt ekonomiczny. Pozyskane mleko poddano też ocenie jakościowej. Z punktu widzenia jakości dietetycznej mleka najważniejsze są kwasy tłuszczowe wielonienasycone nazywane niezbędnymi nienasyconymi kwasami tłuszczowymi (NNKT), a konsumenci mleka i przetworów mlecznych coraz częściej zwracają uwagę na zawartość kwasów tłuszczowych nienasyconych z grupy omega 3 oraz stosunek kwasów omega 3 do kwasów omega 6. Potwierdzono wzrost zawartości kwasów omega-3 i witamin A i E.

Dzięki przeprowadzonym pracom badawczym udało się uzyskać następujące efekty:

- Dokonano oceny skuteczności agregatów stosowanych w podsiewach agregatu pasmowo-gryzującego i agregatu talerzowego.

Ocena dokonana była w oparciu o udział w runi wsiewanych gatunków traw oraz roślin bobowatych. W obu sposobach nie miał większego znaczenia termin wykonania podsiewów. Po zastosowaniu agregatów: pasmowo-gryzującego i talerzowego nie odnotowano wyraźnych zmian w składzie gatunkowym runi oraz poziomie plonowania.

- Na glebach organicznych nieskuteczny był podsiew agregatem talerzowym. Wynikało to z utrudnionego wprowadzania nasion do tych gleb (bardziej podatnych na ugniatanie). Letni termin podsiewu na glebach organicznych, niezależnie od agregatu, był mało skuteczny ze względu na zwiększającą się ich objętość w trakcie zimowego przemarzania.
- Niezależnie od sposobu podsiewu odnotowano wyraźne tendencje lub istotny wzrost plonów suchej masy oraz plonów białka ogólnego, wynoszących od 200 do 300 kg-ha<sup>-1</sup>.
- W sianokiszonkach z runi po podsiewach wykazano wzrost zawartości białka ogólnego oraz poprawę innych ich parametrów wynikających z przestrzegania wymogów technologicznych w procesie konserwacji.

- Badając wydajność mleczną krów żywionych sianokiszonkami z łąk objętych doświadczeniem stwierdzono wzrost wydajności mlecznej i efektywności ekonomicznej oraz zwiększenie w mleku zawartości kwasów nienasyconych Omega-3 i witamin (A i E).

### Sposoby realizacji i uzyskane efekty.

W ramach realizacji prac w programie wieloletnim w Zadaniu 6 w 2016 r. spośród wielu gospodarstw w trzech województwach (lubelskim, podlaskim oraz wielkopolskim) wytypowano po jednym z nich specjalizującym się w chowie bydła mlecznego, celem przeprowadzenia badań w zakresie zwiększenia źródeł białka na TUZ.

W woj. lubelskim w miejscowości Zimna Woda, gm. Krzywda, pow. Łuków wybrano gospodarstwo o powierzchni 120 ha, w tym 32 ha łąk w siedliskach typowych dla TUZ.

W woj. podlaskim w miejscowości Racibory, gm. Radziłów, pow. Grajewo wytypowano gospodarstwo o powierzchni 80 ha, w tym – 20 ha TUZ.

W woj. wielkopolskim w miejscowości Ranna, gm. Kramsk, pow. Konin wybrano gospodarstwo o powierzchni 90 ha, w tym ok. 30 ha łąk w siedliskach typowych dla TUZ.

Większość łąk przygotowywanych do renowacji we wszystkich gospodarstwach charakteryzowała się dość dużym zachwaszczeniem runi roślinami dwuliściennymi, wynoszącym od 20 do około 40%, co wskazywało na konieczność zastosowania oprysków herbicydem przed podsiewem. Opryski łąk herbicydami selektywnymi na rośliny dwuliścienne wykonano w 2016 roku po II pokosie. W zależności od udziału chwastów w runi zastosowano Chwastox Ekstra 300 SL w ilości 1 l·ha<sup>-1</sup> lub Starane 250 EC w ilości 0,75 l·ha<sup>-1</sup>. Następnie wykonano wapnowanie łąk (wapnem węglanowo-magnezowym), stosując dawki dostosowane do odczynu gleb.

Letnią renowację łąk wykonano po przyspieszonym sprzęcie III pokosu (we wrześniu) a wiosenną na przełomie marca i kwietnia w 2017 r., metodą siewu bezpośredniego z wykorzystaniem dwóch agregatów



Rysunek 1. Efekt podsiewu w Raciborach (fot. J. Barszczewski)



Rysunek 2. Efekt podsiewu w Rannej (fot. J. Barszczewski)

(agregat talerzowy i agregat pasmowo- gryzujący). W zależności od warunków glebowo-wodnych do podsiewu poszczególnych łąk zastosowano odpowiednie mieszanki nasion traw diploidalnych (30-50%), traw tetraploidalnych (20 – 40%) oraz roślin bobowatych (25 – 30%).

Jednym z głównych czynników decydujących o powodzeniu wykonanych renowacji w poszczególnych

gospodarstwach był przebieg warunków meteorologicznych, a w szczególności ilość i rozkład opadów oraz wielkości średnich dobowych temperatur powietrza. Na podstawie sumarycznych opadów atmosferycznych oraz miesięcznych sum średnich dobowych temperatur powietrza obliczono współczynniki hydrotermiczne Sielianinowa charakteryzujące warunki pluwiotermiczne w kolejnych latach badań.

Tabela 1. Warunki pluwiotermiczne poszczególnych gospodarstw obliczone na podstawie współczynnika Sielianinowa k [Skowera, Puła 2004]

Miejscowość	Rok	Miesiąc					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Zimna Woda	2017	3,9	1,1	1,1	1,3	0,9	2,9
	2018	1,4	0,8	1,2	1,0	0,4	0,9
	2019	1,2	1,5	0,3	0,5	1,4	1,1
	2020	0,9	2,9	2,6	0,6	0,4	3,1
Racibory	2017	4,1	2,5	2,3	1,6	2,2	3,3
	2018	1,5	0,6	0,4	2,4	0,4	1,0
	2019	0,2	1,8	0,8	2,2	1,4	1,1
	2020	0,3	2,0	2,6	0,8	1,8	0,6
Ranna	2017	1,6	0,9	1,6	1,6	3,6	2,6
	2018	0,9	0,9	0,8	1,4	0,4	0,2
	2019	0,5	0,9	0,4	0,9	0,7	1,1
	2020	0,1	1,3	0,9	1,1	0,9	1,0

Objaśnienia:	$k \leq 0,4$ – skrajnie suchy	$0,4 < k \leq 0,7$ – bardzo suchy	$0,7 < k \leq 1,0$ – suchy	$1,0 < k \leq 1,3$ – dość suchy
	$1,3 < k \leq 1,6$ – optymalny	$1,6 < k \leq 2,0$ – dość wilgotny	$2,0 < k \leq 2,5$ – wilgotny	$2,5 < k \leq 3,0$ – bardzo wilgotny
				$k > 3,0$ – skrajnie wilgotny

Warunki pluwiotermiczne w rejonie poszczególnych gospodarstw oraz w omawianych latach (2017 – 2020) były znacznie zróżnicowane (tab. 1). Najbardziej niekorzystne warunki pluwiotermiczne panowały w 2018 i 2019 roku. W 2019 r. mimo znacznego zróżnicowania warunków pluwiotermicznych, zarówno pomiędzy miesiącami jak i gospodarstwami, najkorzystniejsze były w Raciborach a znacznie gorsze (od suchych do skrajnie suchych) w Zimnej Wodzie oraz Rannej, co ograniczyło produkcyjne zbiory z łąk do jednego pokosu. Wyraźną poprawę tych warunków stwierdzono w 2020 roku, zwłaszcza w Zimnej Wodzie oraz Raciborach przy braku wyraźnej zmiany na korzyść w Rannej.

Roczne plony suchej masy (tab. 2) z poszczególnych obiektów na doświadczeniach z porównywanych gospodarstw w latach 2017-2020, wykazywały znaczne zróżnicowanie wynikające z dużej zmienności warunków pluwiotermicznych (powodujących zmieniającą się dynamikę przyrostu runi, a nawet jej zasychanie oraz różną liczbę pokosów). Mimo tak niekorzystnych warunków, niemalże na wszystkich obiektach po wykonanych podsiewach, stwierdzono wyraźną tendencję wzrostu plonów suchej masy lub istotny ich wzrost w porównaniu do obiektów niepodsianych.

Jak wskazują dane (rys. 4), plony białka ogólnego w poszczególnych gospodarstwach kształtowały się od około 1000 do 1600 kg·ha<sup>-1</sup> (wyraźnie wyższe w warunkach wysokiego poziomu nawożenia). Wzrost plonów białka na obiektach po podsiewach wynosił od ok. 200 do 300kg·ha<sup>-1</sup>.

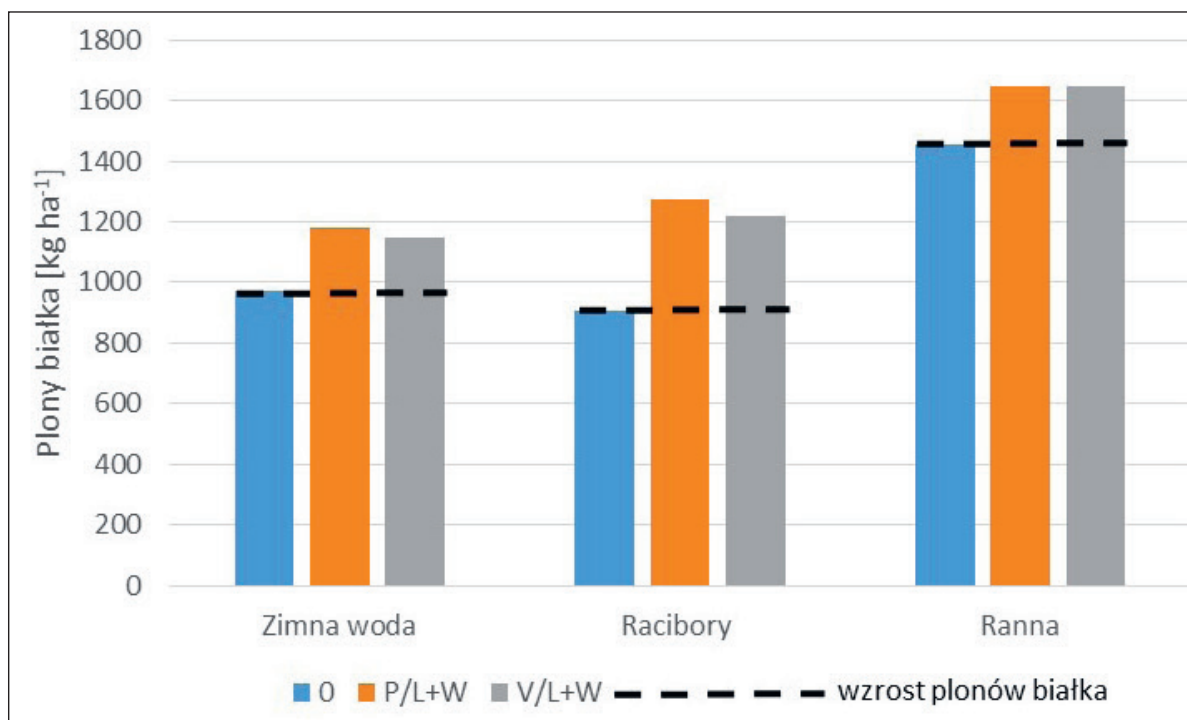
W kiszoncek sporządzonych z runi łąk podsianych, we wszystkich gospodarstwach stwierdzono istotne zwiększenie zawartości białka ogólnego (tab. 3). Ponadto w sianokiszoncek wyprodukowanych w gospodarstwie w Raciborach, w wyniku zastosowanego podsiewu, stwierdzono istotne zmniejszenie zawartości włókna surowego i jego frakcji ADF (kwaśna frakcja włókna) i NDF (neutralna frakcja włókna), co świadczy o większej strawności suchej masy z tych pasz. Jakość sianokiszoncek w gospodarstwie w Rannej była nieco gorsza niż w pozostałych gospodarstwach. Wynikało to z gorszych efektów wykonanych podsiewów w tym gospodarstwie (czyli mniejszy udział roślin bobowatych w runi).

Zastosowanie sianokiszoncek o większej koncentracji białka w dawkach pokarmowych dla krów mlecznych pozwoliło na niewielkie zmniejszenie ilości pasz treściwych, w tym wysokobiałkowych, a w niektórych

Tabela 2. Roczne plony suchej masy na doświadczeniach w poszczególnych gospodarstwach (t s.m. ha<sup>-1</sup>)

Gospodarstwo	Rok	Ilość pokosów	Obiekty				
			0	P/L	P/W	V/L	V/W
Zimna Woda	2017	I, II, III	10,6	10,5	10,5	11,0	10,8
	2018	I, II,	4,6	5,3	5,4	4,5	4,3
	2019	I,	7,2	8,0	8,7	8,2	8,4
	2020	I, II, III	9,1	9,9	11,0	9,6	9,6
Racibory	2017	I, II, III, IV	8,7	11,4	10,0	11,1	9,7
	2018	I, II, III, IV	6,5	7,8	6,3	8,2	6,0
	2019	I, II, III	6,0	7,1	7,9	5,9	6,3
	2020	I, II, III	8,2	9,4	9,1	9,9	9,1
Ranna	2017	I, II, III, IV	13,2	15,2	14,4	14,9	16,8
	2018	I, II	9,5	6,5	9,0	8,0	8,0
	2019	I	6,3	7,5	7,8	7,3	8,0
	2020	I, II, III	9,7	11,0	10,5	11,5	10,1

Obiekty: 0 – Bez podsiewu; P/L+W –Podsiew agregatem pasmowo-gryzującym (średnie lato + wiosna); V/L+W – podsiew agregatem vredo (średnie lato + wiosna)



Rysunek 3. Średnie roczne plony białka z lat 2017 – 2019 z poszczególnych obiektów na doświadczeniach w Zimnej Wodzie, Raciborach oraz Rannej.

gospodarstwach na zwiększenie udziału sianokiszzonek. Lepsza jakość pasz objętościowych (sianokiszzonek) oraz wynikające z tego modyfikacje dawek pokarmowych miały wpływ na lepsze wyniki użytkowości mlecznej krów w badanych stadach.

Wyniki ekonomiczne skutków zastosowania podsiewów łąk oraz modyfikacje dawek z wykorzystaniem w nich sianokiszzonek osiągnięte podczas 3 letnich badań były zróżnicowane, jednak we wszystkich przy-

padkach przyniosły gospodarstwom wymierne efekty ekonomiczne (tab. 4).

Wyniki użytkowości mlecznej trzech stad krów wykazały, że we wszystkich gospodarstwach znacznie wzrosła liczba krów dojnych, co było efektem wykonanych podsiewów i dostępności do większej ilości dobrych sianokiszzonek. Wzrost dobowej wydajności mlecznej we wszystkich gospodarstwach był na zbliżonym poziomie, nieprzekraczającym 2,0 l od sztuki. Na

Tabela 3. Średnie zawartości składników pokarmowych i jakości sianokiszzonek z runi łąkowej podsianej oraz bez podsiewu w poszczególnych gospodarstwach (średnie z lat 2017-2019)

Gospodarstwo	Łąka	Zawartość [g·kg <sup>-1</sup> sm.]					pH	Udział kw. mlekowego w sumie kwasów (%)	Punkty
		Sucha masa	Białko ogólne	Włókno surowe	NDF	ADF			
Zimna Woda	bez podsiewu	416,8	125,9	275,3	512,5	322,2	5,4	73,7	88,7
	podsiانا	453,5	151,5	285,7	559,4	332,6	5,5	87,7	99,3
Racibory	bez podsiewu	537,8	142,2	298,4	609,5	337,0	6,01	80,3	97,3
	podsiانا	456,3	159,9	263,6	504,3	310,3	5,49	89,87	99,7
Ranna	bez podsiewu	315,2	125,6	235,4	430,1	281,9	5,49	83,62	89,1

Tabela 4. Ekonomiczne skutki modyfikacji dawki żywieniowej w zł w latach 2017-2020 (średnio w gospodarstwie)

Gospodarstwo	Zimna Woda	Racibory	Ranna
Liczba krów utrzymywanych w stadzie	39	47	73
Cena mleka zł/l	1,31	1,40	1,31
Wzrost wydajności mlecznej jednej szt. l/dobę	2,00	1,90	1,73
Zmniejszenie kosztu dawki żywieniowej szt. zł/dobę	0,59	0,68	3,24
Efekty wzrostu wydajności produkcyjnej szt. zł/dobę	2,61	2,66	2,26
Efekty zmian w zł / szt./ dobę	3,20	3,34	5,50

wzroście wydajności mlecznej krów badane gospodarstwa mogły zarobić od 2,26 do 2,66 zł/szt./dobę. Prawdziwy wymiar korzyści staje się porównywalny, gdy analizujemy miesięczne zmiany w odniesieniu do ilości dojonych krów. Miesięczny wzrost wydajności mlecznej w zależności od ilości utrzymywanych krów w Zimnej Wodzie mógł wynieść 2 340 l, a w Rannej 3 788 l. Mając na uwadze zróżnicowaną wielkość stada krów dojnych, największe korzyści wynikające z modyfikacji dawki żywieniowej osiągnięto w gospodarstwie w Rannej, gdzie oszczędności mogły wynieść nawet 7 095 zł w standardowym miesiącu. Całkowite miesięczne efekty finansowe (wynikające ze wzrostu wydajności oraz z modyfikacji dawek) oszacowano na poziomie 3 744 zł w Zimnej Wodzie, 4 709 zł w Raciborach oraz 12 045 zł w Rannej.

Wyniki doświadczenia w Raciborach potwierdzają korzystny wpływ spasanania sianokiszonki z udziałem bobowatych powodujący wzrost zawartość kwasów Omega-3 w mleku krów. Stosunek kwasów Omega-6 do Omega-3 był najkorzystniejszy w mleku pochodzącym od krów z grupy doświadczalnej i mieścił się w przedziale od 1,33 do 1,88 z tendencją wzrostową w trakcie trwania eksperymentu żywieniowego. W wyniku zastosowanego żywienia dawkami z udziałem sianokiszonek, z traw i bobowatych zanotowano również wzrost zawartości niektórych witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Największe zmiany zaobserwowano w odniesieniu do witamin A i E oraz beta-karotenu, których poziom w grupie eksperymentalnej był znacznie wyższy w porównaniu do grupy kontrolnej. Poziom witamin A i E w grupie eksperymentalnej uległ zwiększeniu o ponad 10% w porównaniu do grupy kontrolnej.

## Wnioski

1. Podsiew TUZ mieszankami traw z 30% udziałem roślin bobowatych wyraźnie poprawia skład gatunkowy runi, jej wartość użytkową, plon suchej masy oraz białka.
2. Na glebach mineralnych nie ma znaczenia rodzaj agregatu do podsiewów, lecz na glebach organicznych zaleca się stosowanie agregatu pasmowo-gryzującego.
3. Na glebach organicznych zaleca się wykonywanie podsiewów wiosną, na glebach mineralnych w obu terminach (letnim i wiosennym).
4. Nawożenie obornikiem przefermentowanym jest pomocne w utrzymaniu w runi roślin bobowatych, natomiast gnojowica powoduje wyraźne zmniejszenie się tej grupy roślin w runi.
5. Podsiewy trwałych użytków zielonych mieszankami traw z roślinami bobowatymi poprawiają jakość sianokiszonek oraz efekty żywieniowe poprzez wzrost wydajności mlecznej, jednocześnie poprawiając efektywność ekonomiczną produkcji mleka.
6. Żywienie krów mlecznych dawkami pokarmowymi z ok. 20% udziałem koniczyny łąkowej w sianokiszonkach z runi łąkowej poprawia stosunek kwasów Omega-6 do Omega-3 w mleku oraz zwiększa zawartość witamin A i E.

## Prace naukowe

### 2016

1. Barszczewski J., Grzelak M. The effect of various ways of fertilisation on yields and potassium and magnesium content in meadow sward on peat-muck soil. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2016, 61(3): 21-24.
2. Barszczewski J., Terlikowski J., Wróbel B. Efekty podsiewu łąk grądowych w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. 2016, 16, 3 (55): 5–22.
3. Mendra M., Barszczewski J. Improving the status of degraded irrigated meadow by direct undersowing. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2016, 61(4): 52-57.
4. Wróbel B., Zielińska K., Fabiszewska A. The effect of fertilisation and undersowing permanent meadow with a mixture of grasses and legumes on the amount and quality of sward yield in view of its usefulness for ensilage. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2016, 61(4): 230-236.

### 2017

5. Barszczewski J., Wróbel B. Sposoby poprawy jakości pasz z trwałych użytków zielonych oraz efekty w żywieniu nimi opasów. W: *Innowacyjne technologie w produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem standardów Unii Europejskiej i ochrony środowiska*. Red. W. Romaniuk, H. Jankowska-Huflejt. ITP Falenty, 2017: 7-16.
6. Terlikowski J. Przydatność wybranych mieszańców międzygatunkowych w obrębie kompleksu *Lolium-Festuca* do podsiewu łąk w warunkach Żuław Elbląskich. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2017, 62(4): 186-190.
7. Wróbel B., Zielińska K. J., Fabiszewska A.U. Wpływ dodatków biologicznych na stabilność tlenową kiszzonek z runi łąkowej z przeznaczeniem na cele paszowe i energetyczne. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2017, 62(4): 205-211.

### 2018

8. Barszczewski J., Wróbel B., Gabryszuk. Podsiewy trwałych użytków zielonych a jakość pasz i efekty żywienia bydła. *ITP Falenty. Mat. Inform.* ISSN 0860-1410. 2018, 63: 32.
9. Kiliszczyk A., Wróbel B., Zielińska K.J., Fabiszewska A.U. 2018. A comparison of the number of selected groups of epiphytic microorganisms in meadow sward fertilised with various doses of natural fertilisers and NPK. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018, 63(2): 109-114.
10. Wróbel B., Zielewicz W. Chemical composition of green forage in relation to legume plant species and its share in the meadow sward. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018, 63(3): 131-136.

### 2019

11. Barszczewski J., Wróbel B., Dobrzyński J. Efekty zróżnicowanych sposobów podsiewu trwałych użytków zielonych agregatem pasmowo-frezującym w warunkach gleb torfowych. W: *Doskonalenie technologii w produkcji zwierzęcej i energii odnawialnej z uwzględnieniem wymagań zrównoważonego rozwoju*. Red. Romaniuk W., Jankowska-Huflejt H., ITP Falenty. ISBN 978-83-65426-39-0. 2019: 7-17.
12. Barszczewski J., Wróbel B., Dobrzyński J., Puppel K. An assessment of the efficiency of undersowing permanent meadow with red clover at various ways of fertilisation. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2019, 64(2): 4-10.
13. Kiliszczyk A., Kierasińska K., Wróbel B. Occurrence and concentration of mycotoxins in grass silage from selected farms. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2019, 64(3): 20-24.
14. Wróbel B., Zielewicz W. Nutritional value of red clover (*Trifolium pratense* L.) and birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) harvested in different maturity stages. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2019, 64(4): 14-19.

## Prace popularno-naukowe

### 2018

1. Gabryszuk M., Gabryszuk R. Żywienie pastwiskowe krów a zawartość bioaktywnych składników w mleku. *Hodowca bydła*. 2018 (3): 22-28.
2. Wróbel B. Kiszonki z traw o podwyższonej zawartości suchej masy. *Hodowca bydła*. 2018, 3: 35-41.
3. Wróbel B. Wartość pokarmowa kiszonki z runi łąkowej. *Hodowca bydła*. 2018, 4: 22-28.
4. Wróbel B. Preparaty ułatwiające zakiszanie zielonek. *Hodowca bydła*. 2018, 5: 20-26.

### 2019

5. Barszczewski J., Stan trwałych użytków oraz efektywne sposoby ich poprawy <https://www.igrit.pl/artukul/stan-trwalych-uzytkow-zielonych-oraz-efektywne-sposoby-ich-poprawy-cz2-291>; *Rolnicze Abc* wrzesień 2019:5.
6. Gabryszuk M., Gabryszuk R. Żywienie pastwiskowe krów a zawartość bioaktywnych składników w mleku. *Hodowca bydła*, 2019, 3: 22-28.

7. Wróbel B. Kiszonki z traw o podwyższonej zawartości suchej masy. *Hodowca bydła*, 2019, 3: 12-24.
8. Wróbel B. Wartość pokarmowa kiszonki z runi łąkowej. *Hodowca bydła*, 2019, 4: 22-28.
9. Wróbel B. Preparaty ułatwiające zakiszanie zielonek. *Hodowca bydła*, 2019, 5: 20-26.

### 2020

10. Gabryszuk M., Gabryszuk R., Jak uniknąć zagrożeń związanych z wypasem bydła na pastwisku? *Hodowca Bydła*, 2020, 3: 26-32.
11. Wróbel B. Rola roślin motylkowatych na trwałych użytkach zielonych. *Hodowca bydła*, 2020, 2: 18-24.
12. Wróbel B. Wapnowanie użytków zielonych. *Hodowca bydła*, 2020, 2: 30-35.
13. Wróbel B. Folie kiszonkowe. *Hodowca bydła*, 2020, 4: 28-35.
14. Wróbel B. Problemy z zagrzewaniem się kiszonki. *Hodowca bydła*, 2020, 5: 14-22.