

PODSUMOWANIE ZADAŃ BADAWCZYCH w ZAKRESIE ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO PROWADZONYCH w 2025 r.



PS WPR
2023-2027



Krajowa
Sieć
Obszarów
Wiejskich+



Dofinansowane przez
Unię Europejską



Materiał dofinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Planu Strategicznego dla WPR 2023-2027.

Materiał opracowany przez Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie oddział w Radomiu.

Instytucja Zarządzająca Planem Strategicznym dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie

Oddział w Radomiu

***Podsumowanie zadań badawczych
w zakresie rolnictwa ekologicznego prowadzonych w 2025 r.***

RADOM, 2026

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie

Oddział w Radomiu

Projekt okładki, skład:

Bartłomiej Chojnacki, Wojciech Kowalski

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie

Oddział w Radomiu

26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18,

tel. 48 365 69 00, e-mail: radom@cdr.gov.pl,

www.cdr.gov.pl

Spis treści

Wstęp	8
SGGW Warszawa Marketing, promocja oraz analiza rynku: badania w zakresie analizy wartości rynku produktów ekologicznych w Polsce	9
UP Lublin Streszczenie z badań pt.: Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi: „Badania w zakresie opracowania efektywnych metod produkcji wysokobiałkowych ekologicznych komponentów pasz dla trzody chlewnej i drobiu”	25
IBPRS PIB Streszczenie badań na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowanych przez MRIRW w 2025 roku pt. „Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. badania w obszarze higieny i profilaktyki w ekologicznym chowie zwierząt”	40
IZ PIB Streszczenie sprawozdania z realizacji zadania: Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. Ograniczanie emisji gazów cieplarnianych. Wykorzystanie sorgo i trawy sudańskiej w żywieniu bydła opasowego	46
IOR PIB Poznań Badania dotyczące podnoszenia efektywności w zakresie doskonalenia agrotechniki roślin oleistych uprawianych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem metod ochrony roślin	65
SGGW Warszawa Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania nad określeniem optymalnych środków ostrożności podejmowanych w gospodarstwie uwzględniających środki zapobiegające zanieczyszczeniu upraw ekologicznych środkami niedozwolonymi	76
IBPRS PIB Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. badania w obszarze higieny i profilaktyki w ekologicznym chowie zwierząt	93
IHAR PIB Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Produkcja ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Doskonalenie produkcji nasiennej pszenżyta jarego, pszenicy jarej orkisz i pszenicy zwyczajnej jarej dla gospodarstw ekologicznych	99
IHAR PIB Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka - kontynuacja badań.	117
IHAR PIB Badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej. Odchwaszczanie nowoczesnymi maszynami, w zastępstwie stosowania herbicydów, na typowym dla uprawy buraka cukrowego stanowisku; kontynuacja badań	133

IUNG PIB Puławy Badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej.....	148
InHort IO Badania w zakresie identyfikacji metod ochrony, dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym, przed chorobami grzybowymi i szkodnikami w uprawie roślin jagodowych i sadowniczych	164
InHort IO Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w celu usprawnienia ekologicznej produkcji sadowniczego materiału rozmnożeniowego w systemie rolnictwa ekologicznego.....	182
UP Lublin Sadownictwo ekologiczne: badania w zakresie identyfikacji metod ochrony w rolnictwie ekologicznym przed chorobami grzybowymi i szkodnikami w uprawie roślin jagodowych i sadowniczych.....	200
UWM Olsztyn Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby – wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych	204
UWM Olsztyn Badania w zakresie opracowania efektywnych metod produkcji wysokobiałkowych ekologicznych komponentów pasz dla trzody chlewnej i drobiu.	221
IUNG PIB Puławy Badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej.....	235

Wstęp

Szanowni Państwo

To już kolejna publikacja, którą oddajemy w Państwa ręce, zawiera podsumowania tematów badawczych realizowanych w 2025 roku, czyli w dwudziestym pierwszym roku finansowego wsparcia udzielanego przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi na badania w zakresie rolnictwa ekologicznego.

Po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej, pojawiały się obawy przed rywalizacją z krajami bardziej rozwiniętymi, gdzie dominowały intensywne metody produkcji rolniczej. Szybko jednak okazało się, że to, co początkowo postrzegano jako słabość, stało się atutem. Rozdrobniona struktura gospodarstw oraz ograniczone stosowanie chemii sprawiają, że polskie rolnictwo ma naturalne predyspozycje do wytwarzania wysokiej jakości żywności ekologicznej, cenionej na rynkach europejskich. Produkcja ekologiczna opiera się przy tym na zasadach zrównoważonego rozwoju.

W praktyce oznacza to m.in. stosowanie właściwego płodozmianu oraz naturalnych metod wspierania żyzności gleby i aktywności biologicznej. Istotne jest również dobieranie gatunków roślin i ras zwierząt z uwzględnieniem ich naturalnej odporności na choroby. Gospodarstwa ekologiczne to nie tylko miejsca dbające o środowisko i dobrostan zwierząt, oferujące szeroki wachlarz wysokiej jakości produktów, lecz także przedsięwzięcia wymagające znacznych nakładów finansowych, systematycznej kontroli oraz dużego zaangażowania pracy własnej. Prowadzenie takiej działalności jest trudne i czasochłonne, a także kosztowne, co w realiach globalnej gospodarki nie dla wszystkich stanowi atrakcyjną ścieżkę.

Z tego względu rozwój sektora żywności ekologicznej w Polsce potrzebuje solidnego zaplecza naukowego. Prowadzenie badań w tym obszarze jest niezbędne i sprzyja jego dalszemu rozwojowi. Niedobór opracowań i publikacji powinien jednocześnie motywować środowisko naukowe do podejmowania nowych inicjatyw badawczych, odpowiadających na potrzeby rolników, konsumentów i doradców.

Przedstawiona publikacja zawiera streszczenia zarówno nowych, jak i kontynuowanych tematów badawczych. Znajdą w niej Państwo wiele praktycznych informacji wspierających produkcję ekologiczną oraz pomagających pogłębić wiedzę na temat tego sposobu gospodarowania.

Marketing, promocja oraz analiza rynku: badania w zakresie analizy wartości rynku produktów ekologicznych w Polsce z podziałem na wartość poszczególnych sektorów produkcji oraz wskazanie produktów o najwyższym potencjale rozwoju



Streszczenie wyników badań finansowanych ze środków Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 2 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm.) na podstawie decyzji DEJ.re.765.15.2025 z dnia 20 marca 2025 roku.

dr hab. Sylwia Żakowska-Biemans, prof. SGGW

Dr Julita Szlachciuk

Dr Agnieszka Bobola

dr hab. Eliza Kostyra, prof. SGGW

dr inż. Anna Piotrowska

mgr inż. Anna Orzechowska



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO

1. Cel, zakres i metody badań

Podstawowym celem badań była analiza funkcjonowania rynku żywności ekologicznej w Polsce oraz oszacowanie jego wartości. W ramach tak sformułowanego celu przeprowadzono analizę danych wtórnych oraz zrealizowano badania empiryczne na próbie 114 uczestników rynku żywności ekologicznej (przetwórcy, dystrybutorzy, detaliści), oraz na 1200-osobowej reprezentatywnej, ogólnopolskiej próbie konsumentów. W badaniu przeprowadzonym wśród producentów, dystrybutorów i detalistów zastosowano podejście mixed-mode, łączące wywiady telefoniczne i internetowe. Z kolei badanie z udziałem konsumentów zrealizowano metodą komputerowo wspomaganym wywiadów internetowych. Ponadto, w celu pozyskania danych handlowych na potrzeby eksperckiej wyceny wartości rynku żywności ekologicznej, przeprowadzono analizę dostępności i poziomu cen żywności ekologicznej w placówkach handlu detalicznego, z uwzględnieniem sprzedaży w kanale e-commerce.

2. Tendencje rozwojowe rynku żywności ekologicznej w Europie

W latach 1985–2022 powierzchnia użytkowana ekologicznie i liczba producentów żywności ekologicznej w Europie systematycznie rosły, podwajając się co dekadę, co sprzyjało dynamicznemu rozwojowi rynku żywności ekologicznej. Gdyby ten wykładniczy wzrost się utrzymał, szacowana wartość sprzedaży detalicznej mogłaby osiągnąć 80 mld EUR do roku 2030. Jednak pogorszenie koniunktury na rynkach globalnych, wzrost cen żywności i inflacja wpłynęły na tempo rozwoju rolnictwa ekologicznego i rynku żywności ekologicznej w Europie. Po okresie wzrostu obserwowanego w czasie pandemii COVID-19 europejski rynek żywności ekologicznej wszedł w fazę stabilizacji: sprzedaż utrzymuje się na wysokim poziomie, jednak tempo wzrostu wyraźnie spowolniło.

W 2024 roku wartość sprzedaży detalicznej żywności ekologicznej w krajach Unii Europejskiej wyniosła około 49,5 mld EUR, co oznacza wzrost o 6,5% względem 2023 roku, kiedy wynosiła 46,5 mld EUR. Rynki poszczególnych państw członkowskich wykazują jednak istotne zróżnicowanie zarówno pod względem wartości sprzedaży detalicznej żywności ekologicznej, jak i dynamiki rozwoju tego segmentu. Według danych Instytutu FiBL najwyższą wartość sprzedaży w 2024 roku odnotowano w Niemczech, gdzie rynek wzrósł z 16,1 mld EUR w 2023 roku do 17,0 mld EUR. We Francji, która po okresie pandemii doświadczyła wyraźnego spadku wartości rynku żywności ekologicznej, odnotowano niewielki wzrost o 0,8%, do poziomu 12,2 mld EUR, wobec 12,1 mld EUR w 2023 roku. Najwyższą dynamikę wzrostu w porównaniu z 2023 rokiem odnotowano we Włoszech, gdzie wartość rynku zwiększyła się z 3,9 mld EUR do 5,2 mld EUR, tj. o 33%. W Hiszpanii wartość rynku żywności ekologicznej osiągnęła 2,7 mld EUR, co oznacza wzrost o 0,8% w porównaniu z rokiem poprzednim. Na rynku duńskim, uznawanym za najbardziej dojrzały rynek żywności ekologicznej w Unii Europejskiej, wartość sprzedaży osiągnęła w 2024 roku 2,3 mld EUR, wobec 2,2 mld EUR w 2023 roku, co stanowi wzrost o 4,5%. Tendencje wzrostowe utrzymały się również na większości pozostałych rynków państw Unii Europejskiej, z wyjątkiem Szwecji, gdzie odnotowano spadek wartości rynku o 1,5%, do 30,9 mld SEK (około 2,70 mld EUR), wobec 31,4 mld SEK (około 2,73 mld EUR) w 2023 roku. Dane te wskazują, że rynek żywności ekologicznej znajduje się obecnie w fazie stopniowej odbudowy po spadkach sprzedaży obserwowanych w latach 2022–2023.

Pomimo że zdecydowanymi liderami pod względem wartości rynku żywności ekologicznej wśród krajów Unii Europejskiej są Niemcy i Francja, nie należą one do krajów o najwyższym udziale żywności ekologicznej w ogólnej sprzedaży żywności. W 2024 roku najwyższy udział żywności ekologicznej w całkowitej sprzedaży detalicznej żywności w krajach Unii Europejskiej odnotowano w Danii (11,8%) oraz Austrii (11,4%), jak również w Luksemburgu (9,0%). Stosunkowo wysoki udział osiągnięto także w Szwecji (6,7%). Spośród krajów Europy Środkowej i Wschodniej najwyższym udziałem żywności

ekologicznej w ogólnej sprzedaży wyróżnia się Estonia (4,6%). Jakkolwiek udział ten pozostał w 2024 roku na takim samym poziomie jak w 2023 roku. W pozostałych krajach Europy Południowej i Wschodniej wskaźnik ten pozostaje poniżej 4%. Podobne różnice dotyczą wydatków na żywność ekologiczną per capita. W 2024 roku najwyższe ich wartości odnotowano w Danii (373 EUR), Austrii (292 EUR) oraz Luksemburgu (264 EUR). W krajach Europy Środkowo-Wschodniej wydatki na żywność ekologiczną w przeliczeniu na mieszkańca są kilkukrotnie niższe, co można wiązać zarówno z niższą siłą nabywczą gospodarstw domowych, jak i z niższym poziomem cen żywności, zwłaszcza produktów nieprzetworzonych. Wydatki per capita na żywność ekologiczną oraz udział tej kategorii w całkowitej sprzedaży detalicznej żywności stanowią istotne wskaźniki rozwoju rynku żywności ekologicznej, ponieważ odzwierciedlają stopień dojrzałości tego segmentu.

3. Wycena wartości rynku żywności ekologicznej w Polsce

Na potrzeby oszacowania wartości rynku żywności ekologicznej w Polsce zastosowano podejście oparte na triangulacji danych pochodzących z różnych źródeł. Triangulacja obejmowała dane finansowe, wyniki badań konsumenckich, dane handlowe, informacje pochodzące z międzynarodowych agencji badawczych oraz wywiady z kluczowymi informatorami rynkowymi. Dane finansowe, obejmujące informacje z rachunków zysków i strat, sprawozdań finansowych oraz sprawozdań zarządu z działalności, pozyskiwano z publikacji spółek giełdowych oraz dokumentów składanych do Krajowego Rejestru Sądowego, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa. Dane dotyczące zachowań zakupowych polskich konsumentów uzyskano z badania przeprowadzonego w ramach niniejszego zadania badawczego. Badanie to dostarczyło informacji na temat częstotliwości zakupów żywności ekologicznej, najczęściej nabywanych produktów, deklarowanych wydatków oraz miejsc zakupu. Dane handlowe pochodziły z badań dostępności asortymentowej i poziomu cen żywności ekologicznej prowadzonych w stacjonarnych i internetowych punktach sprzedaży detalicznej. Badania te zrealizowano w dwóch etapach: w pierwszym przeprowadzono analizę oferty żywności ekologicznej w hipermarketach, supermarketach, sieciach dyskontowych oraz sklepach specjalizujących się w sprzedaży żywności ekologicznej, natomiast w drugim oceniono dostępność tej kategorii produktów w sklepach internetowych.

Ostatnim etapem eksperckiej wyceny wartości rynku żywności ekologicznej była walidacja uzyskanych estymacji z wykorzystaniem podejścia business intelligence (BI), łączącego analizę danych wtórnych pochodzących z międzynarodowych baz i raportów, wyniki wywiadów eksperckich oraz wiedzę o specyfice krajowego rynku, z uwzględnieniem uwarunkowań zewnętrznych istotnych dla tego sektora. Zastosowano iteracyjny cykl obejmujący: (1) porównanie wyników z niezależnymi źródłami, (2) identyfikację rozbieżności, (3) korektę szacunków oraz (4) ponowną weryfikację. W wycenie uwzględniono rynek produktów finalnych oferowanych konsumentom do bezpośredniej konsumpcji, a więc rynek detaliczny ujmowany w cenach detalicznych brutto. Szacowana wartość detalicznego rynku żywności ekologicznej w 2024 roku wyniosła 2,14 mld zł. W ujęciu wartościowym największy udział w tym rynku przypadł na dwie kategorie: mleko i jego przetwory oraz żywność dla niemowląt i małych dzieci, z których każda została oszacowana na 350 mln zł, co odpowiadało 16,36% wartości rynku. Istotne znaczenie miały również owoce (215 mln zł; 10,05%), warzywa (210 mln zł; 9,81%) oraz produkty zbożowe (190 mln zł; 8,88%). Kolejne kategorie współtworzące strukturę rynku obejmowały przetwory owocowo-warzywne (130 mln zł; 6,07%), napoje, w tym soki, smoothie i produkty podobne (125 mln zł; 5,84%), jaja (120 mln zł; 5,61%), napoje roślinne (100 mln zł; 4,67%) oraz słodycze i przekąski (96 mln zł; 4,49%). Mniejszy udział wartościowy przypadł na mięso i jego przetwory (75 mln zł; 3,50%) oraz oleje i oliwy (75 mln zł; 3,50%), natomiast kategoria „kawa, herbata i inne” odpowiadała za 35 mln zł (1,64%). Wartość pozostałych produktów, nieuwzględnionych w głównych kategoriach, oszacowano łącznie na 69 mln zł, co stanowiło 3,22% rynku.

4. Zachowania konsumentów na rynku żywności ekologicznej

Analiza uzyskanych danych wskazuje, że 39,0% badanych można zaliczyć do regularnych nabywców żywności ekologicznej, 38,0% do nabywców okazjonalnych, a 23,0% do osób kupujących tę kategorię produktów rzadko lub w ogóle. Analiza wpływu zmiennych socjodemograficznych na deklarowaną częstość zakupów wykazała istotny statystycznie wpływ poziomu wykształcenia, wielkości gospodarstwa domowego, statusu zawodowego oraz struktury gospodarstwa domowego. Częstsze zakupy deklarowały osoby z wyższym wykształceniem, pochodzące z gospodarstw liczących więcej niż sześć osób, aktywne zawodowo lub studiujące, a także respondenci mieszkający w gospodarstwach domowych z dziećmi w

wieku 3–9 lat oraz z pełnoletnimi dziećmi pozostającymi we wspólnym gospodarstwie domowym. Istotne znaczenie miały również innowacyjność konsumenta, rozumiana jako skłonność do akceptacji nowych produktów żywnościowych, oraz rodzaj stosowanej diety. Osoby bardziej otwarte na nowości żywnościowe oraz respondenci stosujący dietę roślinną lub fleksytariańską częściej kupowali żywność ekologiczną. Respondentów poproszono również o ocenę zmian w ilości kupowanej żywności ekologicznej w porównaniu z rokiem poprzednim. Najczęściej badani deklaruowali, że kupują tyle samo żywności ekologicznej co rok wcześniej. Jednocześnie 32,5% respondentów oceniło, że ich zakupy tej kategorii żywności zwiększyły się, natomiast 20,5% zadeklarowało ich ograniczenie, w tym 14,6% wskazało, że kupuje „nieco mniej”, a 6,0% — „zdecydowanie mniej” niż w poprzednim roku. W porównaniu z badaniem zrealizowanym w 2023 roku wyraźnie zmniejszył się odsetek respondentów deklarujących ograniczenie zakupów żywności ekologicznej — z ponad jednej trzeciej do 20,5% w 2025 roku. Jednocześnie wzrósł udział osób deklarujących zwiększenie zakupów — z 16,0% w 2023 roku do 32,5% w 2025 roku. Wyniki te są zgodne z tendencjami obserwowanymi na rynku europejskim, wskazującymi na stopniowe wychodzenie z fazy stagnacji, czego przejawem jest spadek odsetka deklaracji ograniczania zakupów i wzrost odsetka deklaracji ich zwiększania. Aby lepiej zrozumieć przyczyny ograniczania zakupów żywności ekologicznej, respondentów, którzy zadeklarowali spadek zakupów tej kategorii produktów, zapytano o możliwe powody tej zmiany. Najczęściej wskazywano, że ceny żywności ekologicznej są aktualnie „zbyt wysokie” (48,1%). Drugą najczęściej wymienianą przyczyną była konieczność ograniczenia wydatków na żywność (39,3%). Ponadto ponad 1/5 wskazań respondentów dotyczyła zastąpienia żywności ekologicznej produktami, które postrzegane są przez konsumentów jako „równie dobre” (21,5% wskazań). Na spadek zaufania do żywności ekologicznej jako główną przyczynę zmniejszenia zakupów wskazało 19,6% badanych. Zmniejszenie dostępności żywności ekologicznej było czynnikiem przyczyniającym się do ograniczenia zakupów żywności ekologicznej przez 17,3% respondentów. Natomiast 16,4% badanych przyznało, że „rozczarowało się w stosunku do żywności ekologicznej”. Należy podkreślić, że popyt na żywność ekologiczną cechuje się większą elastycznością cenową niż popyt na żywność nieekologiczną, co oznacza, że zmiany cen w większym stopniu wpływają na decyzje zakupowe konsumentów. Rödiger i Hamm (2015) wskazują, że konsumenci okazjonalni częściej rezygnują z zakupu produktów ekologicznych w przypadku wzrostu ich ceny. Podobne zależności wykazał Chen (2022), analizując dane z paneli gospodarstw domowych, z których wynika, że reakcja na zmianę ceny zależy również od kategorii produktu i promocji cenowych. Badania Smoluk-Sikorskiej i in. (2024) przeprowadzone wśród konsumentów z krajów Europy Środkowej i Wschodniej wskazują, że występuje istotna różnica między deklarowaną gotowością do płacenia wyższej ceny a rzeczywistą premią cenową, jaką konsumenci akceptują. Wyniki badań własnych w ramach projektu potwierdzają, że najwyższy deklarowany spadek wydatków na żywność ekologiczną stwierdzono wśród konsumentów okazjonalnie kupujących tego rodzaju produkty. Konsumenci ci, wykazujący najwyższą wrażliwość cenową, postrzegają wysokie ceny jako istotną barierę ograniczającą zakupy żywności ekologicznej. Odmienne kształtują się deklaracje lojalnych nabywców, którzy mimo presji inflacyjnej nie tylko utrzymali poziom wydatków na tę kategorię produktów, ale również deklaruowali ich zwiększenie. Najwyższą częstotliwość zakupów żywności ekologicznej, definiowaną jako „co najmniej raz w tygodniu”, odnotowano w przypadku pieczywa (43,9%), warzyw (38,8%), owoców (38,1%) oraz nabiału (35,5%). Do produktów nabywanych regularnie należą także jaja i ziemniaki, które odpowiednio 28,0% i 27,5% badanych kupuje co najmniej raz w tygodniu. W przypadku pozostałych kategorii odsetek zakupów cotygodniowych jest wyraźnie niższy. W segmentach takich jak słodycze i przekąski, przetwory z owoców i warzyw oraz produkty zbożowe, udział zakupów „co najmniej raz w tygodniu” wyniósł poniżej 20%. Najniższy udział wskazań dotyczących dokonywania zakupów „co najmniej raz w tygodniu” stwierdzono dla dań gotowych (13,24%), kawy/herbaty (12,57%), żywności dla niemowląt i dzieci oraz kategorii oleje i oliwy (9,50%),

co odzwierciedla zwyczaje i zachowania zakupowe w odniesieniu do produktów trwałych, o dłuższym okresie przydatności do spożycia. Zakupy tych produktów najczęściej realizowane były „co najmniej 2–3 razy w miesiącu” lub „raz na miesiąc”. Najwyższy udział wskazań „nigdy nie kupuję” odnotowano w przypadku żywności dla niemowląt i małych dzieci – 53,6%, co wynika z ograniczonej grupy docelowej. Ponadto 21,8% wskazań dotyczyło dań gotowych, a 18,3% słodyczy i przekąsek. Miesięczne wydatki gospodarstw domowych na żywność ekologiczną najczęściej nie przekraczały 50 zł lub mieściły się w przedziale 101–200 zł. Największy udział w strukturze wydatków na tę kategorię produktów miały warzywa, jaja, owoce oraz mięso. Analiza danych dotyczących miejsc zakupu żywności ekologicznej wskazuje, że najczęściej respondenci dokonują zakupów w sklepach dyskontowych, co potwierdza obserwowane tendencje na rynkach innych krajów europejskich. Aż 30,9% badanych zaopatruje się w nich regularnie (co najmniej raz w tygodniu), podczas gdy tylko 8,5% w ogóle z nich nie korzysta. Jednocześnie wobec ograniczonego asortymentu żywności ekologicznej w tego rodzaju sklepach można zakładać, że kupowane są w nich jedynie podstawowe produkty. Hipermarkety i supermarkety stanowią drugi pod względem znaczenia kanał dystrybucji (prawie 15% respondentów dokonuje tam zakupów cotygodniowo). Ważnym miejscem zakupu żywności ekologicznej w opinii polskich konsumentów pozostają targowiska i bazariki, wybierane przez 14,3% kupujących jako miejsce częstych zakupów („co najmniej raz w tygodniu” oraz 23,8% „co najmniej 2–3 razy w miesiącu”). Znacznie rzadziej konsumenci sięgają po żywność ekologiczną w sklepach specjalistycznych. Tylko 8,4% kupuje w nich co najmniej raz w tygodniu, a niemal jedna trzecia (31,2%) nie dokonuje zakupów w tego rodzaju sklepach w ogóle. Wskazuje to, że sklepy specjalistyczne pozostają niszowym kanałem, wybieranym głównie przez bardziej zaangażowanych konsumentów lub tych, którzy poszukują szerokiego asortymentu żywności ekologicznej. Podobnie niszowy charakter mają sklepy internetowe z żywnością ekologiczną, w których regularne zakupy (co najmniej raz w tygodniu) deklaruje jedynie 5,76% badanych. Natomiast 38,39% respondentów w ogóle nie korzysta z tego kanału. Małe sklepy osiedlowe pełnią funkcję uzupełniającą – 13,5% badanych zaopatruje się w tego rodzaju sklepach w żywność ekologiczną „co najmniej raz w tygodniu”, a 20,92% kilka razy w miesiącu. Wynika to z wygody i bliskości, choć oferta żywności ekologicznej jest w tych miejscach sprzedaży dość ograniczona. Popularne są również zakupy bezpośrednio od producenta – 11,23% deklaruje, że zaopatruje się w żywność ekologiczną w ten właśnie sposób „co najmniej raz w tygodniu”, a 18,52% kilka razy w miesiącu. Wyniki te odzwierciedlają rosnące zainteresowanie zakupami żywności w krótkich łańcuchach dostaw. Respondenci najczęściej czerpią informacje o żywności ekologicznej z etykiet i opakowań (średnia ocena 4,70/7), od rodziny i znajomych (4,41) oraz z ogólnych portali internetowych (4,39). Z kolei aplikacje mobilne, influencerzy i narzędzia oparte na sztucznej inteligencji cieszą się najmniejszym zaufaniem. Wiedza konsumentów na temat zasad rolnictwa ekologicznego jest zróżnicowana. Z jednej strony większość respondentów jest świadoma, że gospodarstwa ekologiczne są poddawane corocznym kontrolom (83,9%), Ponadto 70,3% respondentów prawidłowo wskazało, że stosowanie nasion GMO w rolnictwie ekologicznym jest zabronione, żywność ekologiczna obejmuje również ryby (77,3%), a kod „0” na jajach oznacza chów ekologiczny (63,8%). Z drugiej strony: 41,1% błędnie uważało, że w rolnictwie ekologicznym dopuszcza się stosowanie nawozów sztucznych w niewielkich dawkach; 64,2% było przekonanych, że żywność ekologiczna zawsze zawiera więcej witamin. Z kolei ponad 64% stwierdziło, że jest ona całkowicie wolna od pozostałości pestycydów. Analiza motywów zakupu żywności ekologicznej wskazuje na różnice ze względu na profil społeczno-demograficzny respondentów. Kobiety częściej niż mężczyźni kierują się troską o zdrowie swoje i rodziny, przekonaniem o bezpieczeństwie żywności ekologicznej oraz przekonaniem o braku pozostałości pestycydów w żywności ekologicznej, podczas gdy mężczyźni częściej wskazują smak jako motyw wyboru i rzadziej odwołują się do kwestii środowiskowych czy etycznych. Wraz z wiekiem rośnie znaczenie motywów zdrowotnych — najwyższe odsetki wskazań dotyczących troski o zdrowie odnotowano w

grupach wiekowych 40–49 lat oraz 60+, natomiast młodszy respondenci częściej odwoływali się do smaku oraz do kwestii etycznych i środowiskowych, w tym dobrostanu zwierząt i wpływu na klimat. Różnice występują również w zależności od miejsca zamieszkania. W największych miastach większe znaczenie miały motywy związane ze zdrowiem i bezpieczeństwem żywności, natomiast mieszkańcy wsi częściej zwracają uwagę na walory sensoryczne i wygląd produktów. Istotne zróżnicowanie widoczne jest również ze względu na poziom wykształcenia. Osoby z wyższym wykształceniem częściej wskazują brak pozostałości pestycydów, bezpieczeństwo żywności oraz troskę o środowisko, podczas gdy respondenci z niższym poziomem wykształcenia rzadziej wymieniają tego rodzaju czynniki, a relatywnie częściej odwołują się do argumentu „bez GMO”. Podobny wzorzec obserwuje się w odniesieniu do sytuacji ekonomicznej. Respondenci o najwyższych dochodach częściej deklarują motywacje zdrowotne i związane z bezpieczeństwem produktów, a rzadziej kierują się ceną. W grupie osób o średnich dochodach częściej podkreślane są smak oraz brak pozostałości pestycydów, natomiast wśród respondentów o najniższych dochodach słabiej zaznaczają się motywy środowiskowe, a silniej — zdrowie i postrzegane bezpieczeństwo żywności ekologicznej. Uwzględniając rodzaj aktywności zawodowej, można zauważyć, że osoby zatrudnione na podstawie umowy o pracę oraz prowadzące działalność gospodarczą częściej wskazują względy zdrowotne i bezpieczeństwo żywności. Uczniowie i studenci z kolei częściej odwołują się do dobrostanu zwierząt oraz troski o klimat, natomiast emeryci i osoby nieaktywne zawodowo najczęściej uzasadniają wybór żywności ekologicznej względami zdrowotnymi. Interesujących spostrzeżeń dostarcza analiza odpowiedzi na temat cech wyróżniających konsumentów żywności ekologicznej, których najczęściej postrzega się jako osoby zamożne, zaangażowane w kwestie zdrowotne i środowiskowe. Z kolei zdecydowanie niżej oceniano jako pasujące do wizerunku konsumenta żywności określenia „ludzie zapracowani”, „ceniący wygodę”, czy „tradycjoniści”, jak również „kierujący się ceną”. Wskazuje to, że żywność ekologiczna jest postrzegana jako wymagająca czasu, planowania i wyższych nakładów finansowych, a nie jako produkt adresowany do współczesnych „zabieganych konsumentów”. Porównanie wyników z lat 2023 i 2025 wskazuje na niewielkie zmiany i potwierdza, że żywność ekologiczna utożsamiana jest z określonym stylem życia, a nie jest postrzegana jako powszechny, codzienny produkt „dla każdego konsumenta”. Z perspektywy komunikacji marketingowej wyniki te wskazują na pilną potrzebę redefinicji przekazu dotyczącego żywności ekologicznej. Wizerunek powinien ewoluować od pozycji „produktów dla świadomych i zamożnych” w kierunku „żywności dostępnej dla każdego”. Szczególnie skuteczne może okazać się nawiązanie do polskiego pochodzenia żywności, które stanowi jeden z atrybutów żywności o rosnącym znaczeniu w decyzjach zakupowych polskich konsumentów. Najważniejszą barierą zakupu pozostaje wysoka cena (56%). Jakkolwiek niemal jedna czwarta badanych nie jest świadoma korzyści wynikających ze spożywania żywności ekologicznej (23%) lub deklaruje brak zaufania do niej (22%). Rozczarowanie walorami sensorycznymi żywności ekologicznej jako barierę zakupu wskazało 15% respondentów. Bariery związane z dostępnością obejmowały: brak żywności ekologicznej w regularnie odwiedzanych sklepach (13%), nieznaną lokalizację punktów sprzedaży (12%), ograniczony wybór produktów w asortymencie (11%) oraz niemożność znalezienia konkretnych pożądaných produktów (6%). W celu pełniejszego zrozumienia barier zakupu w badaniu uwzględniono również ocenę dostępności żywności ekologicznej. Najwyższe oceny, mierzone łącznym udziałem odpowiedzi „w ogóle nie brakuje” i „raczej nie brakuje”, uzyskały mleko i przetwory mleczne (42,83%), jaja (41,05%), owoce (37,96%), warzywa (37,61%) oraz przetwory owocowo-warzywne (36,30%). Kategorie te stanowią podstawę codziennej diety i należą do najczęściej poszukiwanych przez konsumentów, co pozostaje spójne z danymi dotyczącymi częstotliwości zakupów. W grupie produktów, których dostępność oceniana była częściej w kategoriach „raczej brakuje” i „zdecydowanie brakuje”, znalazły się ryby i przetwory rybne (32,8%), zamienniki produktów pochodzenia zwierzęcego (25,2%), mięso i przetwory mięsne (29,0%), dania gotowe (29%), produkty z dodatkami prozdrowotnymi (28,0%)

oraz pieczywo (26,2%). Analiza udziału odpowiedzi ze skrajnych biegunów skali ujawnia, że w przypadku żadnej z kategorii produktowych nie odnotowano wysokiego udziału ocen skrajnie pozytywnych lub skrajnie negatywnych. Dominowały odpowiedzi wskazujące na umiarkowaną satysfakcję z dostępności podstawowych, najczęściej kupowanych produktów.

5. Dostępność produktów z kategorii żywności ekologicznej w opinii producentów i dystrybutorów

W badaniu przeprowadzonym wśród producentów i dystrybutorów również poruszono kwestię dostępności produktów ekologicznych. Pytanie jednak dotyczyło wyłącznie produktów pochodzenia krajowego z kategorii żywności przetworzonej. Oceniano jogurty, sery, masło, kasze i płatki zbożowe, oleje (jadalne), makarony, mąkę, pieczywo, tzw. inne wypieki (ciasta, ciastka), mięso i przetwory mięsne (wędliny itp.), dania gotowe (np. pizza, pierogi), mrożonki, mieszanki sałat gotowe, dżemy, konfitury, musy, warzywa i owoce konserwowane (przetwory w słoikach), ryby i przetwory rybne. Wśród produktów z wysokim udziałem odpowiedzi wskazujących na zadowalającą dostępność („zawsze dostępne”) i niski udział („niedostępne”) wymieniano najczęściej makarony (39% „zawsze dostępne”), mąkę (30% „zawsze dostępne”), kasze i płatki (29% „zawsze dostępne”), a także produkty mleczne takie jak: jogurty, masło, sery (ok. 20–22% „zawsze dostępne”). Świadczy to o dość dobrze rozwiniętej krajowej ofercie tych produktów. W kategorii dżemów i musów owocowych stwierdzono wyższe odsetki skrajnych odpowiedzi, tj. 22% „zawsze dostępne”, ale równocześnie 9% badanych dostrzegło braki tych produktów. Problemy z dostępnością zdaniem respondentów dotyczą również żywności o cechach produktów wygodnych, takich jak gotowe mieszanki sałat, mrożonki ekologiczne, dania gotowe (np. ekologiczna pizza, pierogi), inne wypieki, przekąski oraz przetwory mięsne. Wskazywano również na brak produktów akwakultury, tj. ryb i przetworów z ryb. Produktem, na którego niedobory wskazywano, było również pieczywo. W tym wypadku problemy z dostępnością mogą wynikać z trudności w dystrybucji świeżego pieczywa ekologicznego wobec niewielkiej liczby certyfikowanych piekarni. Krajowe produkty ekologiczne są relatywnie dobrze dostępne w podstawowych kategoriach, takich jak mąka, produkty zbożowe i nabiał, natomiast w segmencie produktów przetworzonych i wygodnych widoczne są luki asortymentowe, obejmujące m.in. ryby, dania gotowe, mrożonki i przekąski. W kategorii „inne” respondenci najczęściej wskazywali braki w kategorii produktów akwakultury, ale też mięsa, w tym wołowiny, wieprzowiny oraz drobiu (gęś, kaczka). Wskazywano również na braki certyfikowanych zamienników mięsa oraz fermentowanej soi. Pojawiały się również pojedyncze wskazania dotyczące braków serów kozich i owczych, roślin strączkowych i ich przetworów oraz zdrowych przekąsek i słodczy ekologicznych.

6. Rozwiązania sprzyjające rozwojowi rynku żywności ekologicznej w opinii producentów, dystrybutorów i detalistów żywności ekologicznej

Producentów i dystrybutorów poproszono w pytaniu otwartym o wskazanie czynników sprzyjających rozwojowi rynku żywności ekologicznej oraz czynników ograniczających rozwój tego segmentu. Analiza wypowiedzi wskazuje, że w opinii tej grupy uczestników rynku do trzech najważniejszych czynników sprzyjających rozwojowi sektora należą: edukacja i promocja, poprawa dostępności w zróżnicowanych kanałach dystrybucji oraz wsparcie publiczne.

- Edukacja, świadomość i promocja (39,1%)

W opinii respondentów najważniejszym kierunkiem działań sprzyjających rozwojowi rynku żywności ekologicznej jest szeroko rozumiana edukacja, adresowana zarówno do konsumentów, jak i do decydentów, np. odpowiedzialnych za zakupy realizowane na potrzeby szkół, szpitali i innych instytucji. Przedstawiciele

sektora podkreślają również znaczenie długofalowych kampanii promocyjnych, eksponujących atrybuty jakościowe żywności ekologicznej.

Przykładowe verbatimy:

„Wprowadzenie żywności bio do szkół i placówek żywienia zbiorowego, podwyższenie świadomości decydentów na ten temat.”

„Wszelkie formy ‘uświadomienia’.”

„Lepsza komunikacja wartości zdrowotnych oraz budowanie zaufania do produktów ekologicznych.”

„Edukacja społeczeństwa, obniżenie stawki VAT na żywność ekologiczną.”

„Więcej reklam w TV i internecie o prawdziwym eko.”

„Propagowanie zdrowego żywienia już od najmłodszych lat.”

„Pokazywanie wyników badań potwierdzających wyższą jakość żywności ekologicznej.”

- Dostępność produktów, surowców i kanałów sprzedaży (21,2%)

Respondenci podkreślali, że konieczne są działania poprawiające dostępność żywności ekologicznej zarówno dla odbiorców indywidualnych, jak i instytucjonalnych, tj. placówek publicznych oraz podmiotów przetwarzających surowce ekologiczne.

Przykładowe verbatimy:

„Lepszy dostęp oraz organizacja, która pomaga rolnikom „eko” dotrzeć do klientów/sklepów.”

„Większa dostępność krajowych surowców ekologicznych, wsparcie przetwórstwa.”

„Dużo produktów „eko” w supermarketach.”

„Większy rynek zbytu, co zachęciłoby producentów do zwiększenia produkcji.”

„Większa dostępność w obiektach publicznych (szkoły, szpitale, stołówki).”

„Więcej hurtowni ekologicznych współpracujących z małymi producentami.”

- Wsparcie publiczne, ulgi, dopłaty, polityka państwa (19,2%)

Respondenci podkreślali również potrzebę silniejszego zaangażowania państwa w tworzenie warunków sprzyjających rozwojowi produkcji i sprzedaży żywności ekologicznej. W ich ocenie istotnym stymulatorem rozwoju rynku jest wsparcie publiczne, obejmujące ulgi, dopłaty do produkcji i sprzedaży, preferencyjne kredyty oraz odpowiednio zaprojektowaną politykę państwa, umożliwiającą realizację spójnej strategii rozwoju rynku żywności ekologicznej.

Przykładowe verbatimy:

„Ulgi i preferencje finansowe dla producentów żywności ekologicznej.”

„Wyraźne ulgi ze strony państwa, w podatkach, obciążeniach.”

„Ulgi podatkowe dla producentów żywności ekologicznej.”

„Większe zainteresowanie i dofinansowanie ze strony Ministerstwa Rolnictwa, KOWR i ARiMR.”

„System wsparcia powiązany ze sprzedażą produktów ekologicznych, a nie tylko z powierzchnią gospodarstwa.”

„Polityka państwa nastawiona na rozwój rolnictwa ekologicznego, a nie tylko konwencjonalnego.”

„Programy krajowe promujące polską żywność ekologiczną.”

Kwestie czynników sprzyjających rozwojowi rynku pogłębiono w pytaniu zamkniętym, w którym respondenci mogli wybierać spośród dziewięciu różnych typów działań wybranych na podstawie analizy danych wtórnych dotyczących rozwiązań z tego zakresu stosowanych w innych krajach Europy. Uwzględniono zarówno działania z zakresu promocji, narzędzia cenowe i podatkowe, zamówienia publiczne, inwestycje w przetwórstwo, jak również rozwiązania łączące rolników z odbiorcami, usprawniające logistykę oraz sprzyjające rozwojowi krótkich łańcuchów dostaw. Wśród wskazywanych rozwiązań przeważały ukierunkowane na wzrost popytu oraz poprawę dostępności cenowej, przede wszystkim promocja żywności ekologicznej (19,1%) i obniżenie stawki VAT na tę kategorię produktów (18,81%). Kolejną grupę stanowiły rozwiązania instytucjonalne, szczególnie związane z edukacją, takie jak uruchomienie programu dostaw żywności ekologicznej do placówek edukacyjnych (12,24%) oraz wprowadzenie minimalnego progu udziału żywności ekologicznej w zamówieniach publicznych (8,06%). Istotne znaczenie przypisywano również wsparciu strony podażowej, zwłaszcza rozwojowi przetwórstwa, poprzez ulgi podatkowe na inwestycje w tym obszarze (11,04%) oraz preferencyjne kredyty, pożyczki i gwarancje wspierające jego rozwój (7,76%). Ponadto dostrzegano potrzebę działań ukierunkowanych na wzmocnienie organizacji rynku i rozwój kanałów sprzedaży, takich jak platformy B2B łączące rolników z odbiorcami (8,66%) oraz rozwój targowisk żywności ekologicznej (7,76%). Najrzadziej wybierano natomiast interwencje logistyczno-dystrybucyjne, tj. rozwój centrów dystrybucji i wspólnej logistyki producentów (6,57%), co może sugerować, że respondenci częściej oczekują bodźców popytowych i fiskalnych niż zmian infrastrukturalnych. Zaobserwowano jednocześnie istotne zróżnicowanie odpowiedzi pomiędzy poszczególnymi grupami respondentów. Przetwórcy częściej niż przedstawiciele pozostałych grup wskazywali na instrumenty finansowe, w tym ulgi podatkowe na inwestycje w przetwórstwo, jako ważny czynnik dalszego rozwoju rynku żywności ekologicznej. Może to wynikać z przekonania, że rozwój infrastruktury przetwórczej sprzyjałby dywersyfikacji kanałów sprzedaży. Detaliści i hurtownicy częściej niż inne grupy podkreślali natomiast potrzebę rozwoju platform B2B łączących producentów z odbiorcami, które mogłyby przyczynić się do usprawnienia łańcucha dostaw. Uczestnikom przedstawiono również konkretne rozwiązania i poproszono ich o wskazanie, które z proponowanych działań mogłyby — ich zdaniem — w największym stopniu przyczynić się do dalszego rozwoju oferty krajowej żywności ekologicznej. Najczęściej wskazywanym działaniem było stworzenie ogólnokrajowej bazy producentów żywności ekologicznej, zawierającej informacje o oferowanych przez nich produktach (17,75%) oraz zwiększenie współpracy pomiędzy producentami (15,09%). Nieco rzadziej wskazywano na rozwiązania z zakresu wsparcia finansowego, takie jak dotacje w formie bonów na działania promocyjne na rynku lokalnym (14,5%) oraz bony na badania związane z rozwojem nowych produktów ekologicznych (14,2%). Formy wsparcia adresowane do przetwórców, jak specjalistyczne doradztwo z zakresu ekologicznego przetwórstwa zyskało 10,65% wskazań. Z kolei bezpłatne porady prawne dotyczące rolnictwa i żywności ekologicznej oraz szkolenia marketingowe (po 8,88%).

7. Czynniki ryzyka funkcjonowania sektora i rynku żywności ekologicznej w opinii producentów i dystrybutorów

W celu identyfikacji najistotniejszych zagrożeń dla funkcjonowania rynku żywności ekologicznej respondentów poproszono o ocenę znaczenia wybranych czynników ryzyka.

Uwzględniono zarówno ryzyka związane z wewnętrznymi uwarunkowaniami funkcjonowania sektora, jak i czynniki zewnętrzne. Analizowane zagrożenia obejmowały ryzyka ekonomiczno-finansowe, odnoszące się do ogólnej kondycji finansowej przedsiębiorstw i otoczenia gospodarczego, w tym sytuacji makroekonomicznej w Polsce i za granicą, sytuacji na rynkach finansowych, wzrostu kosztów działalności, zadłużenia, utraty płynności finansowej, niewypłacalności kontrahentów, uzależnienia cen zbytu od cen

światowych oraz zmian kursów walut. Drugą grupę stanowiły ryzyka surowcowo-produkcyjne, związane z zapewnieniem ciągłości dostaw, jakością i dostępnością surowców rolnych, w szczególności z niekorzystnym wpływem pogody na plony, możliwością utrzymania stabilnej bazy surowcowej, rosnącą konkurencją o surowce oraz niewystarczającą liczbą interwencyjnych środków ochrony roślin dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym. Uwzględniono również ryzyka rynkowo-konkurencyjne, odnoszące się do konkurencji na rynku detalicznym, sezonowości sprzedaży oraz niespełnienia norm i standardów jakości. Kolejna grupa obejmowała ryzyka regulacyjne i instytucjonalne, związane ze zmianami przepisów prawnych, ich interpretacją oraz polityką fiskalną państwa. Ostatnią kategorię stanowiły ryzyka operacyjne i logistyczne, odnoszące się do bieżącego funkcjonowania przedsiębiorstw, organizacji pracy oraz problemów logistyczno-magazynowych. Respondenci oceniali znaczenie poszczególnych czynników na pięciostopniowej skali, gdzie 1 oznaczało ryzyko całkowicie nieistotne, a 5 — ryzyko najbardziej istotne. Za czynnik ryzyka o najwyższym znaczeniu producenci i dystrybutorzy uznali niekorzystny wpływ pogody na plony (4,45). Wysoka ocena tego ryzyka potwierdza, że zmiany pogodowe – w tym susze, nadmierne opady czy anomalie sezonowe – stanowią źródło niepewności dla uczestników badania. Kolejnymi, wysoko ocenionymi czynnikami były wzrost kosztów (4,25) oraz utrzymanie stabilnej bazy surowcowej (4,22). Oba te czynniki mają charakter strukturalny i są ze sobą silnie powiązane. Wzrost kosztów energii, transportu i surowców rolnych bezpośrednio wpływa na marże przedsiębiorstw, które – ze względu na specyfikę rynku żywności ekologicznej – mają ograniczone możliwości przenoszenia wyższych kosztów na konsumenta. Z kolei trudności w zapewnieniu stabilnych dostaw surowców wynikają z wciąż jeszcze ograniczonej produkcji ekologicznej niektórych surowców oraz rosnącej konkurencji o surowce na coraz bardziej zglobalizowanym rynku. Wysokie wartości średnich ocen uzyskały również ryzyka regulacyjne i makroekonomiczne, w tym polityka fiskalna państwa (4,10) oraz zmiany przepisów prawnych i ich interpretacji (4,04). Te ryzyka dotyczą otoczenia instytucjonalnego – zarówno w kontekście polityki podatkowej, jak i systemu certyfikacji żywności ekologicznej. Niżej oceniono ryzyka zadłużenia (3,94), sytuację na rynkach finansowych (3,89) i niepewną sytuację makroekonomiczną za granicą (3,87), niespełnienie norm jakości (3,82), konkurencję na rynku detalicznym (3,77), zmiany kursów walut (3,71) oraz problemy logistyczno-magazynowe (3,71). Z kolei najniższe oceny otrzymały ryzyka sezonowości sprzedaży (3,70), rosnącej konkurencji o surowce (3,56) oraz niewystarczającej liczby interwencyjnych środków ochrony roślin (3,49).

8. Poziom cen żywności ekologicznej w handlu detalicznym

Monitoring cen produktów ekologicznych przeprowadzono w czerwcu 2025 roku. W pierwszym etapie zidentyfikowano funkcjonujące sieci handlu detalicznego oferujące żywność ekologiczną, obejmujące hipermarkety, supermarkety, sklepy dyskontowe oraz sklepy spożywcze klasyfikowane jako placówki średniej wielkości, w tym sklepy działające w systemie franczyzowym. Na tej podstawie wyodrębniono typy placówek i sieci handlowych uwzględnione w badaniu. W drugim etapie dokonano doboru konkretnych placówek reprezentujących poszczególne formaty sprzedaży oraz poszczególne sieci handlowe.

Spisu cen dokonano z uwzględnieniem następujących pozycji:

- rodzaj produktu,
- nazwa produktu,
- producent,
- kraj produkcji,
- dodatkowe cechy produktu (np. zawartość tłuszczu),

- rodzaj i wielkość opakowania,
- cena za opakowanie.

Na potrzeby monitoringu cen jako kryterium klasyfikacji przyjęto kraj produkcji, a nie kraj pochodzenia. Za produkty krajowe uznawano wyłącznie te, dla których jednoznacznie wskazano Polskę jako kraj produkcji. Produkty oznaczone jako „wyprodukowano w UE” lub „wyprodukowano poza UE”, bez wskazania konkretnego kraju, klasyfikowano jako zagraniczne.

Do analizy wybrano następujące produkty:

- mąkę pszenną, pieczywo, ryż biały, makaron, płatki owsiane i płatki kukurydziane z grupy produktów zbożowych;
- mleko świeże, jogurt naturalny, ser gouda i masło z grupy mleka i przetworów mlecznych;
- jaja;
- jabłka, cytryny, banany i sok jabłkowy z grupy owoców i przetworów owocowych;
- świeży szpinak, marchew, buraki ćwikłowe, ziemniaki, kapustę kiszoną, ogórki kiszone i kukurydzę konserwową z grupy warzyw i przetworów warzywnych;
- schab surowy i filet z piersi kurczaka z grupy mięsa;
- mleko początkowe i marchewkę z grupy żywności dla dzieci;
- napój sojowy, kawę ziarnistą, oliwę z oliwek i czekoladę gorzką z grupy produktów pozostałych.

Porównania średnich cen produktów ekologicznych i nieekologicznych dokonano przy następujących założeniach:

- średnie ceny obliczono z uwzględnieniem dostępności produktów w analizowanym okresie;
- uwzględniono podział produktów według kraju produkcji na krajowe i zagraniczne;
- przy obliczaniu średnich cen uwzględniono dostępność produktów ekologicznych i nieekologicznych bez podziału na kanały sprzedaży.

Uzyskane dane wskazują, że rynek żywności ekologicznej cechuje się większą zmiennością cen niż rynek produktów nieekologicznych. Przejawia się to zarówno szerokimi przedziałami cenowymi w obrębie tych samych kategorii produktowych, szczególnie w sprzedaży internetowej, jak i większym zróżnicowaniem poziomu cen pomiędzy placówkami handlu detalicznego. Na poziom i zróżnicowanie cen żywności ekologicznej wpływają przede wszystkim kanał dystrybucji, klasyfikacja produktu jako krajowego lub zagranicznego, kategoria produktowa oraz cechy samego produktu. Największe zróżnicowanie cen odnotowano w sklepach internetowych, które charakteryzowały się najszerszą rozpiętością cen i najwyższymi cenami maksymalnymi. Sklepy dyskontowe pozostawały natomiast kanałem oferującym z reguły najniższe ceny żywności ekologicznej. Właśnie tam, między innymi dzięki polityce marek własnych, dostępne były najtańsze warianty niektórych produktów. Z kolei sklepy specjalistyczne cechowały się zwykle wyższymi cenami. Istotnym czynnikiem różnicującym ceny było również pochodzenie produktu, rozumiane jako podział na produkty krajowe i zagraniczne. Należy jednak podkreślić, że krajowe pochodzenie nie oznaczało automatycznie niższej ceny. W wielu analizowanych kategoriach produkty krajowe były zauważalnie droższe od swoich zagranicznych odpowiedników. Przykładowo, w hipermarketach ekologiczna mąka pszenna wyprodukowana w Polsce była droższa od mąki pochodzącej z importu. Na różnice cen wewnątrz konkretnych kategorii wpływ mają atrybuty danego

produktu, takie jak rodzaj zastosowanego opakowania, np. ekologiczna kukurydza była dostępna zarówno w puszkach, jak i w szklanych słoikach, przy czym opakowanie szklane wiązało się z wyższą ceną za produkt o tej samej gramaturze.

Podsumowanie

Przeprowadzone analizy danych wtórnych, monitoring cen oraz badania empiryczne zrealizowane wśród uczestników rynku, w tym konsumentów, dostarczają danych dotyczących funkcjonowania oraz uwarunkowań rozwoju rynku żywności ekologicznej w Polsce, które mogą być wykorzystane do formułowania rekomendacji dotyczących działań wspierających rozwój sektora oraz strategii rynkowych podejmowanych przez jego uczestników.

- Przeprowadzone analizy materiałów źródłowych wykazały, że po okresie spowolnienia dynamiki wzrostu europejskiego rynku żywności ekologicznej w latach 2022–2023 ponownie obserwuje się stopniowy wzrost wartości sprzedaży tej kategorii produktów. Zbliżone tendencje widoczne są również w Polsce — zarówno pod względem wzrostu wartości rynku, jak i struktury poszczególnych kategorii produktowych.
- Analiza procesów zachodzących na najbardziej rozwiniętych rynkach żywności ekologicznej wskazuje, że w handlu detalicznym dominującą pozycję utrzymują duże sieci handlowe, w tym dyskonty. Równocześnie w sieciach niespecjalizujących się w sprzedaży tej kategorii produktów obserwuje się zawężanie asortymentu żywności ekologicznej oraz wzrost udziału produktów oferowanych pod markami własnymi. Tendencje te znajdują odzwierciedlenie również na rynku krajowym.
- Badania przeprowadzone wśród krajowych producentów i dystrybutorów żywności ekologicznej wskazują, że prawie połowa respondentów oceniła aktualną sytuację finansową prowadzonej działalności gospodarczej jako dobrą lub bardzo dobrą. Wynik ten można interpretować jako przejaw stopniowej poprawy nastrojów w sektorze oraz przesłankę dalszego wzrostu rynku.
- Badani producenci i dystrybutorzy wśród czynników, które mogłyby przyczynić się do zdynamizowania rozwoju rynku żywności ekologicznej w Polsce, najczęściej wskazywali na działania z zakresu promocji żywności ekologicznej, obniżenie podatku VAT na żywność ekologiczną oraz uruchomienie programu dostaw żywności ekologicznej do placówek edukacyjnych.
- Z kolei najczęściej wskazywanym przez respondentów działaniem, które mogłoby wspierać rozwój oferty krajowej żywności ekologicznej, było utworzenie ogólnokrajowej bazy producentów żywności ekologicznej zawierającej informacje o oferowanych przez nich produktach oraz zacieśnienie współpracy między producentami, co potwierdza potrzebę silniejszej integracji sektora oraz rozwijania wspólnych rozwiązań, między innymi w obszarze logistyki, sprzedaży i promocji. Nieco rzadziej wskazywano na działania o charakterze finansowym, takie jak dotacje w formie bonów na działania promocyjne na rynku lokalnym oraz bony na badania związane z rozwojem nowych produktów ekologicznych.
- Producenci i dystrybutorzy najwyżej oceniali dostępność krajowych surowców ekologicznych w kategoriach takich jak warzywa i ziemniaki, owoce, miód oraz oleje. Kategorie te uzyskały najwyższy odsetek odpowiedzi „zawsze dostępne”, przy jednocześnie niskim udziale wskazań „nie dostępne”. Respondenci stosunkowo wysoko oceniali dostępność krajowych produktów ekologicznych w kategoriach takich jak makarony, kasze i płatki oraz produkty mleczne, w tym jogurty, masło i sery. Problemy z dostępnością zdaniem respondentów dotyczą żywności wygodnej (np. ekologicznej pizzy, pierogów), przekąsek oraz przetworów mięsnych. Z kolei produktem podstawowym, na którego niedobory wskazywano, było pieczywo.

- W porównaniu z 2024 rokiem respondenci odnotowali wzrost sprzedaży w przypadku podstawowych kategorii produktowych, takich jak mąka, kasze i makarony oraz jogurty. W kategoriach produktów przetworzonych odnotowano nieznaczne wzrosty sprzedaży.
- Uzyskane wyniki wskazują, że producenci i dystrybutorzy żywności ekologicznej najwyżej oceniają ryzyka o charakterze zewnętrznym, systemowym i kosztowym, pozostające w dużej mierze poza ich bezpośrednią kontrolą. Za najistotniejsze zagrożenia uznano niekorzystny wpływ warunków pogodowych na plony, wzrost kosztów działalności oraz trudności w utrzymaniu stabilnej bazy surowcowej. Wysoko oceniono również ryzyka regulacyjne i makroekonomiczne, związane z polityką fiskalną państwa oraz zmianami przepisów prawnych. Niższe znaczenie przypisano natomiast ryzykom operacyjnym i rynkowym, takim jak sezonowość sprzedaży, konkurencja o surowce czy problemy logistyczno-magazynowe. Oznacza to, że w opinii respondentów rozwój rynku żywności ekologicznej w największym stopniu ograniczają obecnie uwarunkowania zewnętrzne oraz strukturalne bariery funkcjonowania sektora.
- Wyniki monitoringu cen potwierdzają wyższy poziom cen żywności ekologicznej, ale jednocześnie wskazują, że istnieją kategorie produktowe, w których różnice te zacierają się. Analizy cen wybranych kategorii produktów żywnościowych wykazały zróżnicowanie niezależnie od kategorii produktu oraz kanału sprzedaży. W niektórych kategoriach, takich jak np. jabłka, borówki, sery twarogowe czy ogórki kiszane, nie odnotowano nieekologicznych produktów pochodzących z importu. W większości analizowanych grup produktowych żywność ekologiczna była droższa od jej konwencjonalnych odpowiedników. Ponadto zróżnicowanie cen pomiędzy sieciami handlowymi było na ogół większe w przypadku produktów ekologicznych niż nieekologicznych. Wyjątek stanowiła kategoria żywności dla dzieci. Największe różnice cenowe odnotowano w kategoriach produktów o charakterze premium, takich jak czekolada gorzka, kawa ziarnista oraz oliwa z oliwek, gdzie ceny produktów ekologicznych były wielokrotnie wyższe od cen produktów konwencjonalnych. W przypadku podstawowych produktów, takich jak świeże mleko, jogurt czy pieczywo, różnice były mniejsze.
- Najwyższe ceny produktów ekologicznych stwierdzono w sklepach internetowych oraz sklepach specjalistycznych. Z kolei w sklepach dyskontowych ceny były najniższe, ale jednocześnie oferta była bardzo ograniczona. Odnotowano również znaczące różnice cenowe pomiędzy produktami ekologicznymi krajowymi a zagranicznymi.
- Wyższe ceny żywności ekologicznej, połączone z jej ograniczoną dostępnością, sprawiają, że produkty te są częściej kupowane okazjonalnie niż regularnie. To z kolei utrudnia osiąganie efektów skali w produkcji, dystrybucji i logistyce. Jak wskazują doświadczenia krajów o wyższym poziomie rozwoju rynku, zwiększenie wolumenu sprzedaży wymaga działań stymulujących zakupy żywności ekologicznej w kategoriach o wysokiej rotacji, w których nawet niewielkie obniżenie premii cenowej może sprzyjać częstszym, powtarzalnym zakupom i stopniowej zmianie zachowań konsumentów.
- Wyniki badań zrealizowanych wśród konsumentów wykazały, że w stosunku do 2024 roku wzrósł udział konsumentów deklarujących zwiększenie zakupów żywności ekologicznej oraz wydatków na tę kategorię żywności.
- Analiza częstości zakupu wybranych kategorii produktów z asortymentu żywności ekologicznej wskazuje, że najczęściej kupowane są podstawowe, powszechnie spożywane produkty, tj. nabiał, jaja, warzywa i owoce, przetwory zbożowe. Wśród produktów, których zdaniem respondentów nadal brakuje w asortymencie żywności ekologicznej, najczęściej wymieniane były ryby, dania gotowe oraz mięso i

jego przetwory, jak również zamienniki produktów pochodzenia zwierzęcego, produkty z dodatkami prozdrowotnymi i pieczywo.

- Polscy konsumenci bardzo pozytywnie postrzegają żywność ekologiczną, która jest utożsamiana z wysoką jakością, pozytywnym wpływem na zdrowie, bezpieczeństwem i korzystnym oddziaływaniem na środowisko, jak również z dbałością o dobrostan zwierząt gospodarskich. Takie postrzeganie żywności ekologicznej stanowi źródło wizerunkowej przewagi konkurencyjnej, której nie można osiągnąć wyłącznie konkurencją cenową.
- Najważniejszą barierą zakupu żywności ekologicznej jest przekonanie o jej wysokim poziomie cen. Straciły na znaczeniu bariery związane z dostępem do informacji, co potwierdza bardzo wysoki poziom wskazań odnoszących się do znajomości logo dla żywności ekologicznej stosowanego w krajach Unii Europejskiej.

Instytut żywienia zwierząt i bromatologii

Streszczenie z badań pt.:

Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi: „Badania w zakresie opracowania efektywnych metod produkcji wysokobiałkowych ekologicznych komponentów pasz dla trzody chlewnej i drobiu”

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr. DEJ.re.765.12.2025

Kierownik tematu:

Prof. dr hab. Eugeniusz R. Grela

Wykonawcy:

Dr hab. prof. uczelni Wioletta Samolińska, Prof. dr hab. Bożena Kiczorowska, prof. dr hab. Renata Klebaniuk, prof. dr hab. Mariusz Florek, dr inż. Edyta Kowalczyk-Vasilev, mgr inż. Justyna Widz, mgr inż. Julia Fabjanowska, mgr inż. tech. wet. Agnieszka Dobosz, mgr inż. Magdalena Moczulska, Sławomir Homeja

Lublin, 2026

1. Wstęp i cel badań

Podstawą żywienia zwierząt monogastrycznych, a zwłaszcza drobiu, są pasze treściwe, które zapewniają odpowiedni poziom energii oraz białka i składników biologicznie czynnych w ilości odpowiadającej potrzebom zwierząt. W ostatnich latach uwagę zwraca wykorzystanie pełnotłustych nasion soi non GMO w żywieniu świń i drobiu, poddanych obróbce baro-termicznej. Dobrym źródłem białka są także nasiona grochu i bobiku, zwłaszcza niskotaninowego. Wychodząc naprzeciw rosnącemu zainteresowaniu krajowymi paszami wysokobiałkowymi oraz potrzebie rozszerzania ich asortymentu o nasiona soi wyprodukowane i przygotowane do skarmiania na poziomie gospodarstwa ekologicznego, celem projektu była ocena efektywności wykorzystania ekologicznych pasz wysokobiałkowych: nasion soi ekstrudowanej, bobiku i grochu, w zastępstwie dość powszechnie już stosowanego makuchu rzepakowego w tuczu świń i drobiu. W badaniach uwzględniono analizę składników pokarmowych i przeciwodżywczych, efekty produkcyjne (przyrosty masy ciała, zużycie paszy), strawność składników pokarmowych, ocenę wskaźników poubojowych, jakości mięsa oraz wskaźniki profilu metabolicznego krwi i składu kwasów tłuszczowych tłuszczu zapasowego i mięśniowego.

2. Zakres i metody badań

2.1. Lokalizacja badań i materiał roślinny

Reprezentatywne próby komponentów paszowych, wchodzących w skład dawki pokarmowej zwierząt eksperymentalnych, pozyskiwano z gospodarstw ekologicznych specjalizujących się w ekologicznej produkcji zbóż i nasion roślin bobowatych lub z zakupu certyfikowanych ekologicznych produktów roślinnych dostępnych na rynku krajowym. Na podstawie analizy składu chemicznego, w tym także substancji przeciwodżywczych oraz wyliczonej wartości pokarmowej oceniono ich jakość oraz przydatność do praktycznego stosowania w ekologicznym tuczu drobiu i świń. Analizy i ocena wartości pokarmowej dotyczyły następujących pasz: ziarna zbóż (jęczmień, orkisz, owies, pszenica, pszenżyto), nasion bobowatych (soja ekstrudowana oraz trzy nowe surowe odmiany soi, bobik, groch), makuchów (z rzepaku i z pestek dyni) oraz otrąb pszennych. Badania produkcyjne przeprowadzono w dwóch certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych w Różańcu i w Rososzu k/Wąsewa.

2.2. Zwierzęta i schemat badań

2.2.1. Badania prowadzone na świniami (tuczniki)

Badania żywieniowe przeprowadzono na tucznikach rasy puławska i złotnicka pstra. Obserwacją objęto 32 tuczniki (16 zwierząt z każdej z ras) o masie początkowej około 25-30 kg aż do uzyskania masy ubojowej (115-130 kg). Zwierzęta zostały podzielone na 4 grupy żywieniowe: grupa I – K (Rz) (kontrolna) - żywiona była standardowo stosowanymi mieszankami paszowymi w gospodarstwie ekologicznym z udziałem makuchu rzepakowego jako głównej paszy białkowej, grupa II - S - żywiona była mieszanką paszową z 10% udziałem soi ekstrudowanej, grupa III - B – mieszanką paszową, gdzie wprowadzono białko pochodzące z nasion bobiku niskotaninowego, i grupa IV - G – karmiona mieszanką paszową z udziałem białka pochodzącego z nasion grochu. Nasiona soi ekstrudowano za pomocą ekstrudera E-250 (*AgroFeedingTech, Polska*).

2.2.2. Badania prowadzone na drobiu (kurczęta brojlery)

Przeprowadzono doświadczenie na 80 kurczętach brojlerach (kurki i kogutki). Ptaki podzielono na 4 grupy żywieniowe (po 20 szt. o wyrównanej masie ciała): grupę kontrolną K - żywioną standardowo stosowanymi

mieszkankami paszowymi w gospodarstwie ekologicznym, grupę S - żywioną mieszanką paszową z 10% udziałem soi ekstrudowanej, grupę B – otrzymującą mieszankę paszową, gdzie 50% białka w miejsce białka soi ekstrudowanej, dostarczyło białko pochodzące z bobiku, grupę G – żywioną mieszanką paszową, gdzie 50% białka w miejsce białka soi ekstrudowanej, dostarczyło białko pochodzące z grochu. Mieszanki doświadczalne wprowadzono do żywienia kurcząt od 4 tyg. życia. W żywieniu kurcząt zastosowano 2 rodzaje mieszanek: grower oraz finisz (do 12 tyg. życia).

2.3. Czynności badawcze i analizy laboratoryjne

W pobranym materiale paszowym (zboża, nasiona bobowatych, makuchy i mieszanki treściwe) wykonano analizy składu chemicznego celem określenia zawartości składników odżywczych oraz wyliczenia wartości pokarmowej, w tym zawartości:

- podstawowych składników pokarmowych,
- składników mineralnych (P, Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn i Zn)
- aminokwasów,
- substancji antyodżywczych oraz biologicznie czynnych w wybranych komponentach paszowych, m.in. zawartość inhibitorów proteaz, zawartość flawonoidów ogółem (TFC), zawartość polifenoli ogółem (TPC).

Badania na tucznikach rasy puławskiej i złotnickiej pstrej pozwoliły na ocenę przydatności paszowej ziarna zbóż i nasion bobowatych i ich wpływu na:

- efekty produkcyjne tuczników – zmiany masy ciała od rozpoczęcia tuczu (około 25 kg) do uboju (115-130 kg), przyrosty dzienne, pobranie dzienne pasz i zużycie na 1 kg przyrostu,
- strawność pozorną składników pokarmowych dawki pokarmowej,
- profil metaboliczny krwi zwierząt,
- ocenę poubojową tusz oraz cechy fizyko-chemiczne mięsa szynki i polędwicy,
- ocenę sensoryczną mięsa polędwicy i szynki,
- profil kwasów tłuszczowych tłuszczu polędwicy, szynki i słoniny.

Badania na kurczętach rzeźnych pozwoliły na ocenę przydatności paszowej ziarna zbóż i nasion bobowatych oraz ich wpływu na:

- efekty produkcyjne brojlerów – zmiany masy ciała od rozpoczęcia tuczu (od 5 tygodnia) do uboju (12 tygodni życia), przyrosty dzienne, pobranie dzienne pasz i jej konwersję,
- strawność pozorną składników pokarmowych mieszanki paszowej,
- profil metaboliczny krwi ptaków,
- ocenę poubojową tuszek oraz cechy fizyko-chemiczne mięśni piersiowych i uda,
- ocenę sensoryczną mięsa piersiowego i udowego,
- profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mięśni podudzia i piersi.

2.4. Określenie współczynników strawności pozornej składników pokarmowych

Badania strawności pozornej składników pokarmowych przeprowadzono wykorzystując wskaźnik endogeny (popiół nierozpuszczalny w HCl, tzw. AIA ang. acid insoluble ash). W każdej próbie

wysuszonego kału (świnie) lub kałomoczu (kurczęta) oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych, a współczynniki strawności wyliczono ze wzoru: $\text{pozorna strawność składników pokarmowych} = 100 - 100 \times (\text{zawartość wskaźnika w diecie} \times \text{zawartość składnika pokarmowego w kale}) / (\text{zawartość wskaźnika w kale} \times \text{zawartość składnika pokarmowego w diecie})$.

2.5. Badania krwi świń i drobiu

Pod koniec trwania doświadczenia od zwierząt pobrano krew do analiz hematologicznych i biochemicznych. Przy użyciu analizatora hematologicznego Abacus Junior Vet w pełnej krwi oznaczono następujące wskaźniki: liczbę erytrocytów (RBC), hemoglobinę (HGB), hematokryt krwinkowy (HCT), średnią objętość krwinki czerwonej (MCV), średnią masę hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej (MCHC) oraz całkowitą liczbę leukocytów (WBC) i leukogram. W osoczu oznaczono wskaźniki profilu białkowego, lipidowego, mineralnego, poziom glukozy oraz aktywność wybranych enzymów.

2.6. Określenie profilu kwasów tłuszczowych w tkankach tuczników i brojlerów

W tłuszczu pobranych od tuczników rasy puławska i złotnicka pstra tkanek i organów (mięsień grzbietowy, szynka, słonina) oraz mięśni uda, podudzia i piersiowych pobranych od kurcząt rzeźnych oznaczono profil kwasów tłuszczowych. Dla tłuszczu świń obliczono także wskaźniki lipidowe jakości żywieniowej, tj. wskaźnik aterogenności (AI) i wskaźnik trombogenności (TI) oraz stosunek kwasów hipo- i hipercholesterolemicznych (h/H).

2.7. Ocena jakości mięsa tuczników i kurcząt rzeźnych

W mięśniu szynki i grzbietowym świń oraz mięśniu uda i piersiowym drobiu określono zawartość podstawowych składników chemicznych:

- wody metodą suszenia według PN-ISO 1442:2000;
- popiołu metodą spopielenia według PN-ISO 936:2000;
- białka ogólnego (N×6,25) metodą Kjeldahla według PN-A-04018:1975/Az3:2002;
- tłuszczu wolnego metodą Soxhleta według PN-ISO 1444:2000.

Badania właściwości fizykochemicznych mięśni obejmowały oznaczenie:

- pH za pomocą pH-metru Elmetron CP-401
- aktywności wody i wskaźniki wodochłonności,
- teksturę mięsa przed i po obróbce termicznej,
- stabilność oksydacyjną lipidów na podstawie wskaźnika TBARS.

Ocena organoleptyczna i analiza sensoryczna (5-cio punktowa) mięsa tuczników i brojlerów

Badanie miało na celu określenie stopnia pożądalności badanego mięsa pozyskanego od tuczników i kurcząt rzeźnych objętych badaniami żywieniowymi. Obejmowało ono ocenę cech zewnętrznych, przekroju badanego produktu, a także zapachu, smaku i konsystencji. Ocenę przeprowadzano w pomieszczeniach wolnych od obcych zapachów, z jednolitym oświetleniem i minimalizacją hałasu przez 6 osób.

Analiza statystyczna uzyskanych wyników

Obliczenia wykonano przy użyciu oprogramowania Statistica 14.1.0.4 Cloud Software Group, Inc. [2023]. Data Science Workbench, wersja 14. <http://tibco.com>].

3. Omówienie wyników

3.1. Skład chemiczny analizowanych pasz

Uzyskane wartości dla suchej masy i popiołu surowego w badanych paszach były zbliżone do podawanych w różnych normach [*Grela i Skomial, 2020; Sauvant i in., 2004*], natomiast nieco niższe wartości stwierdzono dla białka ogólnego, a wyższe dla włókna surowego. Spośród ziarna zbóż najwięcej białka ogólnego odnotowano w pszenżycie oraz pszenicy i orkiszu.

Zawartość frakcji włókna surowego, w tym: detergentowego neutralnego (NDF) i kwaśnego (ADF) oraz ligniny (ADL) pokazały, że najwięcej tego składnika stwierdzono w wytlókach z porzeczek oraz makuchach z pestek dyni. Spośród zbóż największe wartości stwierdzono dla owsa i orkiszu oraz otrąb pszennych. Zawartość polifenoli w analizowanych próbkach wykazała znaczną zmienność, zależną od rodzaju surowca oraz jego przetworzenia. Najwyższe wartości uzyskano w przypadku makuchów soi (odmiany Abelina, Alassa, Adessa) – od 15,1 do 19,9 mg GAE/g s.m. Wysoką aktywność fenolową wykazywały również wytlóki z agrestu (14,4 mg GAE/g s.m.) oraz soja- nasiona (odmiany Abelina i Alassa) – 12–13 mg GAE/g s.m. Niższe wartości uzyskano dla bobiku (8,1 mg GAE/g s.m.), grochu (7,1–9,6 mg GAE/g s.m.) oraz wytlóków z porzeczek (8–10 mg GAE/g s.m.). Wartość polifenoli zależy nie tylko

od gatunku, ale także od formy przetworzenia. Makuchy oraz susze owocowe charakteryzują się wyższą koncentracją związków fenolowych niż nasiona całe. Wysoka ich zawartość w makuchach soi może stanowić istotny potencjał antyoksydacyjny dla zastosowań paszowych i żywieniowych.

Zawartość flawonoidów w badanych próbkach mieściła się w zakresie 0,9–2,7 mg QE/g s.m. Największą zawartość flawonoidów stwierdzono w nasionach bobiku (2,4 mg QE/g s.m.) oraz wyciekach owocowych (2,0–2,7 mg QE/g s.m.). Dla soi i jej makuchów uzyskane wartości (1,2–1,7 mg QE/g s.m.) były zbliżone lub nieco wyższe od danych literaturowych. Najniższą zawartość flawonoidów stwierdzono w nasionach grochu (0,2 mg QE/g s.m.). Zawartość flawonoidów w roślinach strączkowych jest niższa niż w komponentach owocowych, ale ich obecność (głównie izoflawonów w soi) nadaje produktom wartość funkcjonalną.

Nasiona roślin bobowatych zawierają inhibitory proteaz, czyli białka hamujące aktywność proteaz. Zawartość inhibitorów proteaz (trypsyny i chymotrypsyny) w nasionach soi i makuchach stosowanych w żywieniu świń i brojlerów wahała się od $16,6 \pm 0,2$ mg/g suchej masy do ponad 20 mg/g w nasionach soi. Znacznie niższą ich aktywność stwierdzono w nasionach soi ekstrudowanej (7,63 mg/kg suchej masy). Niewielką aktywność stwierdzono w nasionach bobiku (1,61 mg/g) i grochu (1,72 mg/g suchej masy). Ogólna zawartość związków popiołu surowego w surowcach paszowych była charakterystyczna dla ich rodzaju. Analiza zawartości aminokwasów w ziarnie zbóż, nasionach roślin bobowatych i produktów ubocznych ze zbóż, nasion roślin oleistych i wycieków owocowych wykazała, że największe ilości lizyny, treoniny oraz innych niezbędnych aminokwasów odnotowano w makuchach i nasionach roślin oleistych. Znacznie mniejsze ilości stwierdzono w ziarnie zbóż. Określony profil kwasów tłuszczowych wskazał dość zróżnicowany udział poszczególnych kwasów jak też sumy kwasów nasyconych (SFA), jednonienasyconych (MUFA) oraz wielonienasyconych w zależności od gatunku roślin.

3.2. Świnie (tuczniki)

3.2.1. Skład chemiczny i wartość pokarmowa mieszanek paszowych

Skarmiane ekologiczne mieszanki paszowe cechowały się nieco mniejszą zawartością białka ogólnego i lizyny w stosunku do zaleceń żywienia tuczników [Grela i Skomial, 2020]. Także zawartość wapnia była nieco mniejsza niż wspomniane zalecenia żywienia tuczników w masowym chowie konwencjonalnym. Wartość energetyczna mieszanek w obu okresach tuczu wyrażona w MJ energii metabolicznej w pełni odpowiadała zaleceniom wskazanym w normach [Grela i Skomial, 2020].

3.2.2. Efekty produkcyjne tuczników

Po pierwszym okresie tuczu (grower) stwierdzono wyraźny wpływ zastosowanych pasz białkowych. Najniższą średnią masę ciała tuczników odnotowano w grupie III, żywionej mieszanką z udziałem bobiku w odniesieniu do pozostałych grup tuczników ($p < 0,05$). Najwyższą końcową masę ciała, osiągnęły tuczniki z grupy II żywione mieszanką z udziałem ekstrudowanej soi ($p < 0,05$). Masa ciała tuczników z grupy IV i kontrolnej (Rz) kształtowała się na podobnym poziomie, lecz była niższa od masy ciała zwierząt w grupie II (S). W końcowej fazie tuczu tuczniki rasy puławskiej cechowały się wyższą masą ciała (123,7 vs 125,1 kg).

Najwyższe dzienne przyrosty tuczników na poziomie 0,599 kg/dzień w pierwszym okresie tuczu odnotowano w grupie II. Nieco niższe, ale statystycznie zbliżone, były przyrosty w grupie IV – 0,584 kg/dzień. Dzielne przyrosty w grupie kontrolnej tuczników (0,579 kg/dzień) były istotnie niższe od grupy II. Zdecydowanie najniższy średni przyrost masy ciała w odniesieniu do pozostałych grup żywieniowych zaobserwowano w grupie III (0,551 kg/dzień). Zastosowane komponenty białkowe w mieszankach dla tuczników bardzo silnie różnicowały ($p < 0,05$) średnie dzienne przyrosty z całego okresu tuczu (ADG). Najwyższe dzienne przyrosty z całego okresu tuczu odnotowano w grupie II – 0,591 kg/dzień, następnie w grupie IV, w kontroli, a najniższe na poziomie 0,562 kg/dzień o w grupie III. W pierwszym okresie tuczu rasa złotnicka pstra charakteryzowała się istotnie wyższymi przyrostami dziennymi masy ciała (0,586 vs 0,571 kg/dzień) w porównaniu do rasy puławskiej. W drugim okresie tuczu sytuacja uległa diametralnej zmianie. Dla rasy puławskiej odnotowano przyspieszenie tempa przyrostu masy ciała ($p < 0,05$) na poziomie 0,595 kg/dzień w odniesieniu do 0,555 kg/dzień dla tuczników rasy złotnicka pstra. W rezultacie rasa puławska osiągnęła istotnie wyższy średni dzienny przyrost masy ciała w całym okresie doświadczenia w porównaniu do rasy złotnickiej pstrej (0,584 vs 0,569 kg/dzień).

Analiza wyników dotyczących średniego dziennego pobrania paszy (ADFI) przez tuczniki wskazuje na brak znaczących różnic pomiędzy poszczególnymi grupami żywieniowymi ($p > 0,05$). W okresie grower wartości ADFI były bardzo zbliżone i wahały się od 2,63 kg/dzień (grupa IV – żywiona z udziałem grochu) do 2,73 kg/dzień (grupa I – kontrolna (Rz) i II – żywiona z udziałem soi ekstrudowanej). W drugim okresie tuczu, podobnie jak w pierwszym, pobranie paszy przez tuczniki było wyrównane, z zakresem od 3,49 kg/dzień (grupa II) do 3,63 kg/dzień (grupa III – żywiona z udziałem bobiku). Natomiast w całym okresie tuczu średnie dzienne pobranie paszy u zwierząt wykazywało minimalną zmienność, od 3,14 kg/dzień (grupa II) do 3,21 kg/dzień (grupa I). Średnie dzienne pobranie paszy w całym okresie tuczu dla rasy puławskiej wyniosło 3,20 kg, a dla rasy złotnickiej pstrej 3,15 kg.

Wyniki dotyczące wykorzystania paszy na przyrost masy ciała (FCR) jednoznacznie wskazują, że źródło białka w mieszankach miało decydujący wpływ na efektywność produkcji. W pierwszym okresie tuczu wartości FCR wahały się od 4,51 (grupa IV) do 4,82 (grupa III). W drugim okresie tuczu FCR uległ pogorszeniu we wszystkich grupach, osiągając wartości od 5,97 (grupa II) do 6,39 (grupa I). Natomiast w

całym okresie tuczu najlepszymi wartościami FCR ($p < 0,05$) odznaczały się grupy II oraz IV w odniesieniu do grupy III oraz kontrolnej (I).

W warunkach tego doświadczenia rasa nie miała istotnego wpływu na ogólną efektywność wykorzystania paszy, chociaż rasa puławska tuczników wykazała nieznaczną tendencję do nieco lepszego wykorzystania paszy na przyrost masy ciała.

3.2.3. Strawność składników pokarmowych

Zastosowany rodzaj pasz białkowych wpłynął znacząco na wielkość współczynników strawności dla poszczególnych składników pokarmowych w okresie growerowym oraz finiszowym, przy czym najlepszą strawność białka i włókna stwierdzono w grupie II (ekstrudowana soja). Najsłabszą strawność składników pokarmowych odnotowano u tuczników otrzymujących w mieszance nasiona bobiku. Nieco wyższą strawnością dla białka i tłuszczu cechowały się tuczniaki rasy puławska niż złotnicka pstra w obu okresach tuczu.

3.2.4. Profil hematologiczny i biochemiczny krwi tuczników

Monitorowanie parametrów krwi jest mało inwazyjną metodą oceny homeostazy organizmu, umożliwiającą precyzyjną ocenę wprowadzonych modyfikacji żywieniowych oraz optymalizację warunków ekologicznego tuczu. Odnotowano istotne zwiększenie liczby czerwonych krwinek oraz poziomu hemoglobiny w krwi tuczników żywionych mieszanką z udziałem nasion bobiku w odniesieniu do grupy kontrolnej oraz grupy IV. Wpływ rasy tuczników na oceniane parametry hematologiczne obserwowano jedynie w zakresie wartości leukogramu. Tuczniaki rasy złotnicka pstra cechowały się wyższym udziałem limfocytów oraz niższym neutrofilii w porównaniu do rasy puławskiej. Pozostałe parametry kształtowały się na zbliżonym poziomie. Oceniane parametry hematologiczne krwi wszystkich badanych grup tuczników mieściły się w granicach fizjologicznych, co świadczy o utrzymaniu dobrego stanu zdrowia zwierząt w odpowiedzi na zastosowane żywienie.

Analizując parametry biochemiczne osocza krwi tuczników, w zakresie profilu: białkowego, lipidowego, mineralnego, poziomu glukozy i aktywności enzymów ALP, AST i ALP, nie wykazano różnicującego wpływu zastosowanych komponentów białkowych. Niezależnie od żywienia to rasa okazała się dominującym czynnikiem zmienności większości parametrów biochemicznych. Rasa złotnicka pstra, w porównaniu do puławskiej, cechowała się istotnie wyższym poziomem wapnia, fosforu, albuminy, glukozy, cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji LDL. Jednocześnie rasa puławska odznaczała się wyższym procentowym udziałem frakcji HDL w cholesterolu całkowitym.

3.2.5. Wartość rzeźna tusz

Wyniki poubojowe tuczników uzyskane w doświadczeniu wskazały na znaczne różnice w zależności od stosowanej mieszanki. Grupa żywieniowa tuczników, w której zastosowano ekstrudowane nasiona soi (II), w porównaniu do grupy kontrolnej (I) i pozostałych grup żywieniowych, uzyskała istotnie wyższą wydajność rzeźną, większą powierzchnię oka polędwicy oraz większą masę nerek. Grubość słoniny była również w tej grupie doświadczalnej istotnie wyższa od kontroli oraz grupy otrzymującej mieszankę z udziałem grochu. Grupa III tuczników żywiona mieszanką z udziałem nasion bobiku, w porównaniu do grupy kontrolnej oraz pozostałych grup żywieniowych, charakteryzowała się najniższymi wartościami wydajności rzeźnej, udziału mięsa szynki, powierzchnią oka polędwicy oraz mięsnością. Jednocześnie tuczniaki w tej grupie miały istotnie grubszą słoninę w odniesieniu do kontroli oraz grupy IV. Tuczniaki żywione mieszanką z udziałem bobiku odznaczały się najwyższą masą wątroby (1,96 kg) spośród

wszystkich grup żywieniowych. W porównaniu do grupy kontrolnej, tuczniki grupy IV otrzymujące mieszanki z udziałem nasion grochu cechowały się istotnie niższą mięsnością (51,26% vs 52,04%). Pozostałe parametry rzeźne oraz masa wątroby, nie różniły się statystycznie od grupy kontrolnej. Rasa tuczników miała znaczący wpływ na większość kluczowych parametrów tuszy. Tuczniaki rasy złotnickiej pstrej uzyskały wyższe ($p < 0,05$) wartości dla wydajności rzeźnej, udziału mięsa szynki, powierzchni oka polędwicy oraz mięsności niż rasy puławskiej. Natomiast tuczniaki rasy puławskiej miały grubszą słoninę na krzyżu oraz wyższą masę narządów wewnętrznych w porównaniu do rasy złotnickiej pstrej. Szczególnie korzystne okazało się zastosowanie w tuczu mieszanki z udziałem soi ekstrudowanej (grupa II), która poprawiła cechy rzeźne w porównaniu do grupy kontrolnej (I) lub była z nią porównywalna. Natomiast wprowadzenie do mieszanek nasion bobiku (grupa III) miało negatywny wpływ na parametry rzeźne, jednocześnie prowadząc do znacznego zwiększenia grubości słoniny i masy wątroby.

3.2.6. Ocena organoleptyczna mięsa świń rasy puławska i złotnicka pstra

Ocena stopnia pożądalności badanego mięsa pozyskanego od tuczników objętych badaniami żywieniowymi mieściła się w wartościach przyjmowanych za dopuszczalne w ocenie sensorycznej mięsa wieprzowego.

3.2.7. Ocena składu chemicznego i właściwości fizykochemicznych mięsa wieprzowego

Wartość odżywcza mięsa, podobnie jak jego kaloryczność, jest ściśle determinowana przez podstawowy skład chemiczny. Podstawową rolę odgrywa pełnowartościowe białko, stanowiące źródło niezbędnych aminokwasów egzogennych oraz tłuszcz, będący źródłem m.in. egzogennych kwasów tłuszczowych. Jakość i bezpieczeństwo zdrowotne surowca są także powiązane z parametrami fizykochemicznymi.

Analiza otrzymanych wyników wykazała, że zarówno żywienie (mieszanka z udziałem makuchu rzepakowego vs mieszanki z udziałem ekstrudowanej soi, nasion bobiku niskotaninowego lub grochu), jak i czynnik genetyczny (rasa puławska vs. złotnicka pstra) miały istotny i często specyficzny dla danego mięśnia (polędwica vs. szynka) wpływ na skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięsa tuczników. Kształtowanie się cech fizykochemicznych oraz składu chemicznego polędwicy i szynki w odpowiedzi na czynniki żywieniowe i genetyczne było wysoce specyficzne dla danego mięśnia. Skład chemiczny i pH polędwicy były bardziej zależne od modyfikacji żywieniowych, podczas gdy skład chemiczny szynki był silniej różnicowany poprzez rasę tuczników.

3.2.8. Profil kwasów tłuszczowych w tkankach tuczników

W doświadczeniu oznaczono profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu podskórnym (słonina), tłuszczu śródmięśniowym (polędwica, szynka) oraz w lipidach wątrobowych. Przeprowadzona analiza wykazała, że czynnik żywieniowy był dominującym modulatorem profilu kwasów tłuszczowych we wszystkich badanych tkankach (tłuszczowej, mięśniowej, wątrobowej). Zastosowanie nasion grochu w mieszankach dla tuczników (grupa IV) wpłynęło istotnie na wzrost sumy nasyconych kwasów tłuszczowych (Σ SFA) we wszystkich badanych tkankach. Ponadto stwierdzono, że wprowadzenie nasion grochu do mieszanki wiązało się z najmniej korzystnymi wartościami wskaźników prozdrowotnych, w tym istotnie najwyższymi indeksami aterogenności (AI) i trombogenności (TI) w słoninie, polędwicy, szynce i wątrobie oraz najniższym stosunkiem kwasów h/H w słoninie i wątrobie. W grupie II, gdzie wprowadzono do mieszanek ekstrudowaną soję, odnotowano najsilniejszy wpływ żywienia na zwiększenie ($p < 0,05$) poziomu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (Σ PUFA), w tym sumy kwasów Σ n-3 i Σ n-6, w tkankach mięśniowych (polędwica, szynka), tkance tłuszczowej oraz w wątrobie. Wpłynęło to jednak niejednoznacznie na wskaźniki wartości dietetycznej i zdrowotnej tłuszczu: w szynce odnotowano

jednocześnie najwyższy (niekorzystny) ($p < 0,05$) stosunek n-6/n-3, ale też istotnie najniższy (korzystny) ($p < 0,05$) TI i najwyższy (korzystny) ($p < 0,05$) wskaźnik h/H. Żywnienie tuczników mieszanką z nasionami bobiku niskotaninowego (grupa III) dawało często wyniki pośrednie, zbliżone do grupy kontrolnej (grupa I), jednak pozytywnie wyróżniło się istotnym wpływem na zwiększenie poziomu Σ MUFA w polędwicy i wątrobie oraz najbardziej korzystnym profilem (najniższe AI, najwyższe h/H) w wątrobie.

Czynnik genetyczny (rasa puławska vs złotnicka pstra) miał znacznie mniejszy i bardziej specyficzny wpływ na profil lipidowy niż żywienie. Odnotowano jedynie istotne ($p < 0,05$) różnice w mięśniu polędwicy, gdzie tuczniaki rasy puławskiej wykazały korzystniejszy (niższy) stosunek n-6/n-3 wynikający z wyższej zawartości Σ n-3, oraz w wątrobie, gdzie rasa puławska charakteryzowała się wyższą zawartością Σ MUFA.

3.3. Drób (kurczęta rzeźne)

3.3.1. Skład chemiczny i wartość pokarmowa mieszanek paszowych

Skład chemiczny pasz treściwych i wartość pokarmowa mieszanek pełnoporcjowych stosowanych w żywieniu kurcząt brojlerów w II i III okresie tuczu (grower 4 - 9 tyg. życia, finisz 10 - 12 tyg. życia) były zbliżone do zaleceń [Smulikowska i Rutkowski, 2018]. Jedynie mieszanka grower stosowana w żywieniu grupy kontrolnej (standardowo wykorzystywana w gospodarstwie) charakteryzowała się podwyższoną zawartością białka ogólnego oraz wyższym poziomem energii metabolicznej.

3.3.2. Efekty produkcyjne kurcząt brojlerów w dwóch okresach tuczu: grower i finisz

Uzyskane wyniki pozwoliły na zestawienie efektów produkcyjnych w ekologicznym odchowie kurcząt brojlerów w zakresie danych dotyczących: masy ciała w doświadczalnych okresach odchowu, średnich dziennych przyrostów masy ciała oraz zużycia paszy. Masa ciała ptaków na początku odchowu była wyrównana (około 50g ± 2,5g). Ptaki rozpoczynające doświadczenie (piąty tydzień życia) charakteryzowały się również zbliżoną masą ciała (1500g ± 75g). Po I okresie doświadczalnym (grower) najwyższą masą ciała (o około 12,4% wyższą w porównaniu do kontroli) charakteryzowały się kurczęta żywiące mieszkankami z udziałem ekstrudowanej soi (S) i nasion bobiku (B), średnio 2624,5 g. Uzyskane wyniki korespondowały z dziennym pobraniem paszy (ADFI) oraz przyrostami masy ciała ptaków w tym okresie odchowu (w grupach S, B i G: odpowiednio średnio ADFI 129g/dzień oraz BWG 959,7g/szt.).

Podobne tempo wzrostu kurcząt brojlerów obserwowano także w ostatnim okresie odchowu – finisz. Najwyższą masę ciała oraz przyrosty osiągnęły kurczęta brojlery z grup S i B, odpowiednio średnio 3428 g i 826g/szt. Najkorzystniejszą wartość współczynnika konwersji paszy (FRC) określono dla ptaków z grup S i B (średnio 2,96), podczas gdy dla kurcząt z grupy kontrolnej wynosił on 3,27. Śmiertelność ptaków dla całego okresu tuczu nie przekroczyła 2,4%, niezależnie od sposobu żywienia.

3.3.3. Strawność składników pokarmowych drobiu

Współczynniki strawności składników pokarmowych u kurcząt brojlerów stwierdzone w doświadczeniu w zależności od żywienia, mieszanką standardową (K), mieszanką z udziałem ekstrudowanej soi (S), z udziałem nasion bobiku (B) lub grochu (G), wskazują na różnice w ich wartościach. Najwyższą wartość współczynnika strawności stwierdzono w przypadku włókna surowego u ptaków z grup S i B, a najniższą u ptaków z grupy kontrolnej (K).

Kurczęta doświadczalne najlepiej trawiły cukry łatwo hydrolizujące (BAW), średnio na poziomie 91,3%. Współczynniki strawności białka ogólnego ptaków w wieku od 4 do 9 tyg. życia określono w granicach 76-79% oraz na nieco wyższym poziomie dla ptaków od 10 do 12 tyg. życia: 82-85%. Strawność tłuszczu surowego określono na zbliżonym poziomie w obydwu okresach tuczu, odpowiednio, średnio grower: 74,6% oraz finisz: 75,8%. Zastosowane zróżnicowane żywienie nie miało istotnego wpływu na ich zmienność z wyjątkiem współczynnika strawności włókna surowego w II okresie tuczu.

3.3.4. Profil hematologiczny i biochemiczny krwi kurcząt rzeźnych

Ocena wpływu alternatywnych, krajowych źródeł białka roślinnego na organizm zwierzęcia wymaga zastosowania zróżnicowanych i obiektywnych metod badawczych. Jedną z takich metod jest ocena parametrów hematologicznych i biochemicznych krwi, która pozwala odzwierciedlić stan metaboliczny, odżywczy i zdrowotny organizmu w odpowiedzi na zastosowaną strategię żywienia. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzone wartości wskaźników krwi odpowiadały zakresom referencyjnym określonym

dla gatunku i linii hodowlanej oraz wieku [Wakenell, 2010; Reece, 2015; Mazurkiewicz i Wieliczko, 2019; Campbell, 2022; Zálešáková i in., 2025].

Wprowadzenie do mieszanek dla kurcząt brojlerów ekstrudowanej soi, nasion bobiku lub grochu nie różnicowało wskaźników białokrwinkowych, czerwonych, aktywności wybranych enzymów osocza, profilu białkowego, mineralnego i poziomu glukozy, które pozostawały na podobnym poziomie jak w grupie kontrolnej ($p > 0,05$). Stwierdzony brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy średnimi wartościami badanych wskaźników pomiędzy grupami żywieniowymi sugeruje, że udział zastosowanych komponentów białkowych (soja, groch i bobik) w mieszankach dla kurcząt brojlerów był optymalny biorąc pod uwagę ich status zdrowotny.

Oceniając profil lipidowy krwi kurcząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem bobiku i ekstrudowanej soi stwierdzono jedynie różnice w stężeniu cholesterolu całkowitego ($p < 0,05$). Zawartość cholesterolu całkowitego w grupie B była o 16% niższa od oznaczonej dla grupy S. Stężenia cholesterolu w grupie kontrolnej K oraz w grupie G żywionej z dodatkiem grochu miały wartości pośrednie i nie różniły się statystycznie ani od grupy S, ani od grupy B ($p > 0,05$). Uzyskane wyniki potwierdzają doniesienia literaturowe dotyczące hipocholesterolemicznego działania bobiku zarówno w żywieniu drobiu, jak i innych gatunków zwierząt.

3.3.5. Parametry analizy rzeźnej tusz drobiowych

Uzyskane parametry analizy rzeźnej tuszek kurcząt brojlerów były wyrównane. Wydajność rzeźna kurcząt doświadczalnych kształtowała się na podobnym poziomie i wynosiła średnio 78,4%. Różnice notowano w przypadku zawartości tłuszczu sadelkowego w tuszkach kurcząt. Najmniej tłuszczu wewnętrznego gromadziły ptaki z grup B i S.

Największą masą charakteryzowały się mięśnie piersiowe i udowe tuszek ptaków z grup doświadczalnych. Szczególnie różnice dotyczyły tuszek kurcząt brojlerów z grupy B, gdzie stwierdzono większą o nawet 19% masę mięśnia piersiowego i o około 12% masę mięśnia udowego w porównaniu do tuszek ptaków z grupy kontrolnej (K). Zastosowane mieszanki paszowe z udziałem ekstrudowanej soi (S) oraz nasion bobiku (B) pozwoliły ptakom doświadczalnym osiągnąć większą masę mięśni podudzia w porównaniu do pozostałych grup (K i G), odpowiednio o około 15% w grupie S i 12% w grupie B. Stosowanie ekstrudowanych nasion soi w żywieniu kurcząt rzeźnych dostarcza odpowiednią pulę białka o pożądanej jakości, czego efektem jest lepsze wykorzystanie tego składnika pokarmowego do budowy masy mięśniowej. Nasiona bobiku wykorzystane w mieszankach także miały pozytywny wpływ na rozbudowę tkanek mięśniowych oraz poziom aminokwasów egzogennych (EAA) i aminokwasów endogennych (NEAA). Nie notowano istotnych różnic w masie organów wewnętrznych: wątroba, serce i żołądek.

3.3.6. Ocena organoleptyczna mięsa drobiowego

Wyniki oceny organoleptycznej mięsa drobiowego (mięśni piersiowych i udowych) pozyskanego od kurcząt brojlerów wskazują, że wszystkie parametry ocenianych cech organoleptycznych mięsa kształtowały się powyżej wartości 4,5. W mięśni piersiowym zróżnicowanie oceny dotyczyło zapachu mięsa, gdzie istotnie najlepiej zostały ocenione mięśnie piersiowe pochodzące od kurcząt z grup: S, B i K, a najslabiej mięśnie piersiowe pochodzące od kurcząt grupy G. Podobne wyniki otrzymano również w przypadku mięśnia udowego, gdzie istotnie najniższe oceny otrzymał mięsień udowy kurcząt z grupy G w zakresie smaku.

3.3.7. Skład chemiczny i ocena fizykochemiczna mięśni

Analizowane mięśnie piersiowe kurcząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem ekstrudowanej soi (S), nasion bobiku (B) i grochu (G) oraz mieszanką standardową (K) nie różniły się istotnie w zakresie zawartości suchej masy, białka ogólnego oraz tłuszczu surowego i wartości energetycznej. Zmiany stwierdzono jedynie w przypadku popiołu surowego, którego zawartość na istotnie wyższym poziomie notowano w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów z grup B i G (średnio 1,285 g/100g). Mięśnie udowe doświadczalnych kurcząt brojlerów charakteryzowały się wyrównanym składem chemicznym. Różnice stwierdzono jedynie w przypadku suchej masy, gdzie istotnie największą jej zawartość oznaczono w mięśniach piersiowych kurcząt grup G i B.

Zróżnicowane żywienie kurcząt brojlerów nie wpłynęło także w istotnym stopniu na podstawowy skład chemiczny mięśni podudzia u analizowanych ptaków. Zawartość suchej masy, białka ogólnego i popiołu surowego kształtowała się na podobnym poziomie. Istotną zmienność wyników stwierdzono jedynie w przypadku zawartości tłuszczu surowego. Najbardziej dietetyczne okazały się mięśnie podudzia kurcząt z grup G i B, które zawierały średnio o 7,5% mniej tego składnika.

Najlepszą jakość mięsa drobiowego, w zakresie jego wartości odżywczej i dietetycznej otrzymano od kurcząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem nasion bobiku (B) i grochu (G). Kształtowanie się cech fizykochemicznych oraz składu chemicznego mięśni piersiowych i udowych kurcząt brojlerów w odpowiedzi na czynniki żywieniowe w badaniach własnych było wysoce specyficzne dla danego mięśnia. Analiza otrzymanych wyników wykazała, że żywienie miało przede wszystkim specyficzny dla danego mięśnia wpływ na skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne, np. pH. W badaniach własnych średnia wartość pH wyniosła (po 2/5 dniach od uboju) odpowiednio: w mięśniach piersiowych kurcząt 5,58 i 5,52 oraz w mięśniach udowych 5,80 i 5,73 i nie różniła się istotnie pomiędzy grupami doświadczalnymi.

Wyciek naturalny oraz termiczny zarówno w mięśni piersiowym i udowym nie różnił się istotnie pomiędzy grupami doświadczalnymi. Z kolei wyciek termiczny w mięśni piersiowym ptaków był niższy w grupach żywionych z udziałem doświadczalnych źródeł białka w porównaniu do grupy kontrolnej (post mortem 2 dni). Nie stwierdzono tej zależności post mortem 5 dni. Najlepszą zdolnością do zatrzymywania wody charakteryzował się mięsień piersiowy ptaków z grupy G. Analizując parametry chromatyczne odnotowano, iż zastosowanie w żywieniu kurcząt brojlerów mieszanek z udziałem bobiku (B), grochu (G) lub ekstrudowanej soi (S) miało tendencję do rozjaśniania barwy mięsa. Pozostałe parametry oceny fizykochemicznej mięśni piersiowych i udowych kurcząt brojlerów były zbliżone pomiędzy grupami i mieściły się w granicach wartości podawanych przez innych autorów jako optymalne.

3.3.8. Profil kwasów tłuszczowych mięsa drobiowego

Zróżnicowane żywienie kurcząt brojlerów nie wpłynęło znacząco na zmiany profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu surowym mięśni piersiowych, udowych i podudzia. Istotne różnice notowano jedynie w sumie

nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) w mięśniach udowych oraz podudzia (UFA, MUFA). Największy udział UFA w mięśniach udowych stwierdzono u kurcząt z grup B i G: średnio 67,45% Σ KT (suma kwasów tłuszczowych), a najniższy w mięśniach udowych ptaków z grupy S. Podobny kierunek zmian notowano również w mięśniach podudzia. U kurcząt z grup B i G notowano wyższy udział UFA w sumie kwasów tłuszczowych (średnio 67,97 %), na co miał istotny wpływ poziom MUFA w profilu Σ TK (średnio 48,8%). Natomiast najniższy udział UFA i MUFA stwierdzono w mięśniach podudzia kurcząt brojlerów z grupy S.

4. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania na tucznikach i kurczętach rzeźnych z zastosowaniem rodzimych pasz białkowych (makuch rzepakowy, ekstrudowane nasiona soi oraz nasiona bobiku i grochu) wykazały ich znaczącą przydatność w ekologicznym żywieniu, dotyczącą zarówno efektów produkcyjnych, strawności składników pokarmowych, profilu metabolicznego krwi jak też wartości rzeźnej tusz wieprzowych i tuszek drobiowych, jakości mięsa, oceny organoleptycznej oraz profilu kwasów tłuszczowych w mięsie wieprzowym i drobiowym. Uzyskane wyniki pozwoliły na sformułowanie następujących uogólnień:

1. Zastosowane pasze białkowe (makuch rzepakowy, ekstrudowane nasiona soi oraz nasiona bobiku i grochu) stanowiąc mogą cenne źródło białka w ekologicznym żywieniu drobiu i świń. Ich efektywność zależy od źródła pasz białkowych i ich technologicznego uzdatniania (ekstruzja) oraz składu aminokwasowego białka a także udziału substancji biologicznie czynnych.
2. Strawność składników pokarmowych mieszanek paszowych stosowanych w żywieniu kurcząt rzeźnych i tuczników z udziałem pasz białkowych (makuch rzepakowy, ekstrudowane nasiona soi oraz nasiona bobiku i grochu) kształtowała się na wysokim poziomie, przy czym notowano nieznaczne różnice spowodowane rodzajem pasz białkowych oraz rasą świń.
3. Parametry hematologiczne i biochemiczne krwi wszystkich badanych grup tuczników mieściły się w granicach fizjologicznych, co świadczy o dobrym stanie zdrowia zwierząt. Włączenie soi ekstrudowanej, bobiku niskotaninowego i grochu jako źródeł białka w dawkach pokarmowych dla tuczników w systemie ekologicznym nie wywołało niekorzystnych zmian w wartościach analizowanych parametrów krwi, potwierdzając zachowanie homeostazy metabolicznej i prawidłowego dobrostanu zwierząt.
4. Zastosowanie w tuczu świń różnych pasz białkowych (soi ekstrudowanej, nasion bobiku niskotaninowego, grochu) w odniesieniu do mieszanki standardowej z udziałem makuchu z rzepaku nie wpłynęło na analizowane parametry biochemiczne krwi. Natomiast rasa tuczników była dominującym czynnikiem zmienności w kształtowaniu wartości większości parametrów biochemicznych.
5. Zastosowanie różnych pasz białkowych (makuchu z rzepaku, ekstrudowanych nasion soi oraz nasion bobiku i grochu) wpłynęło na istotne zróżnicowanie cech poubojowych i użytkowości rzeźnej tuczników. Szczególnie korzystne okazało się zastosowanie w tuczu mieszanki z udziałem soi ekstrudowanej, która poprawiła cechy rzeźne w porównaniu do grupy kontrolnej (makuch rzepakowy) lub była z nią porównywalna. Natomiast wprowadzenie do mieszanek nasion bobiku przyczyniło się do znacznego zwiększenia grubości słoniny i masy wątroby. Także rasa tuczników okazała się dominującym czynnikiem zmienności cech rzeźnych. Rasa złotnicka pstra wykazała się wyższą mięsnością tuszy, podczas gdy rasa puławska charakteryzowała się wyższą masą narządów.

6. Wprowadzenie do mieszanek dla tuczników ekstrudowanej soi przyczyniło się do zwiększenia poziomu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tkankach mięśniowych (połędwica, szynka), słoninie oraz w wątrobie. Zastosowanie nasion grochu wpłynęło istotnie na zwiększenie udziału nasyconych kwasów tłuszczowych we wszystkich badanych tkankach i wiązało się z najmniej korzystnymi wartościami wskaźników prozdrowotnych: indeksem aterogenności i trombogenności w słoninie, połędwicy, szynce i wątrobie oraz najniższym stosunkiem kwasów h/H w słoninie i wątrobie. Czynnikiem genetycznym (rasa puławska vs złotnicka pstra) miał znacznie mniejszy i bardziej specyficzny wpływ na profil lipidowy niż żywienie, gdyż nie odnotowano różnic międzyrasowych w składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu słoniny ani mięśnia szynki. Odnotowano istotne ($p < 0,05$) różnice jedynie w mięśniu połędwicy, gdzie tuczniaki rasy puławskiej wykazały korzystniejszy stosunek n-6/n-3 oraz w wątrobie, gdzie rasa puławska charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością kwasów jednonienasyconych.
7. Wprowadzenie do mieszanek dla kurcząt brojlerów ekstrudowanej soi, nasion bobiku oraz grochu nie różnicowało wskaźników białokrwinkowych oraz czerwonych, które pozostawały na podobnym poziomie niezależnie od rodzaju pasz białkowych w mieszance. Wykazano natomiast hipocholesterolemiczne działanie nasion bobiku.
8. Dywersyfikacja źródła białka w mieszankach dla kurcząt brojlerów wpłynęła istotnie na parametry wydajności rzeźnej. We wszystkich grupach u ptaków doświadczalnych obserwowano większe przyrosty mięśni udowych i piersiowych oraz mniejszy udział tłuszczu sadelkowego w tuszce, w porównaniu do grupy kontrolnej. Najlepszymi parametrami rzeźnymi charakteryzowały się tuszki ptaków żywionych mieszankami z udziałem nasion bobiku. Nie notowano wpływu zróżnicowanego żywienia ptaków na masę ich organów wewnętrznych.
9. Analizowane cechy organoleptyczne mięsa drobiowego oceniane były powyżej wartości, 4,5 (maksymalna nota: 5,0) i w większości przypadków były na podobnym poziomie. W zakresie wartości odżywczej i dietetycznej mięsa drobiowego najlepszą ich jakość, pod względem składu chemicznego, otrzymano u kurcząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem nasion bobiku i grochu. Mięso drobiowe pochodzące od tych ptaków charakteryzowało się także najlepszym profilem kwasów tłuszczowych, w którym stwierdzono najwyższy udział nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Streszczenie badań na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowanych przez MRIRW w 2025 roku pt. „Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. badania w obszarze higieny i profilaktyki w ekologicznym chowie zwierząt”.

temat: zastosowanie bakterii środowiskowych do poprawy dobrostanu i wydajności ekologicznego chowu brojlerów z oceną jakości mięsa”

Kierownik zadania:

Dr inż. Piotr Szymański, Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski

Wykonawcy:

IBPRS PIB - Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu; SGGW w Warszawie - Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności, Katedra Patologii i Diagnostyki Weterynaryjnej; Gospodarstwo ekologiczno-produkcyjne Jadwiga Farat

WARSZAWA 2025

Streszczenie sprawozdania

Chów ekologiczny drobiu, ze względu na ograniczenia w stosowaniu środków chemicznych jest trudny, szczególnie w aspekcie uzyskiwania zadawalających efektów ekonomicznych i jakości mikrobiologicznej mięsa. Specjalnie wyselekcjonowane bakterie środowiskowe zaszczerpione do środowiska chowu zwierząt i drobiu mogą działać ochronnie i mieć pozytywny wpływ na zdrowie ptaków, a tym samym na ich dobrostan i wydajność chowu.

Celem badań ekologicznych w 2025 roku było wykorzystanie lokalnej kultury bakterii środowiskowych kwasu mlekowego w przygotowaniu paszy i pomieszczeń chowu brojlerów. Dokonana została ocena skuteczności zaproponowanych rozwiązań technologicznych, przygotowania i wprowadzenia do zakładu bakterii kwasu mlekowego poprzez przeprowadzenie niezbędnych badań mikrobiologicznych, fizykochemicznych i sensorycznych wraz z oceną konsumencką produktu. Proponowane badania podzielone zostały na dwa powiązane ze sobą zadania badawcze. Pierwsze dotyczyło oceny wpływu bakterii środowiskowych w procesie chowu brojlerów na dobrostan i hodowlane parametry przyrostu masy mięśniowej podczas żywienia. Dokonana została również ocena mikrobioty przewodu pokarmowego i mięsa. W drugim etapie oceniono wpływ zastosowanych bakterii środowiskowych na jakość fizykochemiczną, mikrobiologiczną i sensoryczną mięsa oraz wybranych gotowych produktów (udka, filet z piersi). Z badań prowadzonych w IBPRS-PIB wynika, że możliwe jest wykorzystanie naturalnego potencjału środowiska poprzez zastosowanie lokalnych środowiskowych bakterii fermentacji mlekowej (LAB) izolowanych z ekologicznej żywności do środowiska chowu zwierząt i drobiu oraz w procesach przetwarzania mięsa w celu wytworzenia żywności o naturalnych cechach, pożądaności sensorycznej, wysokiej jakości żywieniowej i zdrowotnej, bez dodatku chemicznych substancji dodatkowych. W wyniku przeprowadzonych badań technologicznych i oceny jakościowej mięsa uzyskaliśmy możliwość stosowania bakterii kwasu mlekowego pozyskiwanych z lokalnego środowiska do hodowli ekologicznej brojlerów, a otrzymany surowiec mięsny charakteryzował się pożądaną jakością, trwałością i wysoką wartością żywieniową. Opracowywana technologia może zrewolucjonizować ekologiczny chów zwierząt pod względem poprawy wydajności i jakości pozyskiwanego mięsa.

1.Cel badań

Celem proponowanych badań było zastosowanie bakterii środowiskowych do poprawy dobrostanu i wydajności ekologicznego chowu brojlerów z oceną jakości mięsa.

Badania zostały podzielone na dwa wzajemnie powiązane zadania badawcze:

- A. Wpływ bakterii środowiskowych w procesie chowu brojlerów na dobrostan i hodowlane parametry przyrostu masy mięśniowej podczas żywienia. Dokonana została ocena mikrobioty przewodu pokarmowego i mięsa.
- B. Wpływ bakterii środowiskowych na jakość fizykochemiczną, mikrobiologiczną i sensoryczną mięsa oraz wybranych gotowych produktów (udka, filet z piersi).

W proponowanych do finansowania badaniach hodowli brojlerów ekologicznych opracowano innowacyjną technologię przygotowania odpowiedniego zakwasu na bazie lokalnych szczepów bakterii kwasu mlekowego i przeprowadzenie hodowli drobiu z ich udziałem. Pozyskane bakterie kwasu mlekowego zostały wykorzystane w przygotowaniu pomieszczenia chowu i jako zakwas do fermentacji lub wzbogacania zbóż stosowanych w żywieniu brojlerów w gospodarstwie. Prace realizowane były w jednym gospodarstwie ekologicznej produkcji brojlerów drobiowych: Gospodarstwo Ekologiczno-Produkcyjne.

Jadwiga Farat. Rososz 36, 07-311 Wąsewo. Próbę kontrolną spełniała aktualna produkcja hodowlana gospodarstwa. Dokonana została ocena przyrostu masy drobiu karmionego paszą z udziałem drobnoustrojów środowiskowych bakterii kwasu mlekowego w stosunku do grupy kontrolnej, karmionej konwencjonalną paszą. Oceniano stan zdrowotny drobiu oraz środowisko. U hodowcy ustalano warunków fermentacji i przechowywania zboża z dodatkiem drobnoustrojów lub fermentowanego zboża w hodowli drobiu. Tuczony drób został poddany ocenie przyżyciowej i poubojowej. Po uboju dokonano oceny wydajności poubojowej, przeprowadzono ocenę mikrobioty przewodu pokarmowego oraz tuszki drobiowej metodami omicznymi.

Mięso i gotowe produkty zostały poddane ocenie jakościowej wraz

z badaniami trwałości przechowalniczej. Dokonano oceny jakości - badania mikrobiologiczne, fizykochemiczne i sensoryczne. Przeprowadzono badania trwałościowe wyrobów z analizą mikrobiologiczną. W mięsie i produktach oceniono parametry fizykochemiczne (min. kwasowość, skład chemiczny, barwa, tekstura), mikrobiologiczne (bakterie LAB, bakterie środowiskowe, patogeny i inne rodzaje mikroflory) i sensoryczne. Oceniono wartość odżywcza, trwałość i bezpieczeństwo zdrowotne wyrobów. Oceniono również na tym etapie prac w jaki sposób żywienie ptaków przygotowaną paszą z bakteriami środowiskowymi miało wpływ na jakość tłuszczu, przeprowadzono badania profilu kwasów tłuszczowych w wybranych elementach tusz drobiowych. Cechy jakościowe tych produktów zostały porównane z próbą kontrolną, którą stanowiły produkty otrzymane z ptaków chowanych i żywionych w tradycyjny sposób. Większość proponowanych badań jakościowych wykonana została we własnym zakresie, część badań była zlecona innym specjalistycznym laboratoriom. W wyniku przeprowadzonych badań technologicznych i oceny jakościowej mięsa uzyskaliśmy możliwość stosowania bakterii kwasu mlekowego pozyskiwanych z lokalnego środowiska do hodowli ekologicznej brojlerów, a otrzymany surowiec mięsny charakteryzował się pożądaną jakością, trwałością i wysoką wartością żywieniową.

2. Podsumowanie wyników

W ciągu ostatnich lat obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania wpływem mikroflory na zdrowie zwierząt i drobiu. Mikroflora zasiedlająca organizm zawiera zarówno szczepy korzystne o działaniu prozdrowotnym, jak i patogenne dla organizmów zwierząt. Utrzymanie równowagi tego ekosystemu jest zmienne i zależy od wieku, dostarczanej paszy oraz czynników środowiskowych. Z otrzymanych wyników widzimy, że w przewodzie pokarmowym oraz mięsie otrzymanym z uboju drobiu, dominują m. in. bakterie kwasu mlekowego z rodzajów *Bifidobacterium* i *Lactobacillus*. Występują również drożdże oraz szereg drobnoustrojów o niekorzystnym działaniu tzw. drobnoustroje patogenne. Niezwykle istotną cechą bakterii prozdrowotnych jest antagonizm w stosunku do mikroorganizmów patogennych i gnilnych. Ma to związek z wytwarzaniem kwasu mlekowego, octowego i innych związków jak bakteriocyn, niskocząsteczkowe peptydy które hamują lub ograniczają wzrost wielu patogenów jelitowych (głównie z rodzajów *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Listeria*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*) oraz bakterii surowca. Jedną z metod zwiększania liczby korzystnych bakterii wśród mikroflory jest ich systematyczne spożywanie z odpowiednią karmą i środowiskiem. W ostatnich latach naukowcy i specjaliści od żywienia zwrócili uwagę na potencjał prozdrowotny pewnych składników mikrobiologicznych diety. Dodanie drobnoustrojów do diety drobiu i miejsca chowu w zrealizowanych badaniach nie tylko korzystnie wpływa na zdrowie ptaków (ocena narządów wewnętrznych po uboju i obserwacja zachowania ptaków podczas chowu), ale także zwiększyła przyrost masy w początkowym okresie hodowli. To ważne stwierdzenie może przyczynić się do zmiany sposobu, w jaki podchodzimy do żywienia drobiu, czyniąc go bardziej zrównoważonym z punktu widzenia ekologii. W ocenie jakości mięsa po uboju również obserwujemy korzystne tendencje wartości badanych wyróżników. W obu badanych grupach kontrolnej i z dodatkiem serwatki do paszy oraz

środowiska chowu ptaków poziom wartości TBARS był zbliżony, lecz nieco większą utlenialność mięsa obserwowano w próbie kontrolnej. Podobne zależności obserwowano w analizie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP). Grupy z dodatkiem drobnoustrojów (S) wykazywały niższe poziomy TBARS niż grupa kontrolna. Przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych ograniczają ich trwałość poprzez zmiany cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu), obniżają wartość odżywczą oraz wpływają na bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka. W przypadku dodatku drobnoustrojów, przemiany uległy wyhamowaniu. W celu określenia wpływu bakterii kwasu mlekowego na stabilność oksydacyjną mięsa oznaczano skład kwasów tłuszczowych. Nie obserwujemy w badaniach istotnych zmian w składzie, szczególnie nasyconych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Barwa jest jednym ze wskaźników przemian oksydacyjnych w mięsie. Produkty utleniania wpływają istotnie na zawartość i formę barwników hemowych, co możemy zaobserwować w pomiarach barwy wyrobów. W badaniach obserwujemy nieznaczne zmiany wartości parametru a^* barwy w produktach z udziałem drobnoustrojów w żywieniu. Jednocześnie to właśnie barwa, w pierwszej kolejności podlega percepcji i ocenie przez konsumentów. Postępujące procesy utleniania w wyrobach mięsnych (zmniejszająca się zawartość MUFA i PUFA, wzrastająca wartość wskaźnika TBARS) nie wiązały się jednoznacznie z niekorzystnymi zmianami barwy produktów. Nie obserwowano dużych różnic w wartościach parametru a^* barwy pomiędzy próbkami z udziałem bakterii. W próbie S obserwujemy wzrost poziomu bakterii LAB, które mają kluczowe znaczenie w przechowywaniu surowca mięsnego, ponieważ promują ważne i pożądane cechy, są nie tylko zdolne do przekształcania cukrów w kwasy organiczne, ale także posiadają szereg enzymów zdolnych do rozkładania białek, tłuszczów i węglowodanów na mniejsze związki odpowiedzialne za wytwarzanie pożądanych smaków, aromatów i tekstur. Jednak nadmierna produkcja kwasów (w tym kwasu mlekowego), biotransformacja białek lub produkcja amin biogennych (dekarboksylacja niektórych aminokwasów) mogą być procesami związanymi ze specyficznością metaboliczną niektórych LAB. W związku z tym odpowiednia ocena dla każdej kultury bakteryjnej o intensywnym zastosowaniu jako kultura starterowa (lub wspomagająca) w procesach przechowalniczych musi być szczegółowo oceniona pod kątem potencjalnych skutków. Badania sensoryczne wykazały, że LAB mogą poprawiać profil smakowy produktu, zmniejszając zapotrzebowanie na sztuczne wzmacniacze smaku ze względu na produkcję lotnych związków podczas fermentacji, mogą brać udział w biotransformacji niektórych związków fenolowych, a w rezultacie aktywnie przyczyniać się do tworzenia pożądanych cech organoleptycznych produktów mięsnych z drobiu, co obserwowano w ocenie sensorycznej przygotowanego mięsa. Utlenianie lipidów w produktach mięsnych może powodować zmiany koloru, smaku i wartości odżywczych oraz może stanowić zagrożenie dla zdrowia. W różnych grupach badanych produktów poziom TBARS wzrastał podczas procesu dojrzewania. Grupy z dodatkiem drobnoustrojów wykazywały znacznie niższe poziomy TBARS niż grupa kontrolna. Przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych ograniczają ich trwałość poprzez zmiany cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu), obniżają wartość odżywczą oraz wpływają na bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka. W przypadku dodatku drobnoustrojów, przemiany uległy wyhamowaniu. W celu określenia wpływu bakterii kwasu mlekowego na stabilność oksydacyjną wyrobów mięsnych oznaczano skład kwasów tłuszczowych. Nie obserwujemy

w badaniach zmian w składzie, szczególnie nienasyconych kwasów tłuszczowych. Barwa jest jednym ze wskaźników przemian oksydacyjnych w mięsie i produktach mięsnych. Produkty utleniania wpływają istotnie na zawartość i formę barwników hemowych w wyrobach mięsnych, co możemy zaobserwować w pomiarach barwy wyrobów. W badaniach obserwujemy wzrost wartości parametru a^* barwy w produktach z udziałem badanych drobnoustrojów. Jednocześnie to właśnie barwa, w pierwszej kolejności podlega percepcji i ocenie przez konsumentów. W przeprowadzonych badaniach odnotowano ponadto, że dodatek

bakterii kwasowych wpłynął istotnie na parametry a^* barwy wyrobu podczas przechowywania. W trakcie przechowywania wyrobów mięsnych surowo dojrzewających obserwowano systematyczny wzrost udziału barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy w próbie z dodatkiem drobnoustrojów. Postępujące procesy utleniania w wyrobach mięsnych (zmniejszająca się zawartość MUFA i PUFA, wzrastająca wartość wskaźnika TBARS) nie wiązały się jednoznacznie z niekorzystnymi zmianami barwy produktów. Nie obserwowano dużych różnic w wartościach parametru a^* barwy pomiędzy próbkami z udziałem bakterii. LAB mają kluczowe znaczenie w tego typu produktach, ponieważ promują ważne i pożądane cechy, są nie tylko zdolne do przekształcania cukrów w kwasy organiczne, ale także posiadają szereg enzymów zdolnych do rozkładania białek, tłuszczów i węglowodanów na mniejsze związki odpowiedzialne za wytwarzanie pożądanych smaków, aromatów i tekstur. Jednak nadmierna produkcja kwasów (w tym kwasu mlekowego), biotransformacja białek lub produkcja amin biogennych (dekarboksylacja niektórych aminokwasów) mogą być procesami związanymi ze specyficznością metaboliczną niektórych LAB. W takich przypadkach można je uznać za zepsucie. W związku z tym odpowiednia ocena dla każdej nowej kultury bakteryjnej o intensywnym zastosowaniu jako kultura starterowa (lub wspomagająca) w procesach fermentacji żywności musi być szczegółowo oceniona pod kątem potencjalnych negatywnych skutków. Badania sensoryczne wykazały, że LAB mogą poprawiać profil smakowy żywności, zmniejszając zapotrzebowanie na sztuczne wzmacniacze smaku ze względu na produkcję lotnych związków podczas fermentacji, mogą brać udział w biotransformacji niektórych związków fenolowych, a w rezultacie aktywnie przyczyniać się do tworzenia pożądanych cech organoleptycznych produktów mięsnych, co obserwowano w ocenie sensorycznej produktów.

3. Wnioski

1. Zastosowana bioasekuracja z wykorzystaniem bakterii środowiskowych w serwatce kwasowej jako dodatku do paszy i przygotowania ściółki do hodowli powodował korzystne zmiany w hodowli drobiu ekologicznego. Podstawowym zadaniem innowacji był zespół działań mających na celu utrzymanie statusu zdrowotnego stada lub jego poprawę przez zastosowanie określonych metod technologicznych i organizacyjnych. Inaczej mówiąc, jest to biologiczna ochrona gospodarstwa i jakości mięsa. Badania wykazały, że zastosowana bioasekuracja była skuteczna. Podczas hodowli nie zaobserwowano transmisji czynników zakaźnych. W podstawowych założeniach bioasekuracja ma charakter uniwersalny, o tyle w przeprowadzonych badaniach dotyczyła jakości mięsa i zmian hodowlanych, głównie konkretnych chorób których nie obserwowaliśmy podczas chowu drobiu ekologicznego.
2. Dodanie drobnoustrojów do diety drobiu i miejsca chowu w zrealizowanych badaniach nie tylko korzystnie wpływa na zdrowie ptaków (ocena narządów wewnętrznych po uboju i obserwacja zachowania ptaków podczas chowu), ale także zwiększyła przyrost masy w początkowym okresie hodowli.
3. Zmiany makroskopowe u kurcząt były obecne głównie w jelitach, przedżołądku, bursie Fabrycjusza, śledzionie, nerkach, wątrobie, trzustce oraz mięśniach udowych. Ogólnie u kurcząt próby K zmiany w przewodzie pokarmowym (przedżołądek, dwunastnica, jelito czcze, jelito biodrowe, migdałki jelit ślepych) i w trzustce były bardziej nasilone niż u kurcząt grupy S, zaś zmiany w mięśniach ud, bursie Fabrycjusza, w śledzionie były bardziej widoczne u kurcząt grupy S prowadzonej hodowli.
4. Badanie wykazało, że zmiany histopatologiczne (mikroskopowe) były bardziej nasilone w grupie kurcząt K w mięśniach szkieletowych (głównie zwyrodnienie szkliste włókien mięśniowych, mieszany naciek komórkowy), żołądku gruczołowym i żołądku mięśniowym (głównie naciek zapalny) w porównaniu do grupy kurcząt S. Natomiast zmiany histopatologiczne w wątrobie, mięśniu sercowym,

nerkach, śledzionie, bursie Fabrycjusza były w nieznacznym stopniu nieco bardziej wyrażone u kurcząt K w porównaniu do kurcząt S.

5. Przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych ograniczają ich trwałość poprzez zmiany cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu), obniżają wartość odżywczą oraz wpływają na bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka. W przypadku dodatku drobnoustrojów, przemiany uległy wyhamowaniu. W celu określenia wpływu bakterii kwasu mlekowego na stabilność oksydacyjną mięsa oznaczano skład kwasów tłuszczowych. Nie obserwujemy w badaniach istotnych zmian w składzie, szczególnie nasyconych nienasyconych kwasów tłuszczowych.
6. Przemiany oksydacyjne zachodzące w produktach mięsnych ograniczają ich trwałość poprzez zmiany cech sensorycznych (tekstury, barwy, smaku, zapachu), obniżają wartość odżywczą oraz wpływają na bezpieczeństwo zdrowotne z uwagi na toksyczny wpływ związków przemian oksydacyjnych na zdrowie człowieka. W obu badanych grupach kontrolnej i z dodatkiem serwatki do paszy oraz środowiska chowu ptaków poziom wartości TBARS był zbliżony, lecz nieco większą utlenialność mięsa obserwowano w próbie kontrolnej. Podobne zależności obserwowano w analizie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP). Grupy z dodatkiem drobnoustrojów (S) wykazywały niższe poziomy TBARS niż grupa kontrolna.
7. Instrumentalna analiza parametrów barwy mięsa drobiu w systemie CIELab* wykazała, że wartości jasności (L^*) oraz współczynnika żółci-niebieskości (b^*) nie różniły się istotnie pomiędzy próbą kontrolną a eksperymentalną. Natomiast współczynnik czerwieni-zieleni (a^*) był istotnie wyższy w próbie eksperymentalnej, gdzie pasza była wzbogacona dodatkiem serwatki (1,45) w porównaniu do kontroli (0,87), co wskazuje, że mięso z tej grupy było bardziej czerwone ($\Delta a = 0,58$).
8. Badania mikrobiologiczne wykazały, że w próbie S obserwujemy wzrost poziomu bakterii LAB, które mają kluczowe znaczenie w przechowywaniu surowca mięsnego, ponieważ promują ważne i pożądane cechy, są nie tylko zdolne do przekształcania cukrów w kwasy organiczne, ale także posiadają szereg enzymów zdolnych do rozkładania białek, tłuszczów i węglowodanów na mniejsze związki odpowiedzialne za wytwarzanie pożądanych smaków, aromatów i tekstur. Jednak nadmierna produkcja kwasów (w tym kwasu mlekowego), biotransformacja białek lub produkcja amin biogennych (dekarboksylacja niektórych aminokwasów) mogą być procesami związanymi ze specyficnością metaboliczną niektórych LAB.
9. Wyniki oceny sensorycznej wykazały, że między próbką kontrolną a eksperymentalną istotne różnice wystąpiły jedynie w zakresie tonu barwy oraz jednolitości barwy, w której próba eksperymentalna cechowała się jaśniejszym tonem barwy i była bardziej jednolita. W pozostałych analizowanych atrybutach sensorycznych, takich jak zapach, smak, tekstura oraz ogólna jakość, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między próbkami
10. Badania sensoryczne wykazały, że LAB mogą poprawiać profil smakowy produktu, zmniejszając zapotrzebowanie na sztuczne wzmacniacze smaku ze względu na produkcję lotnych związków podczas fermentacji, mogą brać udział w biotransformacji niektórych związków fenolowych, a w rezultacie aktywnie przyczyniać się do tworzenia pożądanych cech organoleptycznych produktów mięsnych z drobiu, co obserwowano w ocenie sensorycznej przygotowanego mięsa.



Streszczenie sprawozdania z realizacji zadania

Produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi.

Określenie metod ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w ekologicznej produkcji zwierzęcej.

Ocena możliwości wykorzystania sorgo i trawy sudańskiej w ekologicznym chowie bydła opasowego w regionach dotkniętych suszą glebową

Kierownik projektu oraz wykonawcy: dr hab. Piotr Wójcik, prof. IZ, dr inż. Agata Karpowicz, dr inż. Grzegorz Skrzyński, dr inż. Bartosz Szymik, mgr inż. Agnieszka Dobosz-Idzik, dr inż. Dariusz Pomykała, Joanna Zdziarska

Jednostka realizująca projekt oraz jednostki wykonujące usługi: Instytut Zootechniki PIB - Zakład Hodowli Bydła, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Gospodarstwo Ekologiczne w Łabiszynie Wsi, „Rolmięs” Ekologiczny Zakład Uboju Łabiszyn Wieś

Okres realizacji projektu: 15.02.2025-15.11.2025 r.

Cel badań

Celem badań była ocena możliwości wykorzystania sorgo, trawy sudańskiej lub ich mieszanek uprawianych jako główne rośliny paszowe w gospodarstwie zmagającym się z okresowo występującą suszą glebowej, niedoborami pasz objętościowych oraz ich wpływ na skład chemiczny, profil kwasów tłuszczowych, parametry jakościowe, ilościowe oraz cechy sensoryczne mięsa pozyskiwanego od bydła opasowego utrzymywanego w warunkach chowu ekologicznego. W ramach realizacji projektu opracowany został także poradnik dobrych praktyk zastosowania tego typu surowców paszowych w ekologicznym chowie bydła opasowego oraz w dniu 26 listopada 2025 r. przeprowadzone zostało szkolenie z tego zakresu dla rolników oraz doradców rolniczych z terenu województwa kujawsko-pomorskiego.

Wstęp

W ostatnich latach coraz częściej obserwuje się zjawisko występowania suszy glebowej w rolnictwie. Gospodarstwa zajmujące się chowem i hodowlą bydła mięsnego, ale również i bydła mlecznego, coraz częściej w okresie późnego lata i początków jesieni borykają się z niedoborami pasz objętościowych. Wynika to przede wszystkim z powtarzającego się z roku na rok zjawiska suszy występującej już nie tylko w sezonie wegetacyjnym, ale i w czasie wczesnej wiosny, zanim rośliny pastewne oraz użytki zielone rozpoczną swój intensywny wzrost. Koniec lata i początek jesieni to niewralgiczny okres w żywieniu bydła – kiszonki i sianokiszonki z traw są jeszcze niedostatecznie dojrzałe, zaczyna obniżać się wydajność i jakość pastwisk, czemu sprzyja wymieniona wcześniej susza, zwykle o tej porze brakuje już także ubiegłorocznej kiszonki z kukurydzy, a na efekty produkcji świeżej, tegorocznej trzeba czekać minimum do listopada i grudnia. Hodowcy bydła coraz częściej zmuszeni są poszukiwać alternatywnych surowców paszowych oraz roślin, które nie tylko radzą sobie w warunkach niedoboru wody i zjawiska suszy ale które w tych warunkach dobrze plonują zapewniając odpowiednią ilość bazy paszowej w postaci pasz objętościowych – zielonki przeznaczonej pod wypas oraz na kiszonki. Wśród jednorocznych roślin paszowych wykazujących dużą oporność na okresowe niedobory wody, a nawet suszę, wskazuje się na sorgo, trawę sudańską oraz ich mieszańce. Sorgo i trawa sudańska to rośliny o typie fotosyntezy C₄, stosowane są też jako rośliny okrywowe, ograniczające parowanie wody z gleby (Long i in., 2022). Rośliny te to jednoroczne trawy ciepłolubne, które są wyjątkowo odporne na upały i suszę, wykorzystywane są do produkcji siana, zielonki, kiszonki i wypasu. Zarówno sorgo, jak i trawa sudańska to odmiany *Sorgo bicolor* L. Są to bardzo produktywne letnie jednoroczne rośliny pastewne. Trawa sudańska łatwo wysycha i nadaje się do belowania. Koszenie odbywa się 2–4 razy w roku, co pozwala uzyskać plon wynoszący 2,5–4 ton z ha (Long i in., 2022). Rośliny te dobrze radzą sobie również na słabszych stanowiskach, ale wykazują zarazem pozytywną reakcję na nawożenie azotowe oraz częste koszenie (Beyaert i Roy, 2005). Trawa sudańska i jej hybrydy z sorgo charakteryzują się wysokimi plonami zielonej masy zwiększając znacznie bazę paszową dla bydła (Lauriault i in., 2021). W pewnych warunkach omawiane rośliny mogą jednak zawierać wysoki poziom związków cyjanogennych, które w układzie pokarmowym przeżuwaczy przekształcają się do kwasu pruskiego (HCN) będącego formą cyjanku, który może być śmiertelny dla bydła (Lauriault i in., 2021). Rośliny te charakteryzują się niebezpiecznym poziomem substancji cyjanogennych, gdy mierzą mniej niż 65 cm wysokości, bezpośrednio po przymrozkach, długotrwałej suszy oraz w wyniku uszkodzeń mechanicznych na skutek np. gradobicia. Zawartość kwasu pruskiego w sorgo i trawie sudańskiej ulega obniżeniu do poziomów bezpiecznych dla bydła, zarówno podczas suszenia i produkcji siana jak i zakiszania. W dostępnej literaturze naukowej, zwłaszcza polskiej, brakuje pozycji dotyczących wpływu wykorzystania sorgo, trawy sudańskiej oraz ich mieszańców na wyniki opasu bydła

mięsnego, skład analityczny pozyskiwanego mięsa, jego parametry jakościowe oraz właściwości sensoryczne. Dlatego, Zakład Hodowli Bydła IZ PIB w roku 2025 podjął się realizacji badań nad wpływem skarmiania tych roślin w dawce pokarmowej na wyniki opasu oraz parametry jakościowe ekologicznego mięsa wołowego.

Znaczenie projektu

Projekt miał znaczenie praktyczne – pozwolił określić wpływ wprowadzenia nowych komponentów żywieniowych opornych na suszę w żywieniu ekologicznego bydła mięsnego i opasowego takich jak sorgo, trawa sudańska lub ich mieszanki na parametry opasu (przyrosty masy ciała), wskaźniki jakościowe, ilościowe oraz sensoryczne mięsa wołowego.

Metodyka projektu

W ramach projektu badawczego w 2025 r. wykonano 3 zadania:

Zadanie 1 pt. Ocena składu chemicznego zielonki z sorgo, trawy sudańskiej lub ich mieszanek pochodzących z upraw ekologicznych w gospodarstwie zajmującym się chowem bydła opasowego.

Zadanie 2 pt. Szacowanie przyrostów masy ciała bydła opasowego oraz ocena składu chemicznego, parametrów jakościowych oraz sensorycznych mięsa pozyskanego od zwierząt żywionych sorgo, trawą sudańską lub ich mieszankami.

Zadanie 3 pt. Opracowanie poradnika oraz szkolenie z dobrych praktyk wykorzystania sorgo, trawy sudańskiej lub ich mieszanek w żywieniu bydła opasowego utrzymywanego w warunkach chowu ekologicznego.

Wyniki badań

W okresie realizacji zadania 1 wykonano ankietyzację gospodarstwa w celu określenia uwarunkowań produkcyjno-hodowlanych w gospodarstwie ekologicznym w miejscowości Łabiszyn Wieś utrzymującego bydło mięsne, głównie mieszańcowe oraz Limousine.

Tabela 1. Informacje o gospodarstwie na podstawie ankiety

Wyszczególnienie	2024	2025
Powierzchnia i struktura gospodarstwa w tym:		
powierzchnia GO (ha)	46,64	53,04+ -10,80
powierzchnia TUZ (ha)	43,85	43,85
powierzchnia pod budynkami (ha)	4,73	7,73
Klasa gleb (w ha):		
IV	58,52	65,55
V	42	42,15
VI		
Struktura upraw w ha		
- sorgo		0,80 ha
- mieszanka wieloletnia traw z bobowatymi drobnonasiennymi	26,30 ha	26,43
- lucerna siewna	13,48	13,48
- żyto ozime	6,86	6,37
- owies	0	6,77
- kukurydza	9,00	9,00
-TUZ	43,85	43,85
- mieszanka jednoroczna trawa sudańska		10,44 ha
Skład dawki pokarmowej		
- siano	16 kg/szt	16 kg/szt
- sianokiszonka z lucerny	16 kg/szt	16 kg/szt
- TMR: kukurydza + sianokiszonka z lucerny+żyto+Dolfos (dodatek mineralno-witaminowy)	39 kg/szt	39 kg/szt
- trawa sudańska - sorgo	doświadczenie	doświadczenie
Dawka doświadczalna (TMR) dla grupy		
• sianokiszonka z lucerny i trawy	600 kg	600kg
• sianokiszonka z sorgo	800 kg	0
• sianokiszonka z trawy sudańskiej	0	800 kg
• paszy treściwej- mielonej	200 kg	200 kg
owies + żyto (50%/50%)	2 kg/szt./dzień	2 kg/szt./dzień
DOLFOS	100g/szt./dzień	100g/szt./dzień

Wykonano zadane prace agrarne w zakresie przygotowaniem pól oraz dokonano zasiewu sorgo i trawy sudańskiej. W badaniach zastosowano sorgo zwyczajne kisonkowe odmiany FENIXUS oraz sorgo sudańskiej (trawę sudańską) odmiany Nutri Honey. Nasiona pochodziły z konwencjonalnego zakupu w oparciu o zgodę na odstępowo uzyskane z PIORIN.

Gospodarstwo w Łabiszynie Wsi dysponowało glebami klasy IV i częściowo V. W gospodarstwie państwa Zdziarskich sorgo siane było w dniu 22 maja, natomiast trawa sudańska – dzień później, 23 maja. W poniższej tabeli przedstawiono warunki uprawy paszowych roślin suszowych uprawianych w gospodarstwie Łabiszyn Wieś.

Tabela 2. Porównanie warunków uprawy i zbioru sorgo i trawy sudańskiej w gospodarstwie Łabiszyn Wieś

Parametry i warunki uprawy	Sorgo	Trawa sudańska
Odmiana	Fenixus - kiszonkowa	Nutri honey
Areał uprawy	0,80 ha	10,44 ha
Gleba	klasa IV częściowo V, podatna na suszę, kompleks żytni dobry, nie drenowana, struktura gruzelkowata, stan agrotechniczny dobry	klasa IV częściowo V, podatna na suszę, kompleks żytni dobry, nie drenowana, struktura gruzelkowata, stan agrotechniczny dobry
Nawożenie	obornik, jesień 2024 r.	9.05. ASL – 1000l/ha Obornik na jesień – 35t/ha
Zabiegi pielęgnacyjne	Uprawa pod sorgo Bronowanie w celu odchwaszczania	wałowanie posiewne
Termin wysiewu	22.05.	23.05.
Wschody	1.06.	1.06.
Głębokość wysiewu	4 cm	4 cm
Odległość międzyrzędzi	75 cm	12,5 cm
Siewnik	punktowy	zbożowy
Liczba i termin pokosów	I (1.10.)	I (9.08.), II (4.09.)
Zbiór	Siloso-kombajn	Kosiarka dyskowa z kondycjonerem
Wysokość koszenia	15 cm	9 cm
Plon	-	310 balotów po 500 kg z I pokosu



Fot. 1. Sorgo – sierpień (fot. A. Dobosz-Idzik)



Fot. 2. Trawa sudańska – sierpień (fot. A. Dobosz-Idzik)



Fot. 3. Porównanie wzrostu sorgo (z prawej) z trawą sudańską (z lewej) – lipiec (for. A Dobosz-Idzik)



Fot. 4. Porównanie wzrostu sorgo z kukurydzą – lipiec (fot. A Dobosz-Idzik)



Fot. 5. Drugi odrost trawy sudańskiej – wrzesień (fot. A. Dobosz-Idzik)

W zadaniu 1 w świeżej zielonce i TMR-ach oznaczono poziom suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu, popiołu, włókna surowego, cukrów rozpuszczalnych, profil kwasów tłuszczowych, zawartość witamin A i E oraz aminokwasów. W ramach zadania dokonano analiz wielowariantowych modelu zdawania pasz doświadczalnych na stole paszowym dla bydła mięsnego. Najwyższym poziomem suchej masy (34,41 %) charakteryzowała się zielonka z całych roślin kukurydzy. Wartość ta była optymalna i rekomendowana dla zbioru kukurydzy z całych roślin z przeznaczeniem na kiszonkę. Najniższy poziom suchej masy (10,24 %), oznaczono w drugim odroście trawy sudańskiej – w tego względu jak i z uwagi na mały plon zielonej masy, nie zdecydowano na jej zbiór na paszę. Zielonka z sorgo zebrana w dniu 4 września zawierała 24,23 % suchej masy, co stanowiło zbyt niską wartość do zbioru. Dojrzałość do zbioru zielonka z sorgo osiągnęła na początku października – zawierała wówczas 32,75 % suchej masy, czyli wartość rekomendowaną do koszenia z przeznaczeniem do zakiszania. Najniższą zawartością białka ogólnego (2,31 %) charakteryzowała się zielonka z kukurydzy, co jest typowe dla tej niskobiałkowej rośliny paszowej, aczkolwiek wartość 2,31 % stanowił wynik wyjątkowo niski. Najwyższą zawartością białka spośród wszystkich zielonek odznaczała się trawa sudańska – młody odrost zawierał 4,81 % białka, zaś zielonka z

fazie zbioru (początek sierpnia) zawierała 4,31 %. Zielonka z sorgo zebrana na początku września zawierała 3,94 % białka ogólnego, natomiast jego poziom w zielonce w momencie koszenia wynosił już tylko 3,0 %.

Spadek zawartości białka w zielonkach wraz z postępem wegetacji jest zjawiskiem typowym. Wraz z postępem wegetacji roślin obserwowano również wzrost poziomu włókna surowego w zielonkach – w zielonce z sorgo zawartość włókna wzrosła z 10,49 % na początku września do 24,77 % w momencie zbioru (początek października). W porównaniu do zielonki z sorgo, stosunkowo niską zawartością włókna surowego w chwili koszenia – 7,29 % charakteryzowała się trawa sudańska. Najniższym poziomem omawianego składnika odznaczał się młody odrost trawy sudańskiej. Zawartość włókna surowego w zielonce z kukurydzy była również niska jak dla tego surowca paszowego i wynosiła 6,72 %. W odniesieniu do zielonki z sorgo, poziom tłuszczu surowego ulegał obniżeniu wraz z postępem wegetacji – na początku września zielonka zawierała 1,13 % tłuszczu, miesiąc później (początek października) – zawartość tego składnika obniżyła się o połowę i wynosiła 0,54 %. Trawa sudańska w momencie zbioru zawierała 0,97 % tłuszczu surowego i wartość ta była taka sama jak dla zielonki z kukurydzy koszonej na początku października. Poziom popiołu surowego był zbliżony dla obu zielonek z sorgo (2,2 i 2,16 %) oraz dla trawy sudańskiej w czasie pokosu (2,2 %). Niższą zawartością popiołu charakteryzowała się zielonka z kukurydzy – 1,46 % oraz zielonka z drugiego pokosu trawy sudańskiej – 1,42 %.

Tabela 3. Porównanie podstawowego składu chemicznego pasz doświadczalnych

Składnik	Zielonka z sorgo I odrost	Zielonka z sorgo II odrost	Zielonka z trawy sudańskiej I odrost	Zielonka z trawy sudańskiej II odrost	Zielonka z kukurydzy	Pasza z sorgo	TMR z sorgo	TMR z trawą sudańską
Sucha masa, %	24,23	32,75	26,3	10,24	34,41	30,73	41,21	49,94
Białko ogólne, %	3,94	3,00	4,31	4,81	2,31	3,94	6,39	9,12
Tłuszcz surowy, %	1,13	0,54	0,97	0,69	0,97	0,59	1,15	2,39
Włókno surowe, %	10,49	24,77	7,29	3,79	6,72	27,17	23,76	27,17
Popiół surowy, %	2,2	2,16	2,2	1,42	1,46	1,71	3,91	5,36

Obydwa TMR-y doświadczalne zawierały zalecany poziom suchej masy dla tego rodzaju mieszanek pełnodawkowych pasz (40-50 %). Również pasza z sorgo charakteryzowała się poziomem suchej masy mieszczącym się w rekomendowanych granicach i wynosiła 30,73 %. Zawartość białka w sorgo była niska (3,94 %) i odpowiadała poziomowi tego składnika pokarmowego w zielonce w czasie zbioru. Wyższe wartości białka w TMR z udziałem sorgo (6,39 %) oraz trawy sudańskiej (9,12 %) wynikały z obecności sianokiszonki z lucerny oraz traw, aczkolwiek oznaczone wartości białka w tego typu paszy pełnodawkowej dla bydła opasowego były za niskie w stosunku do zalecanych (12-13 % w końcowej fazie opasu). Kiszonka z sorgo odznaczała się także niskim poziomem tłuszczu wynoszącym 0,59 %. Zawartość tłuszczu surowego w TMR wynosiła 6,39 % (TMR z sorgo) oraz 9,12 (TMR z trawą sudańską) i wynikała z udziału innych komponentów paszowych w dawce, takich jak śruty zbożowe oraz premiks mineralno-witaminowy. Pod względem zawartości włókna surowego kiszonka z sorgo oraz TMR z trawą sudańską mieściły się w rekomendowanym zakresie (28-38 %), TMR z sorgo charakteryzował się natomiast nieco mniejszym

poziomem włókna wynoszącym 23,76 %. Zawartość popiołu zarówno w kiszonce z sorgo (1,71%) jak i w TMR z jej udziałem (3,91 %) była niska, co świadczy m.in. o czystości zbieranego materiału roślinnego. Poziom popiołu surowego w TMR z trawą sudańską był wyższy (5,36 %), aczkolwiek nie przekroczył dopuszczalnego dla tego rodzaju pasz – 8 %.

Wśród zielonek doświadczalnych stwierdzono bardzo duże zróżnicowanie zawartości β -karotenu – przedział jego zawartości w przeliczeniu na 100 g świeżego materiału roślinnego wynosił od 54,3 μ g (dla zielonki z trawy sudańskiej w pierwszym odroście – w momencie zbioru) do 872 μ g (dla zielonki z sorgo koszonej na początku października). Tak znaczne rozbieżności w oznaczonym poziomie β -karotenu pomiędzy poszczególnymi zielonkami są trudne do wyjaśnienia. Poziom β -karotenu w świeżej zielonce z kukurydzy wynosił 0,233 mg w 100 g świeżej masy, czyli 2,33 mg w przeliczeniu na 1 kg świeżej masy zielonki. Była to wartość skrajnie niska w porównaniu do ogólnie przyjętych średnich wartości tego składnika w świeżych zielonkach. We wszystkich analizowanych surowcach paszowych poziom tego składnika był drastycznie niski i wynosił od 0,54 mg do 8,72 mg w 1 kg świeżej masy. Poziom witaminy A we wszystkich badanych zielonkach nie przekroczył oznaczalnego dolnego pułapu wynoszącego 21 μ g w 100 g świeżego materiału, czyli 0,21 mg w przeliczeniu na 1 kg świeżej masy zielonek. Pod względem zasobności w witaminę E badane zielonki kształtowały się na zbliżonym poziomie mieszczącym się w przedziale od 0,25 mg w 100 g świeżej masy, czyli 2,5 mg w 1 kg świeżej zielonki (drugi odrost trawy sudańskiej) do 5,5 mg w 1 kg świeżej masy w przypadku zielonki z sorgo koszonego na początku października. Podobnie jak w przypadku zielonek, również pasza z sorgo oraz TMRy doświadczalne charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem pod względem zawartości β -karotenu. Proces przechowywania zielonki z sorgo wpłynął na zmniejszenie zawartości β -karotenu z poziomu 872 μ g/100 g świeżej paszy do wartości poniżej 5 μ g/100 g. Wysoka zawartość β -karotenu w obu TMR, przekraczająca ponad tysiąckrotnie jego wartość w kiszonce z sorgo, wynikała z zastosowania dodatku mineralno-witaminowego zawierającego β -karoten w składzie. W TMR doświadczalnych poziom witaminy E wynosił 1,49 (TMR z sorgo) oraz 3,1 mg/100 g świeżej paszy (TMR z trawą sudańską). Wartości te wynikały prawdopodobnie z zastosowania premiksu mineralno-witaminowego zawierającego witaminę E jako dodatku do TMR.

Aminokwasami limitującymi produkcję w żywieniu bydła, zarówno mlecznego jak i opasowego, są lizyna i metionina oraz histydyna, a także treonina i tryptofan, będące kluczowymi dla wzrostu mięśni i przyrostu masy ciała. W przeprowadzonych badaniach histydyna obecna była w największej ilości w TMR-ze z trawą sudańską (0,15 g/100 g próbki), w pozostałych paszach zakres jej występowania mieścił się w granicach od 0,03 (zielonka z trawy sudańskiej z pierwszego pokosu) do 0,10 g/100 g próbki (TMR z dodatkiem sorgo). W analizowanych paszach objętych badaniami poziom lizyny kształtował się w przedziale od 0,08 g/100 g w przypadku zielonki z pierwszego pokosu trawy sudańskiej, do 0,47 g/100 g w TMR-ze z trawą sudańską. Zawartość metioniny we wszystkich paszach była na zbliżonym niskim poziomie i wynosił od 0,04 g/100 g świeżej masy pasz w przypadku zielonki z sorgo (próbka pobrana na początku września) i zielonki z trawy sudańskiej koszonej na początku sierpnia, do maksymalnie 0,15 g/100 g w TMR-ze z udziałem trawy sudańskiej. Poziom tryptofanu kształtował się w przedziale od 0,02 (I pokos trawy sudańskiej) do 0,14 g/100 g w TMR-ze z trawą sudańską. TMR doświadczalny z dodatkiem trawy sudańskiej charakteryzował się najwyższym poziomem wszystkich aminokwasów. Zawartość aminokwasów siarkowych (cysteiny z cystyną) wynosiła od 0,03 g/100 g w sorgo do 0,14 g/100 g w mieszaninie pasz w postaci TMR z udziałem trawy sudańskiej.

Poziom nasyconych kwasów tłuszczowych był dosyć wyrównany pomiędzy wszystkimi paszami i wynosił od 0,18 (w zielonce z sorgo) do 0,47 (w TMR-ze z trawą sudańską) g/100 g próbki. Kwasy tłuszczowe

omega-3 nie występowały w TMR-ze z kukurydzą oraz w zielonce z sorgo, w pozostałych paszach znajdowały się na zbliżonym poziomie wynoszącym od 0,12 do 0,45 g/100 g próbki. Najwyższym udziałem kwasów wielonienasyconych (1,23 g/100 g) charakteryzował się TMR z dodatkiem trawy sudańskiej, najniższym zaś (0,24 g/100 g) – zielonka z sorgo.

Tabela 4. Ogólna zawartość kwasów tłuszczowych w badanych paszach.

Parametr	Sorgo	Trawa sudańska I odrost	Trawa sudańska II odrost	TMR trawa sudańska	Zielonka sorgo	TMR sorgo	TMR Kukurydza
Kwasy tł. Nasycone, g/100 g	0,33	0,31	0,44	0,47	0,18	0,31	0,28
Kwasy tł. Jednonienasycone, g/100 g	<0,1	0,11	0,27	0,69	0,11	0,17	0,35
Kwasy tł. Omega-3, g/100 g	0,45	0,35	0,35	0,12	<0,1	0,39	<0,1
Kwasy tł. Omega-6, g/100 g	0,21	0,18	0,35	1,11	0,14	0,29	0,28
Kwasy tł. Omega-9, g/100 g	<0,1	<0,1	0,25	0,65	0,10	0,14	0,34
Zawartość kwasów tłuszczowych trans, g/100 g	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Kwasy tł. Wielonienasycone, g/100 g	0,69	0,54	0,7	1,23	0,24	0,67	0,33

Najwyższą zawartością cukrów ogółem (4,00 %) charakteryzowała się zielonka z sorgo koszona w terminie dojrzałości kiszonkowego – na początku października. Przewagę wśród cukrów w tej zielonce stanowiła glukoza (1,89 %) oraz fruktoza (1,75 %), stwierdzono również obecność sacharozy na poziomie 0,36 % ogólnej zawartości węglowodanów. W zielonce z sorgo pobranego na początku września jedynym stwierdzonym węglowodanem rozpuszczalnym w wodzie była fruktoza, która stanowiła całkowity udział zawartości cukrów ogółem. Młode zielonki (zarówno z sorgo jak i trawy sudańskiej – II odrost) charakteryzowały się najniższą zawartością cukrów ogółem.

W zadaniu 2 wytypowano zwierzęta do poszczególnych grup badawczych, dokonano analizy ich zdrowotności. Zwierzęta rasy Limousine oraz ich mieszańce, utrzymywano w systemie wolnostanowiskowym z nieograniczonym dostępem do pastwisk (ok. 6,85 ha – mamki z cielętami do 6 m-ca), okólnika zimowego (całe stado), poideł automatycznych. Stado żywiono TMR-ami zadawanymi raz dziennie, uzupełnianymi w okresie doświadczenia zielonką z sorgo, trawy sudańskiej lub/i ich mieszanki. Skarmianie paszami doświadczalnymi rozpoczęto: trawy sudańskiej – 31.08.2025, sorgo – od 14.10.2025.

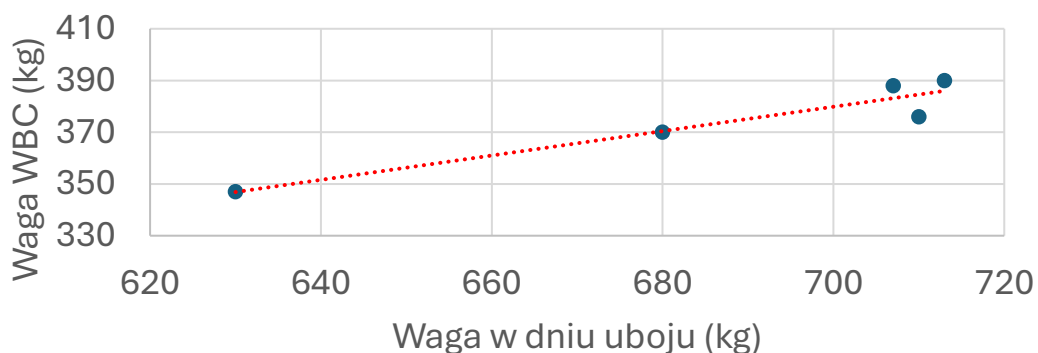
W zadaniu 2 dokonano analizy technologicznej gospodarstwa pod kątem hodowli bydła mięsnego. W celu szczegółowej charakterystyki zgromadzono także informacje na temat rozrodu i zdrowia badanych zwierząt. We wszystkich grupach produkcyjnych, z których zostały wydzielone grupy doświadczalne, wiek pierwszego zacielenia był zbliżony i ustalany na podstawie rozwoju somatycznego zwierzęcia oraz jego masy ciała. Przy wykorzystaniu krycia naturalnego w stadzie (dwa buhaje) młode jałówki wprowadzane są do danej grupy rozrodczej tylko po spełnieniu powyższych warunków. Dobór buhajów do stada odbywa się na podstawie danych rodowodowych i wartości hodowlanej (buhaj z zakupu) oraz fenotypu i pochodzenia (buhaj z własnej hodowli). Hodowcy dążą w stadzie do uzyskania 100% samodzielnych porodów (bez interwencji człowieka) przy założeniu, że masa rodzących się cieląt będzie zbliżona do 40

kg. Przy utrzymywanej rasie wiodącej (Limousine) oraz mieszańców z tą rasą, mały kaliber i masa cieląt gwarantują brak komplikacji przy porodzie. Dokonano analizy strukturalnej, wiekowej bydła utrzymywanego w gospodarstwie w celu wydzielenia grup doświadczalnych w ramach projektu oraz dokonano aktualnej jego charakterystyki pod kątem produkcji wołowiny. W gospodarstwie głównym kryterium wyboru osobników do uboju jest osiągnięcie masy ciała w granicach 700 kg przy założeniu, że wiek uboju nie będzie przekraczał 24. miesięcy. Ważnym kryterium opasu bydła jest utrzymanie poziomu wydajności rzeźnej na poziomie nie mniej niż 50% przy założeniu pełnego wykorzystania pasz objętościowych i ograniczonego udziału drogich pasz treściwych.

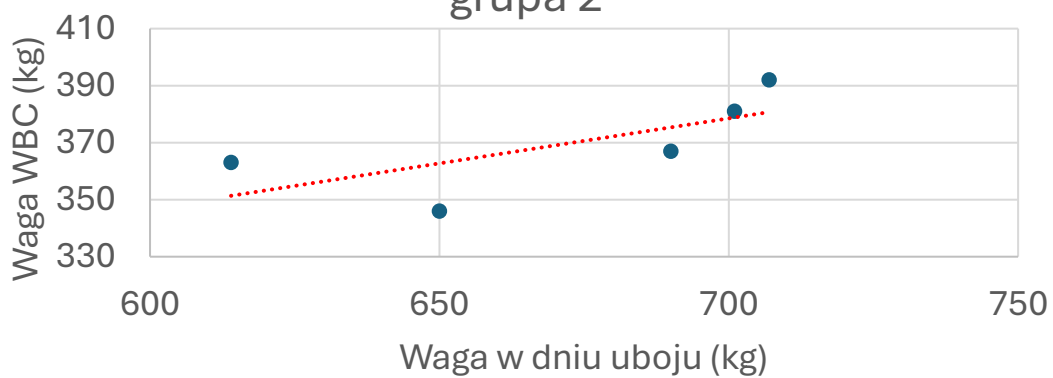
W zadaniu utworzono 4 grupy badawcze w oparciu o zaplanowane uboje w 2025 roku: 1 grupa – zadawana trawa sudańska, 2 grupa – zadawane sorgo, 3 grupa – zadawana mieszanka z trawy sudańskiej oraz sorgo, 4 grupa – zadawany tradycyjny TMR z kiszoną kukurydzą. Do każdej z grup doświadczalnych przydzielono po 5 zwierząt o wyrównanej masie ciała i o zbliżonej kondycji. Zwierzęta w poszczególnych grupach doświadczalnych 1-4 zostały poddane badaniom hematologicznym w celu określenia ich stanu zdrowotnego przed rozpoczęciem żywienia określonymi dawkami. U nielicznych zwierząt przekroczone były normy dla poziomu monocytów, co mogło świadczyć o trwającej lub przebytej infekcji bakteryjnej, wirusowej lub grzybiczej. Przekroczone normy w grupie 1 liczby eozynofili spowodowane są najczęściej infekcjami pasożytniczymi, infekcjami bakteryjnymi i wirusowymi przebiegającymi z ostrym zapaleniem, a także reakcjami środowiskowymi. Podejrzenie wystąpienia infekcji potwierdzały wyniki badań kilku sztuk, u których stwierdzono podwyższony poziom leukocytów. Pozostałe normatywy nie zostały przekroczone.

W gospodarstwie prowadzono monitoring zwierząt skierowanych do sprzedaży, które nie zostały przypisane do danych grup badawczych, jednak zostały ubite w innym zakładzie mięsnym w okresie od stycznia do października 2025 roku, a utrzymywane były i żywione w okresie stosowania dawki żywieniowej opartej o TMR. Zwierzęta te charakteryzowały się masą ubojową na poziomie od 517 do 750 kg u bydła w wieku od 15 do 19 miesięcy, a więc znacznie poniżej maksymalnego wieku uboju, jaki został założony w gospodarstwie ekologicznym. Na uwagę zasługuje poziom wydajności rzeźnej kształtujący się powyżej przyjętych dolnych granic tj. od 52 do 58,6%. Średnie przyrosty masy ciała w tej grupie sprzedażowej wynosiły powyżej 1300 g/dzień, co jest wysokim wskaźnikiem efektywności opasu, zwłaszcza w ekologicznym systemie utrzymania zwierząt. Analizę efektywności opasu bydła wyrażono różnicą wagi poubojowej ciepłej z wagą żywą zwierzęcia i określono wskaźnikiem wydajności rzeźnej dla mieszańców ras mięsnych żywionych standardową dawką żywieniową TMR i ubijanych w okresie styczeń-lipiec 2025 oraz sierpień-październik 2025 r. Na podstawie danych z zakładów uboju, dokonano analizy porównawczej badanych grup w zakresie wag ubojowych, wag poubojowych oraz wydajności rzeźnej za okres prowadzenia doświadczeń, w zależności od stosowanej dawki żywieniowej. Podobnych analiz efektywności opasu, określonych na podstawie wagi ubojowej oraz wydajności rzeźnej dokonano w poszczególnych grupach badawczych. Wydajność rzeźna w badanych grupach doświadczalnych kształtowała się od 52 do 55% w grupie 1 (średni wiek uboju – 17,4 miesiąca), 53-59% w grupie 2 (średni wiek uboju – 15 miesięcy) oraz od 54 do 56% w grupie 4 (średni wiek uboju – 18,2 miesiąca). Jak wykazały badania, zarówno żywienie trawą sudańską jak i sorgo pozwoliło na utrzymanie wysokiej wydajności rzeźnej opasanego bydła w porównaniu do dotychczasowego modelu żywienia opartego o kukurydzę. Stwierdzono więc, że przy zastosowaniu nowych komponentów żywieniowych (trawa sudańska, sorgo) można uzyskać te same wydajności rzeźne u bydła w krótszym czasie o co najmniej 30 dni (przy rozkładzie od 30-60 dni).

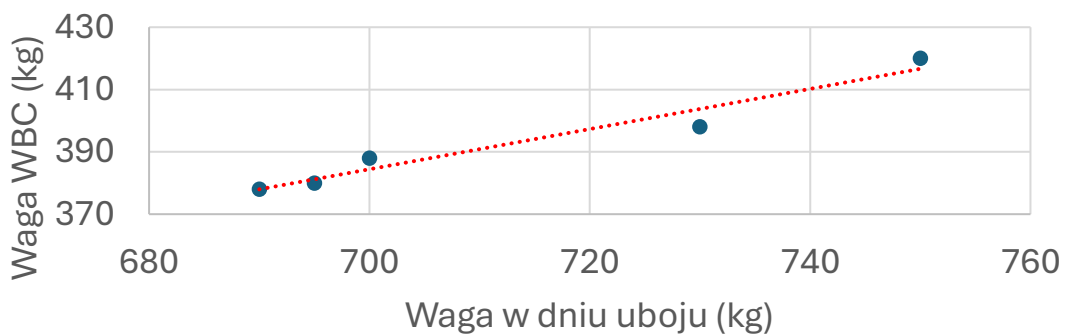
Zależność wagi w dniu uboju i wagi WBC
grupa 1



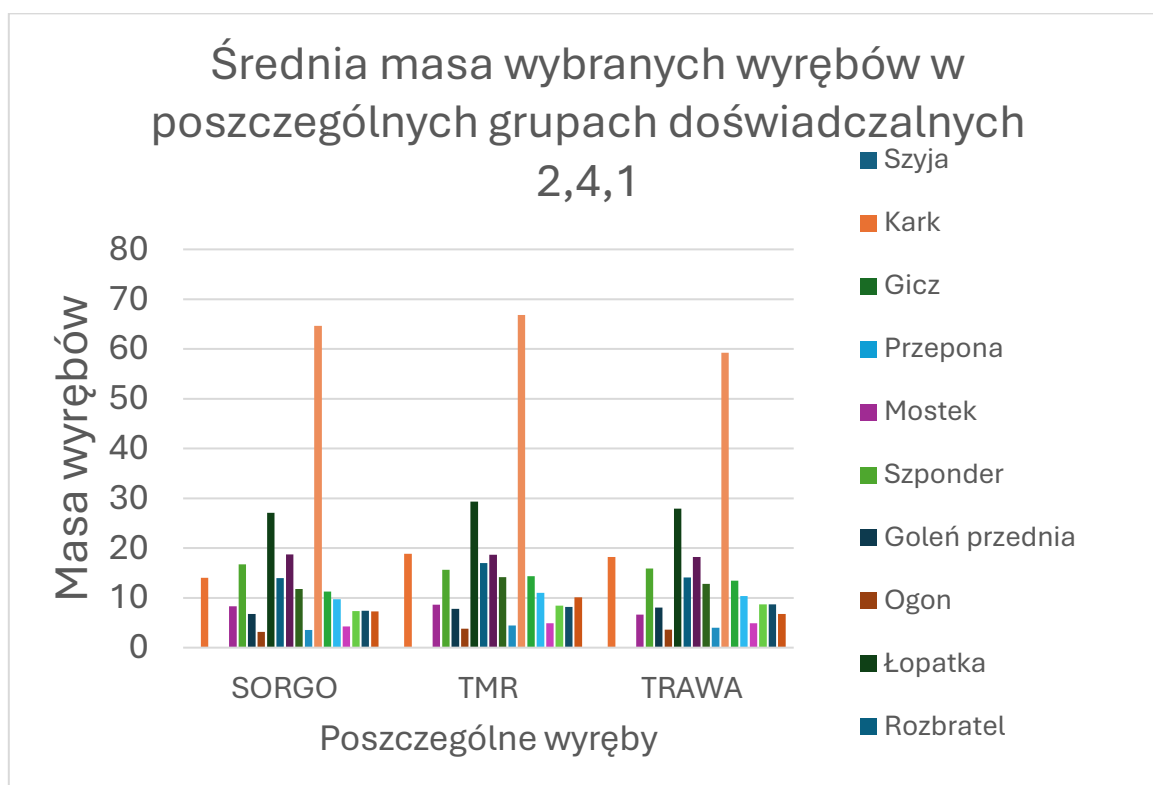
Zależność wagi w dniu uboju i wagi WBC -
grupa 2



Zależność wagi w dniu uboju i wagi WBC -
grupa 4



W poszczególnych grupach doświadczalnych, wytypowane buhaje zostały skierowane do uboju, a następnie dokonano rozbioru tuszy prawej na wyręby w „Rolmięś” – Ekologicznym Zakładzie Uboju Łabiszyn Wieś. Dokonano analizy umięśnienia oraz określono wydajność rzeźną (% poszczególnych zwierząt). Po uboju półtusze były schładzane, a po 24 godzinach poddane szczegółowej dysekcji prowadzonej przez uprawnionych pracowników ubojni oraz pracowników Zakładu Hodowli Bydła Instytutu Zootechniki PIB specjalizujących się w tym zakresie. Warunki utrzymania oraz procedura uboju były identyczne dla wszystkich grup. Ubój przeprowadzono zgodnie z Rozporządzeniem Rady (WE) nr. 1099/2009 z dnia 24 września 2009 r. (EC 2009). Metodologia rozbioru tuszy na poszczególne wyręby była w całości oparta o zalecenia ujęte w „Atlasie rozbioru tusz zwierząt rzeźnych” Adama Olszewskiego (Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2005, strona 76-118). Tusze poddano dojrzewaniu przez 4 doby w temperaturze 0–2°C w opakowaniach próżniowych. W próbkach mięsa z mięśnia najdłuższego grzbietu (*musculus longissimus dorsi*, część lędźwiowa) przeprowadzono ocenę barwy, marmurkowatości, wartości pH, wycieku termicznego mięsa oraz oznaczono skład chemiczny w tym: zawartość wody, białka i tłuszczu, poziom aminokwasów, profil kwasów tłuszczowych, zawartość cholesterolu, witaminy A i E. W trakcie ważenia poszczególnych wyrębów nie rozdzielano kości od poszczególnych wyrębów (rozbratel, antrykot, rostbef) lecz ważono razem ze względu na przeznaczenie ich do sprzedaży detalicznej. To samo dotyczyło szyi i karku. Analizy dokonano w trzech grupach doświadczalnych tj. grupie żywionej sorgiem - 2, grupie żywionej TMR opartym o kukurydzę - 4, grupie żywionej trawą sudańską - 1. Nie prowadzono analiz w grupie 3, ponieważ żywienie tej grupy wprowadzono od 1 listopada. Masa wybranych wyrębów w poszczególnych grupach doświadczalnych zróżnicowana była w zależności od przyjętego modelu żywieniowego i samego badanego wyrębu. W wyrębach najmniej wartościowych (kark, mostek, szponder, goleń, ogon) stwierdzono zbliżone wartości pomiędzy badanymi grupami, z wyjątkiem wagi wyrębu kark (mięso z kością) w grupie żywionej sorgo. W zakresie wyrębów wartościowych i ważnych z punktu widzenia kulinarnego (łopatka, rozbratel, antrykot, rostbef, polędwica i udziec) stwierdzono nieznacznie wyższe wagi wyrębu łopatki, rozbratla, rostbefu oraz całego udźca w grupie żywionej kukurydzą. Grupa ta, jednak była ubijana od 30 do 60 dni później niż pozostałe dwie badane grupy. W oparciu o prezentowane wyniki dysekcji należy stwierdzić, że zarówno podanie trawy sudańskiej jak i sorgo w żaden sposób nie zmniejszało wydajności rzeźnej i wagi badanych wyrębów wartościowych względem dotychczasowego modelu żywienia opartego o kukurydzę. Proponowane rozwiązania żywieniowe oparte o nowe pasze objętościowe, takie jak trawa sudańska czy sorgo, dla gospodarstwa ekologicznego będącego w strefie okresowej suszy glebowej jest jedną z propozycji poprawienia zasobów paszowych i ekonomiki opasu bydła. Analiza wydajności poszczególnych wyrębów udźca w zależności od modelu żywienia wykazała, że bardziej efektywne wyniki uzyskamy przy zastosowaniu w żywieniu trawy sudańskiej niż sorgo. Zarówno waga zrazowej górnej, zrazowej dolnej, ligawy i krzyżowej była wyższa.



Ocena barwy mięsa: Barwę mięsa oceniano na świeżo przekrojonej powierzchni próbki, po otwarciu opakowania próżniowego i krótkiej ekspozycji na tlen atmosferyczny (tzw. blooming). Pomiarów dokonano przy użyciu spektrofotometru Konica Minolta CR-410 (Japonia) wyposażonego w standardowy iluminant D65 i obserwatora 2°. Urządzenie było każdorazowo kalibrowane przy użyciu wzorca bieli producenta. Pomiarów dokonywano w trzech do pięciu losowo wybranych punktach powierzchni, w ustabilizowanej temperaturze laboratoryjnej (21°C). Ostateczny wynik stanowiła wartość średnia z pomiarów punktowych.

Analizę barwy przeprowadzono w przestrzeni barw CIE Lab, w której:

- L* (Lightness) reprezentuje jasność barwy w zakresie od 0 (czarne) do 100 (białe),
- a* określa kierunek barwy od zieleni (wartości ujemne) do czerwieni (wartości dodatnie),
- b* odpowiada odcieniowi od niebieskiego (wartości ujemne) do żółtego (wartości dodatnie).

Pomiar pH mięsa: Wartość pH oznaczano za pomocą pH-metru do żywności wyposażonego w elektrodę kombinowaną do bezpośredniego pomiaru w mięśniu (Hanna Instruments Polska, model HI981036). Aparat kalibrowano każdorazowo przed rozpoczęciem analiz z użyciem buforów pH 7,00 oraz 4,01. W każdej próbce wykonano cztery pomiary w różnych punktach mięśnia, a ich średnia stanowiła wynik końcowy. Metodologia oznaczeń była zgodna z zaleceniami Honikela (1998) i procedurami stosowanymi w literaturze (Nogalski i in., 2023).

Ocena wycieku cieplnego: Zdolność mięsa do zatrzymywania wody (wodochłonność) oceniano poprzez pomiar ubytku masy po obróbce cieplnej (tzw. wyciek cieplny). Próbki mięsa (150–250 g) pakowano próżniowo, ważono przed czynnościami, następnie ogrzewano w łaźni wodnej do osiągnięcia temperatury wewnętrznej mięsa 71°C (temperatura łaźni: 80°C). Po zakończeniu procesu próbki pozostawiano do schłodzenia przez 45 minut w temperaturze pokojowej, po czym usuwano soki i ponownie je ważono. Wyciek wyrażano jako procentowy ubytek masy próbki według wzoru: $[(\text{masa przed} - \text{masa po}) / \text{masa}]$

przed] $\times 100\%$. Wskaźnik ten określa ilość soku i tłuszczu utraconych w trakcie gotowania – im niższa wartość, tym lepsza wodochłonność mięsa. Metodę opracowano na podstawie zaleceń Honikela (1978).

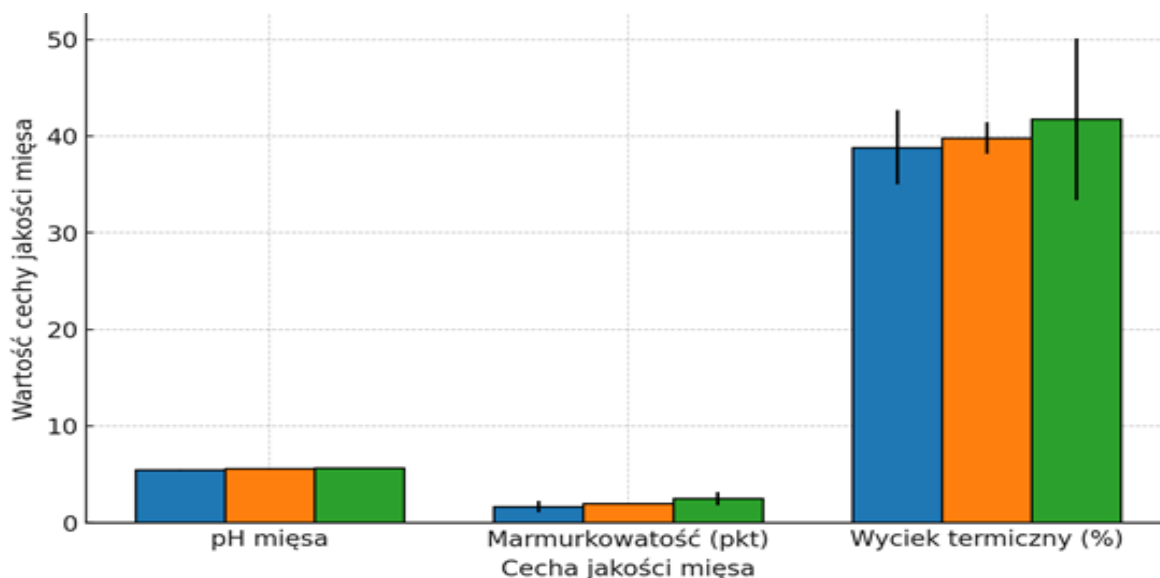
Ocena marmurkowatości: Marmurkowatość oceniano metodą wizualną, na przekroju mięśnia o znanej powierzchni, przy wykorzystaniu sześciostopniowej skali punktowej zgodnej ze standardami USDA (USDA Marbling Standards). Do oceny wykorzystano wzorce ilustracyjne przedstawiające referencyjne poziomy marmurkowatości. Każdej próbce przypisano ocenę w skali od 1 (brak marmurkowatości) do 6 (bardzo wysoka marmurkowatość). Oceny dokonywał stały zespół osób, celem zapewnienia jednolitości i powtarzalności wyników. Wyniki przedstawiono jako wartości średnie w obrębie grup żywieniowych. Na podstawie uzyskanych wyników badań, które ze względu na małoliczebne grupy można traktować jedynie jako trendy średnich grupowych przedstawiono w tabelach poniżej.

Tabela 5. Średnie wartości (\pm SD) parametrów jakości mięsa (*m. longissimus dorsi*) buhajów w zależności od grupy żywieniowej.

Marmurkowatość w skali 1–6 pkt. Wyciek termiczny = ubytek masy podczas gotowania (%).

Grupa żywieniowa	L* Jasność	a* (parametr czerwieni)	b* parametr odcienia żółtego	pH mięsa	Marmurkowatość (pkt)	Wyciek termiczny (%)
Grupa 4	38,4 \pm 3,2	19,1 \pm 1,4	6,5 \pm 1,1	5,47 \pm 0,11	1,7 \pm 0,6	38,8 \pm 3,8
Grupa 2	37,9 \pm 2,3	19,8 \pm 2,9	8,4 \pm 2,0	5,59 \pm 0,09	2,0 \pm 0,0	39,8 \pm 1,6
Grupa 1	38,5 \pm 2,4	19,0 \pm 1,2	7,3 \pm 1,9	5,70 \pm 0,00	2,5 \pm 0,7	41,7 \pm 8,4

Średnie wartości składowych barwy wykazywały niewielkie różnice pomiędzy grupami żywieniowymi. Jasność mięsa (L*) mieściła się w przedziale 37,9–38,5, co świadczy o porównywalnej jasności powierzchni mięsa w każdej z grup. Różnice te mieściły się w granicach błęd pomiarowego (SD \sim 2–3 jednostki). Podobnie parametr a*, odpowiadający za odcień czerwieni, kształtował się na podobnym poziomie (19,0–19,8). W przypadku składowej b* (żółtość), grupa karmiona kiszoną z sorgo osiągnęła nieco wyższe wartości (8,4), wskazując na potencjalnie bardziej żółtą barwę mięsa, jednak bez statystycznie istotnych różnic ($p > 0,4$). Wszystkie wartości mieściły się w typowym zakresie dla wołowiny kulinarnej (L*: 35–42, a*: 15–20, b*: 6–9), spełniając kryteria jakości akceptowane przez konsumentów (Nogalski i in., 2023). Odczyn pH mięsa po 4 dniach dojrzewania różnił się nieznacznie między grupami. Mięso buhajów z grupy TMR (grupa 4) charakteryzowało się najniższym pH końcowym (średnio 5,47), podczas gdy w grupie 1, pH było najwyższe (średnio 5,70). Grupa 2 miała pH pośrednie (5,59). Te wartości układają się zgodnie z oczekiwaniami – dieta TMR (prawdopodobnie zawierająca więcej energii) sprzyjała większej akumulacji glikogenu w mięśniach i mocniejszemu zakwaszeniu poubojowemu (niższe pH), zaś diety oparte głównie na trawach mogły dostarczać mniej energii, skutkując nieco wyższym pH mięsa. Różnice są jednak niewielkie i żadna z próbek nie przekroczyła pH 5,8, a zatem wszystkie mięsa można uznać za cechujące się normalnym pH (brak wad DFD). Dla porównania, w innych badaniach mięso z systemów organicznych też wykazywało nieco wyższe pH niż z intensywnego opasu, jednak wszystkie wartości pH poniżej 5,8 uważa się za mieszczące się w normie i mało istotne sensorycznie (Ron i in., 2019). Test ANOVA wskazał trend statystyczny ($p \sim 0,086$) dla różnic pH między grupami – sugeruje to możliwe obniżenie pH przy żywieniu TMR w porównaniu z sorgo i trawą sudańską, lecz przy tak małej liczbie próbek nie osiągnięto istotności na poziomie 5%.



Rys. Porównanie wartości pH, marmurkowatości i wycieku termicznego mięsa pomiędzy grupami w kolejności: grupa 4, grupa 2, grupa 1.

Marmurkowatość mięsa we wszystkich grupach była niska – średnia ocena wahała się od 1,7 pkt (TMR) do 2,5 pkt (trawa sudańska) w skali 6-punktowej. Odpowiada to wołowinie bardzo chudej, z minimalnymi przerostami tłuszczu śródmięśniowego. Rzeczywiście, u żadnego z badanych buhajów nie stwierdzono wyraźnej marmurkowatości – punktacje indywidualne zawierały się między 1 a 3 pkt (głównie 2 pkt). Nie odnotowano statystycznie istotnych różnic między grupami ($p \approx 0,26$ dla efektu diety na marmurkowatość). Wynik ten jest zgodny z charakterystyką badanych zwierząt – były to młode buhaje mieszańce z dominującym udziałem rasy Limousine, które generalnie odkładają bardzo mało tłuszczu śródmięśniowego bez względu na dietę (Nogalski i in., 2023). Mięso ze wszystkich grup było bardzo chude, porównywalne z chudą wołowiną ekologiczną opisywaną przez innych autorów (Ron i in., 2019).

Ubytek masy podczas obróbki termicznej (wyciek termiczny) wyniósł średnio ~39–42% i był zbliżony we wszystkich badanych grupach (różnice nieistotne statystycznie, $p \sim 0,79$). Mięso z grupy 1 (trawa sudańska) odnotowało najwyższy przeciętny wyciek (~41,7%), zaś z grupy 4 -TMR – najniższy (~38,8%), ale przy dużym rozrzucie danych (SD w grupie trawy aż 8,4 p.p.). Nie zaobserwowano wyraźnej zależności między marmurkowatością a wielkością wycieku. W badaniach grupa o nieco wyższej marmurkowatości (trawa sudańska) miała większy, a nie mniejszy wyciek, co jednak tłumaczy się bardzo małą różnicą w marmurkowatości i wpływem innych czynników (np. indywidualne różnice w ubytku). Wodochłonność mięsa była podobna niezależnie od diety. Wskazuje to, że rodzaj paszy nie wpłynął istotnie na zdolność mięsa do utrzymania wody podczas obróbki termicznej. Wszystkie próbki traciły porównywalną część masy przy obróbce termicznej, co jest pośrednio skorelowane z podobnymi wartościami pH w granicach normy (brak mięsa DFD o nadmiernej retencji wody). Przeprowadzona analiza wskazuje, że różne rodzaje paszy zastosowane w żywieniu buhajów ekologicznych nie spowodowały istotnych różnic w podstawowych parametrach jakości ich mięsa. Wszystkie analizowane cechy (barwa, pH, wyciek, marmurkowatość) okazały się do siebie zbliżone w trzech grupach. Uzyskane wyniki dowodzą, że zmiana rodzaju paszy nie wpływa negatywnie na jakość mięsa, a ewentualne różnice wynikają raczej z genotypu, kondycji zwierząt czy długości opasu niż z rodzaju objętościowego komponentu diety. Jednocześnie, aby poprawić kruchość i soczystość mięsa ekologicznego, wskazane może być zwiększenie udziału energii w końcowym etapie opasu lub wydłużenie okresu dojrzewania mięsa (np. do 10–14 dni), co może przyczynić się do poprawy jego cech kulinarnych. Analiza fizykochemiczna mięsa pochodzącego od buhajów z

poszczególnych grup badawczych wskazywała na wyższe zawartości białka w grupie żywionej paszą objętościową z kukurydzą, natomiast wyższa zawartość tłuszczu charakteryzowała grupę 1 z trawą sudańską.

Tabela 6. Podstawowy skład chemiczny w badanych próbkach mięsa w zależności od grupy doświadczalnej

Zawartość	Grupa 1 dawka żywieniowa trawa sudańska	Grupa 4 dawka żywieniowa kukurydza	Grupa 2 dawka żywieniowa sorgo
Sucha masa, %	27,60	26,77	25,05
Woda, %	72,45	73,23	74,95
Azot, %	3,32	3,91	3,52
Białko, %	20,72	24,42	22,00
Tłuszcz, %	6,75	1,39	2,20

W ramach realizacji zadania badano zawartości witaminy A i E, stwierdzając, że wyższa zawartość witaminy E była w grupie żywionej trawą sudańską. Jak wykazały badania, zarówno żywienie bydła opasowego oparte o kukurydzę jak i trawę sudańską nie zmieniło poziomu zawartości niezbędnych aminokwasów utrzymując je na tych samych poziomach. Biorąc pod uwagę walory prozdrowotne wołowiny, zmiana modelu żywienia bydła opasowego jaki był proponowany w projekcie nie pogorszyła wartości odżywczych ekologicznego mięsa wołowego.

Tabela 7. Poziom aminokwasów w badanych próbkach mięsa w zależności od grupy doświadczalnej

Aminokwas, g/100 g	Dawka żywieniowa trawa sudańska g/100g/(± 14%)	Dawka żywieniowa kukurydza g/100g/ (± 14%)	Dawka żywieniowa sorgo g/100g/ (± 14%)
Fenylalanina	0,92	0,93	0,83
Glicyna	1,20	0,93	1,22
Histydyna	0,79	0,69	0,67
Hydroksyprolina	0,23	<0,1	0,19
Izoleucyna	0,98	0,98	0,88
Kwas asparaginowy	2,04	1,99	1,72
Kwas glutaminowy	3,35	3,47	3,25
Leucyna	1,72	1,73	1,65
Lizyna	1,86	2,03	1,82
Prolina	0,95	0,84	0,98
Seryna	0,87	0,83	0,85
Treonina	0,99	0,97	0,94
Tyrozyna	0,70	0,72	0,70
Walina	1,04	1,04	0,93
Alanina	1,31	1,24	1,30
Arginina	1,42	1,34	1,58
Tryptofan	0,23	0,26	0,25
Cysteina+Cystyna	0,18	0,20	0,15
Metionina	0,44	0,49	0,57

Badania zawartości kwasów tłuszczowych w próbkach mięsa pochodzącego od bydła z grup badawczych 1, 2 i 4 wykazały, że żywienie opasów trawą sudańską może w istotny sposób zwiększyć zawartość pożądaných kwasów tłuszczowych w mięsie, zwłaszcza jednonienasyconych, wielonienasyconych z grupy omega-3 i omega-6. W grupie doświadczalnej 1 znacznie obniżył się poziom kwasów typu trans, jednak odnotowano jednocześnie wzrost kwasów tłuszczowych nasyconych.

Tabela 8. Zawartość kwasów tłuszczowych w badanych próbkach mięsa w zależności od grupy doświadczalnej

Wyszczególnienie, g/100 g	Dawka żywieniowa trawa sudańska g/100 g	Dawka żywieniowa kukurydza g/100 g	Dawka żywieniowa sorgo g/100 g
Zawartość kwasów tłuszczowych jednonienasyconych	2,83	0,58	2,00
Zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych	3,62	0,74	0,95
Zawartość kwasów tłuszczowych Omega-3	0,10	<0,1	<0,1
Zawartość kwasów tłuszczowych Omega-6	0,16	<0,1	0,10
Zawartość kwasów tłuszczowych Omega-9	2,49	0,50	0,90
Zawartość kwasów tłuszczowych trans	0,62	1,32	0,10
Zawartość kwasów tłuszczowych wielonienasyconych	0,24	<0,1	0,10

Stwierdzenia i wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników z analiz chemicznych pasz stwierdzono, że optymalnym składem pod względem zawartości suchej masy, białka ogólnego oraz włókna surowego charakteryzowały się zielonki trawy sudańskiej zbieranej w pierwszym pokosie (początek sierpnia) oraz sorgo w fazie dojrzałości do zbioru z przeznaczeniem na kiszonkę (początek października).
2. Drugi odrost trawy sudańskiej, zebrany na początku września oraz sorgo koszone w tym samym czasie, pomimo najwyższej zawartości białka, zawierały zbyt mało suchej masy, co mogłoby negatywnie wpłynąć zarówno na proces konserwacji jak i jakość uzyskanych pasz. Zbyt wysoka wilgotność zielonek sprzyja rozwojowi bakterii z rodzaju Clostridium, procesom gnilnym oraz nadmiernej fermentacji octowej w czasie zakiszania.
3. W porównaniu do zielonek z sorgo oraz kukurydzy, zielonka z trawy sudańskiej z pierwszego pokosu zawierała najwięcej białka ogólnego. Wszystkie omawiane zielonki należą do niskobiałkowych roślin paszowych i w dawkach pokarmowych dla bydła opasowego wymagają uzupełnienia paszami białkowymi. Mogą to być sianokiszonki lub kiszonki z lucerny, mieszanek traw z roślinami bobowatymi lub wysokobiałkowe pasze treściwe (śruty z nasion strączkowych grubonasiennych, śruta lub makuch rzepakowy pod warunkiem ekologicznego pochodzenia).
4. Zielonka z sorgo zbierana na początku października (dojrzałość kiszonkowa) oraz zielonka z trawy sudańskiej z pierwszego pokosu zawierały najwięcej węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie, co

pozytywnie wpływa na ich smakowitość oraz proces zakiszania takich zielonek. Dlatego dla praktyki rolniczej zaleca się zbiór zielonek z sorgo i trawy sudańskiej w terminach przyjętych w realizowanym zadaniu.

5. TMR doświadczalny z dodatkiem trawy sudańskiej charakteryzował się najwyższym poziomem wszystkich aminokwasów, najwyższym udziałem witaminy E oraz najwyższym udziałem kwasów jednonienasyconych (0,69 g/100g) oraz wielonienasyconych (1,23 g/100 g) spośród wszystkich analizowanych pasz.
6. Rodzaj pasz objętościowych w dawce pokarmowej nie wywarł istotnego wpływu na kluczowe parametry jakości mięsa analizowanych buhajów. Barwa, pH, marmurkowatość oraz wodochłonność mięsa były porównywalne między grupami żywionymi TMR, kiszonką z sorgo oraz kiszonką z trawy sudańskiej. Zaobserwowane różnice były niewielkie i nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej.
7. Parametry barwy mięsa (L^* , a^* , b^*) mieściły się w typowych zakresach akceptowalnych przez konsumentów, niezależnie od rodzaju paszy objętościowej. Oznacza to, że alternatywne pasze – takie jak sorgo czy trawa sudańska – nie wpływają negatywnie na wizualną jakość mięsa.
8. Odczyn pH mięsa we wszystkich grupach mieścił się w zakresie fizjologicznym (5,4–5,7), co świadczy o prawidłowym przebiegu glikolizy poubojowej i braku cech mięsa DFD. Niewielkie różnice pH między grupami mogą być związane z poziomem energii w dawkach, lecz ich wpływ na jakość mięsa był marginalny.
9. Marmurkowatość mięsa oceniono jako niską, bez istotnych różnic między grupami. Wskazuje to, że przy ekstensywnym żywieniu i krótkim okresie opasu młodych buhajów trudno uzyskać znaczący wzrost zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Zwiększenie koncentracji energii w końcowym etapie opasu mogłoby poprawić ten parametr, o ile byłoby zgodne z zasadami produkcji ekologicznej.
10. Wyciek termiczny był zbliżony we wszystkich grupach (~40%), co świadczy o podobnej zdolności mięsa do utrzymywania wody. Brak różnic w tym zakresie jest zgodny z podobnym poziomem pH oraz niską marmurkowatością we wszystkich wariantach żywieniowych.



Instytut ochrony roślin – państwowy instytut badawczy w Poznaniu

Zakład rolnictwa ekologicznego i ochrony środowiska

Sprawozdanie

**Badania dotyczące podnoszenia efektywności w zakresie doskonalenia agrotechniki
roślin oleistych uprawianych w rolnictwie ekologicznym, ze szczególnym
uwzględnieniem metod ochrony roślin**

*Doskonalenie wykorzystania biologicznych i naturalnych środków produkcji oraz elementów zielonej
infrastruktury w celu zapewnienia plonu i ochrony rzepaku ozimego*

Kierownik:

Prof. dr hab. Jolanta Kowalska

Wykonawcy:

Dr inż. Joanna Krzysińska

Mgr inż. Joanna Łukaszyk

Dr hab. Magdalena Jakubowska

St. technik Lidia Łopatka

Dr inż. Paweł Trzeciński

Dr inż. Małgorzata Antkowiak

Mgr Mikołaj Błędkowski

Mgr Rafał Nowaczyk

Współpraca naukowa:

Dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM

Na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr. DEJ.re 765.7.2025 z dnia 24 marca 2025 r.

Wprowadzenie

Uprawa rzepaku w systemie ekologicznym jest uważana za bardzo trudną lub nieopłacalną z powodu wysokich strat w plonie spowodowanych wysoką presją agrofagów. Pomimo tego wzrasta zainteresowanie tą uprawą, głównie z powodu możliwości sprzedaży w gospodarstwie wytłaczanych olei. Olej rzepakowy tłoczony metodą „na zimno” przez ekologiczne wytwórnie jest często dodatkową działalnością gospodarstw. Ziarno rzepaku, a raczej śruta bądź makuch powstały po tłoczeniu oleju, to również bardzo cenna pasza białkowa w żywieniu zwierząt gospodarskich. Aby taka pasza mogła być stosowana w ekologicznej produkcji zwierzęcej, ziarno musi zostać wytworzone zgodnie ze standardami ekologicznego systemu produkcji.

Rzepak wymaga dobrego przedplonu (strączkowe, zboża) i posiada bardzo wysokie wymagania nawozowe, szczególnie względem azotu. Jego wzrost jesienny musi być zabezpieczony w azot, aby dobrze przetrwał zimę i był konkurencyjny dla chwastów, wzrost wiosenny jest intensywny, więc gleba także musi być zaopatrzona w niezbędne ilości składników pokarmowych- mikro- i makro- w podłożu (azot, potas, siarka, fosfor, bor, magnez). Jako źródło azotu można zastosować produkty, np. Bioilsa lub inne dopuszczone przez IUNG-PIB nawozy azotowe, można wzbogacić glebę produktem przyspieszającym humifikację i zwiększającym bionom gleby, np. kompleks produktów Plocher Gleba i Plocher Humus.

Ochrona rzepaku wymaga działań przeciwko wiele szkodnikom i patogenom, które stwarzają zagrożenie dla plonu. Jest to bardzo niebezpieczne w sytuacji, kiedy rzepak jest uprawiany w tym samym gospodarstwie rok po roku, nawet przy zachowaniu zmianowania na danym polu. Największy problem stwarza słodyszek rzepakowy, chowacz podobnik, a także pryszczarek kapustnik. Larwy słodyszka wyjadają pąki kwiatowe, loty samic odbywają się jeszcze przed kwitnieniem. Z kolei samica chowacza podobnika składa jaja do zawiązanych już łuszczyń, aby larwy wyjadały zawiązki ziaren. Do uszkodzonych przez chowacza łuszczyń składa jaja także pryszczarek.

Podejmowane są próby ograniczenia szkodliwości zarówno patogenów jak i chorób, oceniano skuteczność preparatów bazujących na azadyrachtynie, wyciągach roślinnych, pyretrynie, etc. Niestety skuteczność tych zabiegów jest zmienna i dodatkowo należy jeszcze pamiętać o bezpieczeństwie dla zapylaczy w okresie kwitnienia rzepaku oraz o właściwym terminie zabiegu i podatności konkretnego szkodnika, przeciwko któremu chcemy wykonać zabieg ochronny oparty na konkretnej substancji.

Substancje stosowane w rolnictwie ekologicznym, takie jak pyretryny naturalne lub azadyrachtyna i środki biologiczne mają także różne mechanizmy działania i różnią się „trwałością”, zatem należy przemyśleć dokładnie co i kiedy, i dlaczego może być zastosowane, aby przyniosło oczekiwany efekt. W przypadku słodyszka możliwy byłby zabieg ze spinosadem, ale nie jest on bezpieczny dla zapylaczy, można jedynie rozważyć bardzo wczesne zabiegi na tzw. „pąk zamknięty” w momencie obserwacji silnego zasiedlenia roślin przez słodyszki lub chowacze. Stosowano zabiegi agrotechniczne, np. pasowy, brzegowy wysiew rzepiku, o okresie kwitnienia wcześniejszym niż rzepak. Rzepik jest dla owadów atrakcyjniejszy dzięki intensywniejszemu zapachowi. Kwitnący rzepik wabi samice słodyszka, które składają jaja, dzięki czemu omijają one uprawę główną (przynajmniej przez pewien czas).

W literaturze są prace, gdzie aplikowano olej słonecznikowy, lawendowy zmniejszając liczebność chrząszczy słodyszka w kwiatostanach. Aby osiągnąć zadawalającą skuteczność powinno się wielokrotnie stosować oleje, gdyż po jego wyschnięciu nalatują kolejne chrząszcze. Niestety na chowacza podobnika oraz pryszczarka sprawdzonych środków brak, dlatego w proponowanym projekcie wprowadzone będą zabiegi (m.in. oparte na grzybie owadobójczym, krzemie), które mogą przyczynić się do ograniczenia także i tych szkodników. Inne sposoby ograniczania szkodników rzepaku to stosowanie olejów roślinnych o

silnych zapachach odstraszających, mączki bazaltowej oraz innych metod, które opisano w wybranej, przytoczonej literaturze [1-8]. Dodatkowo należy zwiększać areał zielonych użytków wokół pól rzepaku, w ten sposób tworzy się ostoje dla drapieżnych organizmów.

W roku 2023 rozpoczęto pierwszy rok tego projektu, zastosowano *B. bassiana*, *B. subtilis*, azadyrachtynę w różnych kombinacjach zabiegowych. Ze wszystkich tych poletek doświadczalnych zebrano wyższy plon (statystycznie istotnie potwierdzony) w porównaniu do poletek kontrolnych. W roku 2023 zastosowano także zabiegi oparte na kwasie ortokrzemowym niwelujące stres suszy oraz poprawiające strukturę łąnu. W roku 2024 również zaplanowano podobne zabiegi, gdzie krzem był induktorem odporności roślin i poprzez to wspólnie z *Pythium oligandrum* i *Bacillus subtilis* ograniczył nasilenie chorób. Jak podają badania Feng et al. (2021) Si może także złagodzić nasilenie choroby *S. sclerotiorum* w uprawie rzepaku, ze względu na indukowane reakcje obronne. Rośliny traktowane krzemem mogą być nieatrakcyjne dla niektórych szkodników, np. mszyc lub przyszczarków. Ponadto kwas ortokrzemowy podnosi pH i w związku z tym środowisko kwaśne również może być niekorzystne dla rozwoju patogenów i także zniechęcać szkodniki (np. mszyc, przyszczarki) do odwiedzania traktowanych roślin. W roku 2023 wykonano badania laboratoryjne i szklarniowe, które potwierdziły możliwości łącznego stosowania *B. bassiana* i krzemu, który nie ograniczył wzrostu grzybów owadobójczych, a ponadto stymulował ich zarodnikowanie. W roku 2024 badania kontynuowano w wykorzystaniem kolejnych mikrobiologicznych produktów i naturalnych. Wykorzystano kolejne produkty mikrobiologiczne poprawiające strukturę gleby, np. produkty Plocher. W roku 2025 weryfikowano plan ochrony i uprawy rzepaku w zmieniających się warunkach klimatycznych.

Celem projektu w 2025 było wykorzystanie grzybów owadobójczych oraz pożytecznych bakterii lub drożdży wraz wybranymi produktami pochodzenia naturalnego (krzem, oleje, azadyrachtyna) w celu zwiększenia zdrowotności roślin wraz z wprowadzonym nowym elementem badawczym, takim jak ocena efektywności zielonej infrastruktury pola (tzn. przylegający do pola rzepaku dwuletni pas kwietny oraz obsiew brzegu pola rzepaku wybraną rośliną towarzyszącą – np. gorczycą białą i ocena wpływu pasa gorzycy na plon rzepaku ozimego). Plon i pośrednio zdrowotność kwiatostanów i łuszczyń w niezaprzeczalny sposób jest efektem naturalnych sił obronnych ekosystemu, na który składają się populacje owadów o różnych funkcjach troficznych.

Metody wykonania zadania

W Polowej Stacji Doświadczalnej Instytutu Ochrony Roślin - PIB w Winnej Górze na powierzchni ekologicznej w dniu 29.08. 2024 r. (norma wysiewu 3,5 kg/ha) wysiano dwie odmiany rzepaku ozimego (jedna populacyjna i jedna mieszańcowa – Graf i Harry - te same odmiany, które były przedmiotem badań w latach poprzednich. Odmiana Harry jest zarejestrowana w Polsce od 2013 roku i jest jedną z najbardziej plennych odmian populacyjnych. Odmiana mieszańcowa Graf F1, zarejestrowana w Polsce od 2014 roku, charakteryzuje się średnią odpornością na zgniliznę twardzikową, suchą zgniliznę i choroby podstawy łodyg.

Agrotechnika z ochroną

Przed siewem zastosowano gnojowicę 500l/ha, siew wykonany w rozstawie tzw. zbożowej (12,5 cm.). Jako odchwaszczanie wykonano zabiegi broną chwastownik (w fazie 4 liści, 6 liści oraz tzw. „po ruszeniu wegetacji”, czyli 7. i 21. 10.24r. oraz 04.03. 2025 r. Jesienią (04.10.24) wykonano dwa zabiegi opryskiwania z L-amino Humus (1.5/ha) oraz z L- amino Bor (0,3 l/ha), te same zabiegi powtórzono wiosną. W celu ograniczenia liczebności szkodników jesienią na całej powierzchni wykonano jeden zabieg na bazie spinosadu.

Wiosną (5.03.25) na całej plantacji wykonano zabiegi odżywiające roślinę i glebę tzn. zastosowano ponownie gnojnicę 500l/ha oraz wprowadzono zabieg z produktem Plocher Humus gleba (1 l/200l wody/0,3 ha). Jako zabiegi ochronne zastosowano w dniu 28.04.25r. *Beaveria bassiana* – grzyb owadobójczy (Naturalis, 2,5l/ha) połączony z zabiegiem z krzemem w formie płynnej (ZumSil (0,3l/ha) oraz z *Bacillus subtilis* (Serende 2,5l/ha). Drugi identyczny, połączony zabieg wykonano w dniu 8 maja 2025 r. Przeciwno chowaczom i słodyszkowi wykonano zabieg środkiem ochrony zawierającym spinosad, w dniu 10.03.2025 r. oraz w dniu 15.04.2025 r. Dodatkowo w drugiej połowie maja, w celu ochrony przed *Alternaria* sp. (sprawca czerni krzyżowych) wykonano jeden zabieg połączony z olejem roślinnym (0,1l/100 l wody i drożdżami komercyjnymi (piekarnicze 20g/100 l wody). Przeciwno pryszczarkom wykonano dwa zabiegi z azadyrachtyną (początek zawiązywania łuszczyn i w fazie zielonej łuszczyny).

Powierzchnia rzepaku była zlokalizowana przy pasie kwietnym (dwuletnim). Na powierzchni rzepaku czerpakowano owady, aby określić skład gatunkowy entomofauny latającej. Na sąsiednim polu wysiano pas gorczycy białej o szerokości 10 m, ale jej efekt jako rośliny pułapkowej nie spełnił oczekiwanej funkcji z uwagi na zbyt późny okres rozpoczęcia wegetacji i rozpoczęcia kwitnienia gorczycy, co fenologicznie „minęło” się z rzepakiem. W pod koniec wegetacji, w fazie dojrzałej łuszczyny oceniono zdrowotność całych roślin według skali COBORU od 1 do 9. Obliczono wysokość plonu z hektara i zmierzono jego wybrane parametry. Równolegle prowadzono lustracje pól rzepaku w prywatnym gospodarstwie ekologicznym, dzięki współpracy z dr hab. Józefem Tyburskim prof. UWM.

Wyniki

Ocena zdrowotności

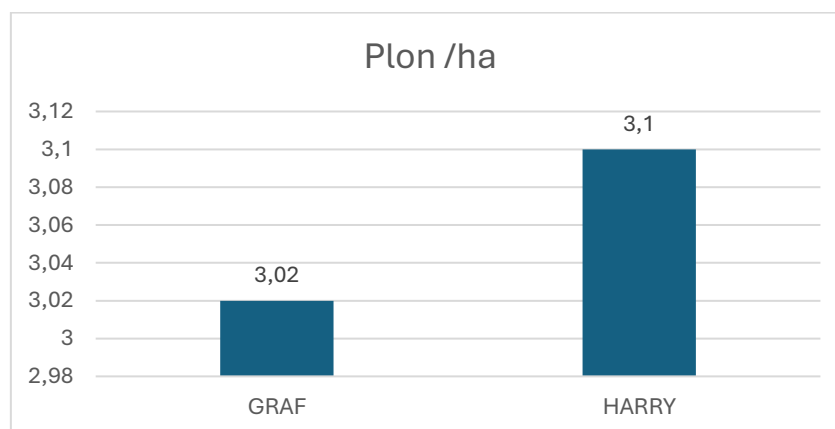
Większość ocenianych roślin została zakwalifikowana do roślin zdrowych lub słabo porażonych, zarówno przez patogeny jak i uszkodzonych przez szkodniki (Tab.). W tabeli umieszczono procentowy udział roślin oceniany in situ w trakcie wegetacji, w fazie dojrzałych łuszczyn.

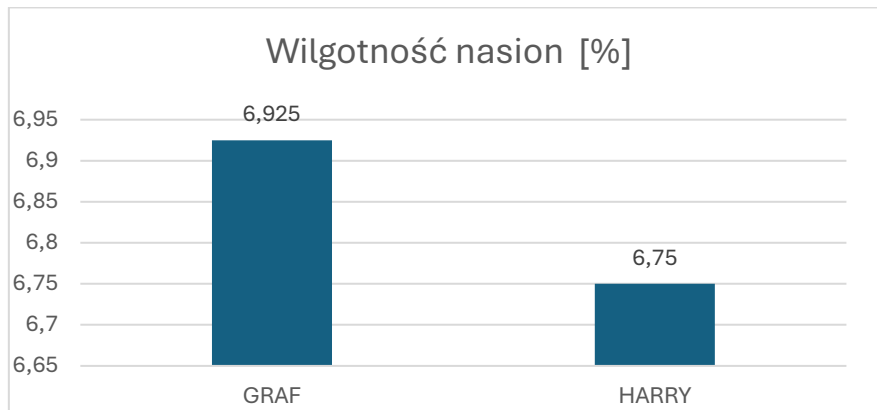
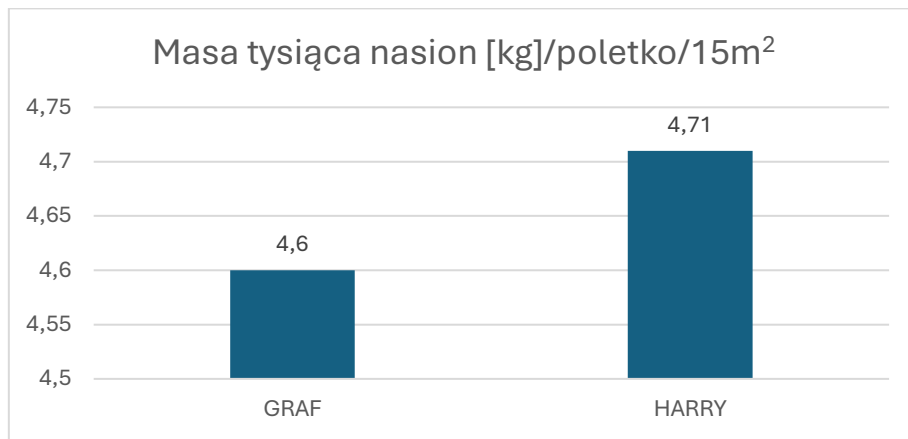
Odmiana	Skala zdrowotności wg COBORU				
	4	5	6	7	8
HARRY	0%	0%	20%	35%	50%
GRAF	3%	3%	20%	20%	55%

Ocena 9 – 100% zdrowych roślin, ocena 0 – 0% zdrowych roślin

Plon

Zebrany plon dla obu odmian był zadawalający, z niewielką przewagą lepszego plonowania odmiany Harry (3,1 t/ha). Niewątpliwie wiązało się to ze zwiększoną masą tysiąca nasion odmiany Harry (4,71 kg/ 15 m²).





Entomofauna odłowiona na plantacji rzepaku

Pierwsze odłowy owadów wykonano w dniu 29 kwietnia, kolejne 13 maja, 28 maja, 10 czerwca, 24 czerwca, 7 lipca, 23 lipca i bezpośrednio przed zbiorem 06 sierpnia. Dane z pierwszych odłowów za pomocą czerpaka entomologicznego jako przykładowe, zestawiono poniżej. Z uwagi na ogrom zebranych danych nadal są prowadzone analizy zestawień. W ostatniej kolumnie znajdują się nazwy gatunkowe, w przypadku potwierdzonych identyfikacji taksonomicznych.

RZĄD	PODRZĄD	RODZAJ/RODZINA	GATUNEK	SZT.	TROFIZM	POTENCJALNY SZKODNIK	POTENCJALNY POŻYTECZNY	gatunek
Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	aeneus	10	fitofag	x	x	słodyszek rzepakowy
Hymenoptera	Tenthredinidae	Athalia	rosae	1	fitofag	x	x	gnatarz rzepakowiec
Hymenoptera	Aculeata	Halictidae		1	inne		x	Smuklikowate
Hymenoptera	Aculeata	Apidae	inne	2	inne		x	pszczółowate
Diptera	Anthomyiidae	Delia		10	fitofag	x	x	śmietkowate
Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	obstrictus	61	fitofag	x	x	chowacz podobnik
Diptera	Anthomyiidae	Delia		32	fitofag	x	x	śmietkowate
Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	obstrictus	28	fitofag	x	x	chowacz podobnik
Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	aeneus	10	fitofag	x	x	słodyszek rzepakowy
Diptera	Sarcophagidae			1	saprofag		x	
Araneae				3	zoofag			pająki
Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	obstrictus	18	fitofag	x	x	chowacz podobnik
Diptera	Psilidae	Chamaepsila	rosae	1	fitofag	x	x	
Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	aeneus	1	fitofag	x	x	słodyszek rzepakowy
Diptera	Anthomyiidae	Delia		12	fitofag	x	x	śmietkowate
Coleoptera	Chrysomelidae	Altica		1	fitofag			

Odłowy 29 kwietnia

RZĄD	PODRZĄD/ NADRODZINA	RODZAJ/ RODZINA	GATUNEK	SZT.	TROFIZM	POTENCJALNY SZKODNIK	POTENCJALNY POŻYTECZNY	gatunek
Araneae				1	zoofag			pająki
Diptera	Bibionidae	Bibio		4	fitofag	x	x	leniowate
Hymenoptera	Tenthredinidae	Athalia	rosae	1	fitofag	x	x	gnatarz rzepakowiec
Diptera	Anthomyiidae	Delia		13	fitofag	x	x	śmietkowate
Diptera	Anthomyiidae	inne		1	fitofag	x	x	śmietkowate
Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	aeneus	29	fitofag	x	x	słodyszek rzepakowy
Hymenoptera	Parasitica	inne		1	zoofag		x	parazytoidy
Hymenoptera	Parasitica	Chalcidoidea		2	zoofag		x	parazytoidy
Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	obstrictus	8	fitofag	x	x	chowacz podobnik
Diptera	Sciaridae			1	inne	x	x	ziemiórki

Odłowy 13 maja

Zestawienie alfabetyczne i liczbowe odłowionej entomofauny latającej z powierzchni rzepaku zlokalizowanej przy pasie kwietnym oraz w bliskiej odległości od pasa gorczycy białej.

	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
29.04.2025	Hymenoptera	Aculeata	Halictidae	1
		Aculeata	Apidae	2
	Diptera	Anthomyiidae	Delia	54
	Araneae	undefined	undefined	3
	Coleoptera	Chrysomelidae	Altica	1
	Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	107
	Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	21
	Diptera	Psilidae	Chamaepsila	2
	Diptera	Sarcophagidae	undefined	1
	Hymenoptera	Tenthredinidae	Athalia	1

	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
13.05.2025	Hymenoptera	Aculeata	Halictidae	1
	Diptera	Anthomyiidae	Delia	30
		undefined	undefined	1
	Araneae	undefined	undefined	1
	Diptera	Bibionidae	Bibio	8
	Diptera	Chloropidae	Oscinella	1
	Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	41
	Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	98
	Hymenoptera	Parasitica	inne	1
			Chalcidoidea	2
	Diptera	Sciaridae	undefined	2
	Coleoptera	Staphylinidae	undefined	1
	Hymenoptera	Tenthredinidae	Athalia	1

	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
28.05.2025	Hymenoptera	Aculeata	Halictidae	2
	Araneae	undefined	undefined	3
	Diptera	Anthomyiidae	Delia	7
		Anthomyiidae	inne	3
	Diptera	Chloropidae	undefined	1
	Neuroptera	Chrysopidae	Chrysopa	1
	Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	9
	Lepidoptera	Heterocera	undefined	1
	Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	8
	Hymenoptera	Parasitica	inne	1
	Diptera	Sciaridae	undefined	1

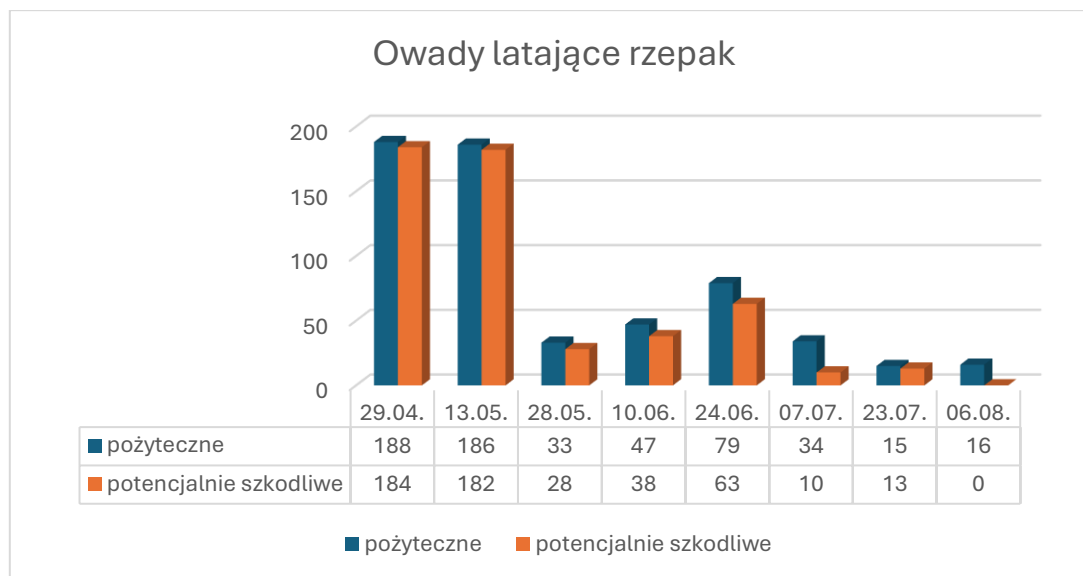
	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
10.06.2025	Araneae	undefined	undefined	6
	Diptera	Anthomyiidae	undefined	9
	Hemiptera	Aphididae	undefined	1
	Diptera	Cecidomyiidae	undefined	14
		Chloropidae	Oscinella	1
		Drosophilidae	undefined	2
		Sphaeroceridae	undefined	2
		undefined	undefined	4
	Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	10
	Hymenoptera	Parasitica	Chalcidoidea	2
	Diptera	Sciaridae	undefined	3

	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
24.06.2025	Hymenoptera	Aculeata	Apidae	1
	Diptera	Anthomyiidae	undefined	22
	Araneae	undefined	undefined	5
	Coleoptera	Cerambycidae	undefined	2
	Coleoptera	Chrysomelidae	Psylliodes	3
	Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	7
			undefined	1
	Diptera	Drosophilidae	undefined	1
	Diptera	Muscidae	undefined	1
	Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	38
	Hymenoptera	Parasitica	Chalcidoidea	1
	Diptera	Syrphidae	Sphaerophoria	6
			Melanostoma	3
	Diptera	Tachinidae	Phasiinae	1

	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
07.07.2025	Diptera	Anthomyiidae	undefined	6
		undefined	undefined	1
	Coleoptera	Curculionidae	Ceutorhynchus	1
	Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	3
	Hymenoptera	Parasitica	Chalcidoidea	19
			undefined	2
	Diptera	Tachinidae	Phasiinae	2
	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
23.07.2025	Diptera	Anthomyiidae	undefined	11
	Hemiptera	Aphididae	undefined	1
	Coleoptera	Nitidulidae	Brassicogethes	1
		undefined	undefined	1
	Hymenoptera	Parasitica	inne	3

	Rząd	podrząd	rodzina	sztuk
06.08.2025	Hymenoptera	Parasitica	Chalcidoidea	1
	Diptera	Sphaeroceridae	undefined	15

Podsumowanie odłowionych owadów w zależności od terminów i ich funkcji troficznych przedstawiono na wykresie poniżej. *Wyraźnie wykazano równowagę pomiędzy gatunkami potencjalnie szkodliwymi i pożytecznymi*, co w dużej mierze wiąże się z wysokim plonowaniem- (niewielkie uszkodzenia łodyg przez chowacze, kwiatostanów przez słodyszka rzepakowego oraz słabe średnie uszkodzenia łuszczyn przez chowacze oraz pryszczarki).



Wnioski

1. W trakcie uprawy nie zaobserwowano na plantacji silnej presji ze strony szkodników ani sprawców chorób rzepaku. Rośliny były dobrze odżywione i charakteryzowały się ogólnie średnią zdrowotnością, głównie w skali od 6-8, gdzie 9 oznacza 100% zdrowych roślin na ocenianej powierzchni. Była to powierzchnia przylegająca do pasa kwietnego, dwuletniego. W bliskim sąsiedztwie pola znajdowała się także powierzchnia gorczycy białej.
2. W lipcu nasilenie uszkodzeń powodowanych przez sprawców chorób grzybowych było niewielkie
3. Wilgotność nasion kształtowała się na podobnym poziomie, w przedziale 6,7-6,9%, przy czym plon odmiany Gryf charakteryzował się wyższą wilgotnością. Optymalna wilgotność nasion rzepaku do zbioru wynosi od 8% do 10%. W przypadku długoterminowego przechowywania zaleca się wilgotność na poziomie 5-7%.
4. Mikrobiologiczne zabiegi ochronne przyczyniły się zachowania dobrej kondycji zdrowotnej, jednocześnie należy zapewnić aminokwasy, potas, bor oraz azot w trakcie jesienno-wiosennych zabiegów odżywiających. Siarka może ograniczyć objawy mącznika prawdziwego, można ją stosować również w formie nawozu.
5. Odmiana Graf plonowała nieznacznie słabiej (3,02 t/ha) niż odmiana Harry (3,1 t/ha), co jest efektem zwiększonej masy tysiąca nasion/15m² dla odmiany Harry (4,71 kg) w porównaniu do masy tysiąca nasion dla odmiany Graf (4,6 kg/poletko/15 m²).

6. Wyraźnie wykazano równowagę w liczebności pomiędzy owadami potencjalnie szkodliwymi i pożytecznymi, co w dużej mierze wiąże się z wysokim plonowaniem rzepaku - (niewielkie uszkodzenia łodyg przez chowacze, kwiatostanów przez słodyszka rzepakowego oraz średnie uszkodzenia łuszczyn przez chowacze oraz pryszczarki). Wprowadzenie do krajobrazu pola rolniczego, szczególnie w bliskiej odległości od pola rzepaku elementów zielonej infrastruktury takiej jak np. pas kwietny zdecydowanie przyczyniło się do wzmocnienia konserwacyjnej metody biologicznej i wzmocniło równowagę pomiędzy populacjami owadów szkodliwych i pożytecznych.
7. Zachowanie rotacji uprawy rzepaku oraz wykonanie kilkakrotnych zabiegów mechanicznych, np. broną chwastownik w przypadku siewu w rozstawie 12 cm lub wykorzystanie pielnika w przypadku siewu pasowego jest konieczne.

Rekomendacje dla praktyki na podstawie dotychczasowych badań

Przed siewem należy zapewnić azot dla roślin (np. Bioilsa w dawce 300 kg/ ha lub gnojowica 500 l/ha). Zaprawianie nasion środkiem mikrobiologicznym (np. zawierającym bakterie *Bacillus amyloliquefaciens*, środkiem Integral PRO w dawce 160 ml/100 kg nasion) także przyczynić się może do zwiększonej zdrowotności młodych roślin. Zaprawa zawiera bakterie, czyli żywe organizmy, które są wrażliwe na warunki w środowisku glebowym. Wiosną także należy dostarczyć azot oraz potas. Siarka może zabezpieczyć plantację przed mącznikiem prawdziwym. Należy rozważyć stosowanie biopreparatów poprawiających strukturę gleby i jej zasobność w materię organiczną, np. Plocher Humus Gleba w dawce 4 l/ha/ 400 l wody, zalecane jest powtórzenie zabiegów wiosną z kompleksem produktów Plocher, stosowanych wówczas głównie dolistnie. W okresie jesiennym/wiosennym zaleca się stosowanie naturalnych nawozów płynnych zawierających aminokwasy oraz bor (np. L-Amino+B) w dawce 3l/ ha. Bezwzględnie należy wykonać zabiegi odchwaszczające broną chwastownik (przy siewie tzw. zbożowym, rozstawa ok. 12 cm) dwa razy jesienią, ponownie wiosną, także z zastosowaniem pielnika, jeśli jest stosowany siew pasowy. Należy zastosować monitoring szkodników za pomocą żółtych naczyń oraz lustrację roślin w celu ustalenia progu szkodliwości dla pryszczarka kapustnika oraz chowaczy i wyznaczenia optymalnego terminu pierwszych zabiegów. W przypadku pryszczarka kapustnika należy zastosować żółte naczynia, żeby uchwycić moment nalotu muchówek, a potem prowadzić lustrację roślin. Jeśli pryszczarek występuje w dużym nasileniu należy zastosować zabieg ochronny w fazie opadania płatków i zielonej łuszczyny z wykorzystaniem azadyrachtyny (np. NeemAzal). Aby ograniczyć uszkodzenia głównie kwiatostanów i młodych łuszczyn przez szkodniki można zastosować środki ochronne, w tym np. preparat Naturalis zawierający grzyba owadobójczego *Beaveria bassiana*, dwukrotnie (np. w fazie rozwojowej rzepaku BBCH 61 i 65). Zabieg można połączyć z fungicydem biologicznym np. Serenade w dawce 2,5 l/ha oraz zabiegami preparatem zawierającym kwas ortokrzemowy w dawce 0,3l/ ha/ 200l wody. Zabiegi kwasem ortokrzemowym (np. ZumSil 0,3l/ha) obniżają podatność rzepaku ozimego na suszę oraz uszkodzenia powodowane przez mszyce i słodyszka. W przypadku problemów z mszycami dobrze jest zastosować środki z azadyrachtyną, olejem lub naturalnymi pyretrynami (jedynie wtedy, kiedy temp. powietrza jest poniżej 20 stopni Celsjusza). Zabiegi ochronne dobrze uzupełniają zabiegi łączone na bazie drożdży piekarniczych (20g/100 l wody) i oleju słonecznikowego (0,1l/100 l wody) wykonywane w połowie maja. Wprowadzenie do krajobrazu pola rolniczego, szczególnie w bliskiej odległości od pola rzepaku, elementów zielonej infrastruktury, takiej jak pas kwietny zdecydowanie przyczyni się do wzmocnienia konserwacyjnej metody biologicznej i wzmocni równowagę pomiędzy populacjami owadów szkodliwych i pożytecznych.

Literatura – wybrane pozycje

- 1) Kowalska J. 2014. Uprawa rzepaku ozimego w systemie produkcji ekologicznej. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego. 3: 72-81
- 2) Kowalska J., Tyburski J. 2021. Poradnik Ochrony Roślin w Rolnictwie Ekologicznym. Wyd. IOR-PIB
- 3) Deborah Kaisera, Stephan Handschinc, Rudolf P. Rohrb, Sven Bacherb, Giselher Grabenwegera 2020. Co-formulation of *Beauveria bassiana* with natural substances to control pollen beetles – Synergy between fungal spores and colza oil. *Biological Control*, 140, 104106 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104106>
- 4) C. Daniel, H. Dierauer, M. Clerc. The potential of silicate rock dust to control pollen beetles (*Meligethes* spp.) B. Koopmann, S.M. Cook, N. Evans, B. Ulber (Eds.), 2013. *Integrated Control in Oilseed Crops*, IOBC-WPRS Bulletin, Goettingen, pp. 47-55
- 5) B. Dorn, W. Jossi, C. Humphrys, J. Hiltbrunner. 2013. Screening of natural products in the laboratory and the field for control of pollen beetles *J. Appl. Entomol.*, 138, pp. 109-119
- 6) S. Kuske, C. Pilz, U. Koelliker. 2013. Phenotypic search for promising entomopathogenic fungal isolates to control pollen beetles. B. Koopmann, S.M. Cook, N. Evans, B. Ulber (Eds.), Working Group “Integrated Control in Oilseed Crops”, IOBC-WPRS Bulletin, Paris, pp. 79-81
- 7) T. Mucha-Pelzer, N. Debnath, A. Goswami, I. Mewis. 2008. Comparison of different silicas of natural origin as possible insecticides *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*, 73 pp. 621-628
- 8) S.P. Wraight, M.J. Filotas, J.P. Sanderson 2016. Comparative efficacy of emulsifiable-oil, wettable-powder, and unformulated-powder preparations of *Beauveria bassiana* against the melon aphid *Aphis gossypii*. *Biocontrol Sci. Tech.*, 26, pp. 894-914
- 9) Pietruszyńska Oliwia, Sosnowska Danuta, Holka Małgorzata, Kowalska Jolanta. 2024. Wpływ krzemu na rozwój i zarodnikowanie grzybów entomopatogenicznych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 64, 2, 70-74
- 9) Pruszyński G., Pruszyński S. 2015. Integrowana ochrona roślin w zwalczaniu szkodników roślin uprawnych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Oddział w Poznaniu.
- 10) Feng, et al. 2021. Silicon Alleviates the Disease Severity of Sclerotinia Stem Rot in Rapeseed. *Frontiers in Plant Science* Volume 12 - 2021 | <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.721436>

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr. DEJ.re.765.15.2025 z dn. 20
marca 2025 r.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Katedra Roślin Warzywnych i Leczniczych, Instytut Nauk Ogrodniczych

**Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania nad określeniem
optymalnych środków ostrożności podejmowanych w gospodarstwie
uwzględniających środki zapobiegające zanieczyszczeniu upraw ekologicznych
środkami niedozwolonymi. Opracowanie instrukcji dla rolnika.**

Kierownik projektu:

Prof. dr hab. Katarzyna Bączek

Wykonawcy:

Prof. dr hab. Zenon Węglarz,

Dr hab. Olga Kosakowska, prof. SGGW,

Dr inż. Anna Pawełczak,

Dr inż. Sylwia Styczyńska.



Wstęp

Zgodnie z założeniami projektu w roku 2025 przeprowadzono prace dotyczące badań nad gromadzeniem się w wybranych ziołach alkaloidów pirolizydynowych oraz zanieczyszczeń pozostałościami pestycydów zarówno ziół jak i owoców roślin sadowniczych.

Alkaloidy pirolizydynowe (AP) to jedne z najbardziej toksycznych dla ludzi związków (działanie m.in. teratogenne i rakotwórcze), stanowiących zanieczyszczenia żywności, które wytwarzane są m.in. przez chwasty, np. starzec pospolity, starzec jakubek, a także kilka gatunków niezapominajki. Walka z tymi chwastami na plantacjach konwencjonalnych prowadzona jest dość skutecznie przy użyciu herbicydów, natomiast znacznie trudniejsza jest ona na plantacjach ekologicznych. Są one bardzo niebezpieczne w uprawie roślin zielarskich z przeznaczeniem na ziele, z których przy zbiorze (ze zwartego łąnu) trudno usunąć chwasty.

W 2025r. przeprowadzono badania u rolników, na ekologicznych plantacjach mięty i melisy, dwóch ważnych roślin zielarskich użytkowanych na ziele w cyklu wieloletnim oraz na polu doświadczalnym SGGW. Jest to pierwszy etap prac, których wyniki wykorzystane zostaną przy opracowaniu całościowych metodyk ekologicznej uprawy ziół uwzględniających zapobieganie zanieczyszczeniom surowców zielarskich AP. Niektóre wyniki uzyskane w bieżącym roku pozwalają już na wyciągnięcie praktycznych wniosków przy uprawie badanych roślin.

W ramach projektu przeprowadzono również badania, których efektem było opracowanie wskaźników usychalności dla wybranych surowców zielarskich oraz owoców, przydatnych jednostkom certyfikującym oraz IJHAR-S przy wyjaśnianiu niezgodności w rolnictwie ekologicznym, związanych z występowaniem pozostałości pestycydów w tych surowcach (tj. środków niedopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym). Wskaźniki te opracowano także dla surowców liofilizowanych. Jest to związane z faktem iż liofilizowane owoce, warzywa i zioła cieszą się coraz większą popularnością wśród konsumentów żywności ekologicznej, bywają jednak przedmiotem tzw. notyfikacji.

Efektem prac realizowanych w br. było przeprowadzenie webinaru dla pracowników IJHAR-S oraz jednostek certyfikujących, podczas których przedstawiono wyniki ww. badań, w którym uczestniczyło ponad 120 osób.

1. Badania nad zanieczyszczeniem surowców zielarskich AP

Żywność ekologiczna, uznawana za produkt wysokiej jakości, powinna być wolna od zanieczyszczeń, w tym od niebezpiecznych dla zdrowia alkaloidów pirolizydynowych (AP). Związki te to jedne z najbardziej rozpowszechnionych w środowisku naturalnym i rolniczym substancji toksycznych, wywierających na ludzi działanie m.in. teratogenne i rakotwórcze. W uprawach ich głównym źródłem są chwasty z rodzin *Boraginaceae*, *Asteraceae* i *Fabaceae*, przy czym szczególnie niebezpieczne są starzec pospolity (*Senecio vulgaris*), starzec jakubek (*Jacobaea vulgaris*), oraz niezapominajki (*Myosotis* sp.). Skuteczne zwalczanie tych chwastów na plantacjach prowadzonych w sposób konwencjonalny jest możliwe przy użyciu herbicydów, natomiast na plantacjach ekologicznych stanowi poważne wyzwanie. Chwasty te szybko się namnażają, a w sprzyjających warunkach, podczas jednego sezonu wegetacyjnego ich nasiona mogą być wytwarzane nawet przez dwa kolejne pokolenia roślin. Są one szczególnie niebezpieczne w uprawie roślin zielarskich przeznaczonych na ziele, z których podczas zbioru (zwłaszcza w gęstych łanach) trudne jest ich usunięcie.

Do zanieczyszczenia surowców chwastami zawierającymi AP dochodzi najczęściej w trakcie zbioru ziela lub liści, gdy fragmenty tych chwastów dostają się do surowca. Dodatkowo AP rozpuszczalne w wodzie mają zdolność przemieszczania się wewnątrz rośliny, a także dyfundowania z korzeni do gleby, skąd mogą być pobierane przez sąsiadujące rośliny uprawne. Nie jest do końca jasne, czy i w jakim zakresie AP ulegają rozkładowi podczas suszenia surowców. Dlatego konieczne wydaje się również przeprowadzenie badań, które pozwolą prześledzić ich obecność w ziołach w całym procesie ich ekologicznej produkcji. Szczególnie ważne jest określenie składu gatunkowego chwastów występujących na plantacjach ziół, biorąc pod uwagę warunki środowiskowe i strukturę upraw. Wydaje się, że bardziej narażone na zanieczyszczenia są gatunki wieloletnie (większość roślin zielarskich) ze względu na trudności w zwalczaniu chwastów oraz dłuższy czas, w którym mogą pobierać AP z gleby. Proces pobierania i akumulacji tych alkaloidów może różnić się w zależności od gatunku. Dlatego istotne jest dokładne zbadanie tego mechanizmu na poszczególnych etapach rozwoju roślin, szczególnie w kontekście ustalenia optymalnego terminu zbioru surowca oraz sposobu jego obróbki pozbiorczej.

W 2025 r. badaniami objęto mięętę pieprzową i melisę lekarską, dwa ważne gatunki zielarskie użytkowane na ziele w cyklu wieloletnim.

Prace te przeprowadzono w ramach trzech zadań:

- 1.1. Badania terenowe nad zanieczyszczeniem ekologicznych plantacji mięty pieprzowej i melisy lekarskiej chwastami.
- 1.2. Badania nad gromadzeniem się AP w nadziemnych i podziemnych organach starca zwyczajnego w okresie jego rozwoju ontogenetycznego.
- 1.3. Wstępne badania nad podatnością do pobierania z roztworu glebowego AP przez uprawne rośliny zielarskie.

1.1. Badania terenowe nad zanieczyszczeniem ekologicznych plantacji mięty pieprzowej i melisy lekarskiej chwastami, w tym zawierającymi AP

Metodyka

Badania przeprowadzono na ekologicznych plantacjach mięty pieprzowej i melisy lekarskiej, będących w różnym wieku. Plantacje zlokalizowane były na terenie ekologicznych gospodarstw na Lubelszczyźnie (Fajslawice) i na Mazowszu (Stare Wrońska oraz Wroninko), a także na ekologicznym polu doświadczalne SGGW w Warszawie (Wilanów).

Na potrzeby niniejszego streszczenia, wyniki przedstawiono tylko dla melisy lekarskiej.

Wyniki



Fot.1. Plantacja melisy lekarskiej w 1 roku wegetacji, Fajslawice



Fot.2. Plantacja melisy lekarskiej w 2 roku wegetacji, Stare Wrońska

Tabela 1. Skład gatunkowy chwastów zidentyfikowanych na plantacjach melisy lekarskiej przed jej zbiorem

Lokalizacja plantacji	POLETKO 1		POLETKO 2		POLETKO 3	
	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)
Fajslawice						
Sit dwudzielny (<i>Juncus bufonius</i> L.)	74	191,00	69	92,50	15	40,10
Szarota błotna (<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.)	39	34,60	20	30,50	23	27,25
Skrzyp polny (<i>Equisetum arvense</i> L.)	24	37,95	2	2,90	0	-
Perz właściwy (<i>Elymus repens</i>)	21	35,35	1	0,75	13	5,65
Komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.)	16	59,75	5	11,60	9	7,90
Maruna bezwonna (<i>Tripleurospermum inidorum</i> (L.))	10	37,20	0	-	10	35,25
Bratek polny (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	8	17,95	3	2,90	8	10,40
Przymiotno kanadyjskie (<i>Erigeron canadensis</i> L.)	8	10,80	1	5,00	7	8,60
Przytulia fałszywa (<i>Galium spurium</i> L.)	3	9,35	1	1,25	15	6,70
Jasnota purpurowa (<i>Lamium purpureum</i> L.)	1	3,75	0	-	0	-
Kurzyśląd polny (<i>Anagallis arvensis</i> L.)	0	-	2	1,10	0	-
Rdestówka powojowata (<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A Löwe)	0	-	1	4,80	0	-
Przetacznik sp. (<i>Veronica</i> sp.)	0	-	1	1,55	1	1,20
Mlecz kolczasty (<i>Sonchus asper</i> L. (Hill))	0	-	1	5,10	0	-
Starzec zwyczajny (<i>Senecio vulgaris</i> L.)	0	-	0	-	1	10,40
Łyszczec polny (<i>Psammophiliella muralis</i> (L.) Ikonn.)	0	-	0	-	1	2,85
Chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	0	-	1	1,90	1	2,90

Lokalizacja plantacji	POLETKO 1		POLETKO 2		POLETKO 3	
Fajslawice	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)
Rdest plamisty (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	0	-	0	-	1	2,80
siewki drzew (wierzba, topola)	13	3,65	45	8,10	11	1,95
suma		441,35		169,9		163,95
SGGW	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)
Chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	172	2662,85	205	3936,35	184	2759,36
Szarłat szorstki (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	71	3046,45	85	3137,21	83	3145,13
Oset kędzierzawy (<i>Carduus crispus</i> L.)	47	812,4	35	792,4	40	800,5
Żółtlica drobnokwiatowa (<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	18	331,05	11	235,53	15	298,51
Komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.)	6	284,45	3	151,13	7	293,12
suma		7137,20		8252,62		7296,62
Stare Wrońska	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)	liczba	masa (g)
Starzec zwyczajny (<i>Senecio vulgaris</i> L.)	53	1166,80	23	89,4	5	61,70
Chwastnica jednostronna (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	0	-	0	-	21	86,10
Gwiazdnica pospolita (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	0	-	0	-	3	16,45
Bratek polny (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	0	-	1	3,35	3	2,00
Żółtlica drobnokwiatowa (<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	2	36,10	1	4,6	1	3,90
Żółtlica owłosiona (<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.)	1	14,85	0	-	2	7,10
Rdest ptasi (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	0	-	1	3,35	12	322,70
Tasznik pospolity (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	0	-	4	62,15	4	5,15
Wiechlina roczna (<i>Poa annua</i> L.)	0	-	0	-	17	202,80
Komosa biała (<i>Chenopodium album</i> L.)	2	138,65	18	378,30	6	209,5
Maruna bezwonna (<i>Tripleurospermum inidorum</i> (L.) Sch.Bip.)	0	-	1	11,80	0	-
Mniszek lekarski (<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wiggers coll.)	0	-	1	2,75	0	-
suma		1356,4		555,7		914,4

Zachwaszczenie na plantacjach melisy było dość zróżnicowane. W Fajslawicach, wśród zidentyfikowanych chwastów przeważały: sit dwudzielny, szarota błotna oraz perz właściwy. Obecne były również, w znacznych ilościach: komosa biała i skrzyp polny, a także siewki wierzby i topoli. Wśród chwastów powtarzających się na każdym poletku obecne były m.in. bratek (fiólek) polny oraz przytulia fałszywa. Rośliny te były jednak mniej liczne i nie generowały dużej biomasy. Na plantacji w SGGW bardzo licznie pojawiły się chwastnica jednostronna i szarłat szorstki, które razem z ostem kędzierzawym budowały główną masę zachwaszczenia. Z kolei na plantacji w Starych Wrońskach dominował starzec zwyczajny, miejscowo pojawiła się także chwastnica jednostronna, wiechlina roczna i komosa biała. Wydaje się, że struktura zachwaszczenia na tej plantacji była mocno niejednorodna: każde poletko miało nieco inny zestaw dominujących chwastów (Tab.1).

Tabela 2. Zawartość AP w ziele melisy lekarskiej ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.m.)

Gatunek/ lokalizacja plantacji	N-tlenek senecyfiliny	N-tlenek retrorsyny	N-tlenek senecioniny	SUMA
Stare Wrońska melisa rosnąca w bezpośredniej bliskości starca zwyczajnego	49,0 \pm 24	23,0 \pm 12	26,0 \pm 1	98,0
Stare Wrońska melisa rosnąca w oddaleniu od starca zwyczajnego	18,2 \pm 9,1	0,0	0,0	18,2

Wśród badanych prób melisy obecność AP stwierdzono jedynie w ziele pochodzącym z plantacji Stare Wrońska (Tab.2). Na plantacji tej do celów porównawczych pobrano dwie próby surowca, tj. ziele melisy rosnącej w bezpośredniej bliskości starca będącego źródłem zanieczyszczenia AP, jak i w wyraźnym oddaleniu od tego gatunku. Warto podkreślić, iż obydwie próby zebrano ręcznie (w surowcu melisy nie było żadnych fragmentów starca).

Obecność AP stwierdzono w obydwu próbach, przy czym w próbce pobranej z melisy rosnącej w bezpośrednim sąsiedztwie starca związków tych było 5-krotnie więcej, tj. 98 $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.m. (Tab.2). Uzyskane wyniki wskazują, iż melisa lekarska może pobierać AP z roztworu glebowego.

Zawartość olejku eterycznego w ziele melisy wahała się od 0,15 do 0,20%. Rośliny rosnące w bezpośredniej bliskości starca z plantacji Stare Wrońska zawierały go nieco więcej (0,20%). W oleju oznaczono 27 związków, wśród których dominowały citronellal, neral, geranial oraz kariofilen. Nie stwierdzono kierunkowej zależności pomiędzy stopniem i strukturą zachwaszczenia plantacji, a zawartością i składem chemicznym olejków eterycznych.

1.2. Badania nad gromadzeniem się AP w nadziemnych i podziemnych organach starca zwyczajnego w okresie jego rozwoju ontogenetycznego

Metodyka

Doświadczenie założono późną wiosną na polu doświadczalnym SGGW. Nasiona starca pozyskane w poprzednim sezonie wegetacyjnym wysiano wprost do gruntu.

Warianty doświadczenia:

- pełny dostęp światła słonecznego do roślin
- zacinienie 40% (symulacja warunków, w którym chwasty rosną w łanie rośliny uprawnej).

Surowce do badań stanowiły całe rośliny starca zwyczajnego (organy nadziemne i podziemne) zebrane w trzech fazach rozwojowych, tj.: w fazie wegetatywnej (siewki), na początku kwitnienia oraz w okresie zawiązywania nasion. Po zbiorze zostały one wysuszone w temp. 35°C, wstępnie rozdrobnione i przekazane do analizy na zawartość AP do komercyjnego laboratorium, akredytowanego wg DIN EN ISO/IEC 17025:2018.

W wynikach nie podano szczegółowych danych dotyczących zawartości poszczególnych AP w surowcach starca. Było to związane z metodą analizy AP stosowanej standardowo w akredytowanych laboratoriach. Zawartość AP w badanych surowcach starca była tak wysoka, iż metoda ta nie pozwoliła na pomiar

zawartości ocenianych związków (mimo prób dostosowania metody do potrzeb niniejszej analizy), a jedynie na wskazanie, że ich zawartość była wyższa niż 750 µg/kg s.m. (>750 µg/kg s.m.).

Wyniki

Tabela 3. Zawartość AP w roślinach starca zwyczajnego (µg/kg s.m.)

AP obecne z roślinach starca	Faza wegetatywna		Początek kwitnienia		Zawiazywanie nasion	
	ŚWIATŁO	CIEŃ	ŚWIATŁO	CIEŃ	ŚWIATŁO	CIEŃ
Jakobina	<1	<1	<1	<1	7,7±3,8	<1
N-tlenek senecyfiliny	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
N-tlenek erucifoliny	<1	<1	<1	<1	<1	<1
N-tlenek jacobiny	24±12	<1	55±28	63±32	34±17	36±18
N-tlenek retrorsyny	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
N-tlenek senecioniny	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
N-tlenek senecywerniny	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Retrorsyna/usaramina	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Senecionina	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Senecyfilina/spartioidyna	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Senecywernina/integerrymina	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Senkirkina	49±25	<1	20±10	29±15	30±15	18,1±9,0

* podczas analizy tej próby doszło do uszkodzenia aparatury w laboratorium analitycznym

1.3. Wstępne badania nad podatnością do pobierania z roztworu glebowego AP przez uprawne rośliny zielarskie

Badania przeprowadzono na Polu Doświadczalnym SGGW w Wilanowie. Obiektem badawczym była mięta pieprzowa. Do badań użyto pojemniki (wazony) o pojemności 8 litrów, stosowane standardowo w doświadczeniach wazonowych. Wazony wypełniano substratem składającym się z dwóch równych części odkwaszonego torfu wysokiego, wzbogaconego kompostem ekologicznym i mady rzecznej. W każdym wazonie wysadzano 5 sadzonek mięty pieprzowej. Sadzonki wyprodukowano wiosną w ramach niniejszego doświadczenia.

Czynniki doświadczenia:

A. Aplikacja alkaloidów pirolizydynowych

A₁. Kontrola (mięta rosnąca bez źródła AP)

A₂. Mięta rosnąca w podłożu wymieszanym z suchym zieleń starca

A₃. Mięta rosnąca współrzędnie ze starcem

B. Warunki uprawy mięty pieprzowej – dostęp światła słonecznego

B₁. Przy pełnym świetle

B₂. Przy 40% zacienieniu

W każdym wariacie użyto 7 wazonów. W wariacie z dodatkiem ziela starca (A_2), do gleby dodawano 10 g rozdrobnionego, suchego ziela starca na wazon. W wariacie współrzędnej uprawy mięty ze starcem (A_3) do wazonów wysadzono 5 siewek starca w fazie min. dwóch liści właściwych (rozsadę starca wyprodukowano w ramach niniejszego doświadczenia w szklarni). Doświadczenie przeprowadzono w warunkach pełnego dostępu światła słonecznego do roślin (B_1) i przy częściowym zacienieniu (B_2). Wariant drugi symulował warunki łąnu, w którym rosną chwasty – sytuacja bezpośrednio przed mechanicznym zbiorem ziela mięty.

Doświadczenie założono w końcu maja 2025 r. Pomiary biometryczne i określenie masy ziela przeprowadzono na 20 roślinach w dwóch fazach rozwojowych: wegetatywnej i na początku kwitnienia roślin (Tab.4).

Tabela 4. Terminy zbioru ziela mięty

Faza rozwojowa	1 pokos	2 pokos	3 pokos
Faza wegetatywna	17 czerwca	22 lipca	30 września
Początek kwitnienia	18 lipca	30 września	-

Przed każdym zbiorem wykonano obserwacje wysokości roślin i długości międzywęzła (pomiędzy 3 i 4 liściem licząc od wierzchołka) oraz określano świeżą i suchą masę ziela (g/roślinę).

Analizy chemiczne

W powietrznie suchym surowcu (zielu mięty) przeprowadzono analizy na zawartość AP (wg DIN EN ISO/IEC 17025:2018). W surowcu określono także zawartość (metodą hydrodestylacji w aparacie Derynga) i skład chemiczny (metodą GC/MS) olejku eterycznego, a także ogólną zawartość związków fenolowych.

Zakładanie doświadczenia wazonowego z mięcią pieprzową



Fot.3. Sadzonki mięty w wazonie



Fot. 4. Prace przy sadzeniu mięty i starca



Fot.5. Ogólny widok doświadczenia



Fot.6. Tunel z siatką cieniującą



Fot.7. Rośliny mięty rosnące na świetle



Fot.8. Rośliny mięty rosnące w zaciemnieniu

Tabela 5. Świeża masa ziela (g/roślinę)

Faza rozwojowa	Dostęp światła	Źródło AP											
		A ₁				A ₂				A ₃			
		pokos 1	pokos 2	pokos 3	suma	pokos 1	pokos 2	pokos 3	suma	pokos 1	pokos 2	pokos 3	suma
Faza wegetatywna	B₁	22,50	25,00	15,90	63,40	20,00	22,50	15,30	57,80	10,00	17,50	12,70	40,20
	B₂	22,50	6,50	5,80	34,80	20,00	7,50	7,20	34,70	7,50	3,20	7,00	17,70
Początek kwitnienia	B₁	46,67	20,60	-	67,27	46,67	12,60	-	59,27	20,00	12,30	-	32,30
	B₂	40,00	11,30	-	51,30	30,00	7,60	-	37,60	13,33	7,00	-	20,33

Tabela 6. Sucha masa ziela (g/roślinę)

Faza rozwojowa	Dostęp światła	Źródło AP											
		A ₁				A ₂				A ₃			
		pokos 1	pokos 2	pokos 3	suma	pokos 1	pokos 2	pokos 3	suma	pokos 1	pokos 2	pokos 3	suma
Faza wegetatywna	B₁	3,90	5,15	6,48	15,53	3,68	4,12	5,78	13,58	1,70	3,02	3,38	8,10
	B₂	3,05	1,44	1,89	6,38	2,70	0,86	1,96	5,52	1,05	0,77	2,23	4,05
Początek kwitnienia	B₁	14,07	7,20	-	21,27	11,67	4,72	-	16,39	3,84	4,48	-	8,32
	B₂	7,80	3,56	-	11,36	6,11	3,25	-	9,36	2,85	2,25	-	5,10

A. Aplikacja alkaloidów pirolizydynowych

A₁. Kontrola (mięta rosnąca bez źródła AP)A₂. Mięta rosnąca w podłożu wymieszanym z suchym zieleń starcaA₃. Mięta rosnąca współrzędnie ze starcem

B. Warunki uprawy mięty pieprzowej – dostęp światła słonecznego

B₁. Przy pełnym świetleB₂. Przy 40% zaciemnieniu

Tabela 7. Zawartość AP w ziele mięty ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s. m.)

FAZA ROZWOJOWA	B ₁			B ₂		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
WEGETATYWNA						
N-tlenek senecyfiliny/N-tlenek spartioidyny	0,00	26 ± 13	148 ± 74	0,00	14,7 ± 7,4	59 ± 30
N-tlenek retrorsyny/N-tlenek usaraminy	0,00	0,00	36 ± 18	0,00	0,00	39 ± 20
N-tlenek senecioniny/N-tlenek integerryminy	0,00	20 ± 10	126 ± 63	0,00	13,6 ± 6,8	14,9 ± 7,5
N-tlenek senecywerniny	0,00	0,00	26 ± 13	0,00	0,00	29 ± 15
Suma	0	46,0	336,0	0,00	28,3	141,9
POCZATEK KWITNIENIA						
N-tlenek senecyfiliny/N-tlenek spartioidyny	0,00	280 ± 140	4920	0,00	27 ± 13	3600
N-tlenek retrorsyny/N-tlenek usaraminy	0,00	96 ± 48	790 ± 400	0,00	28 ± 14	540 ± 270
N-tlenek senecioniny/N-tlenek integerryminy	0,00	270 ± 130	1820 ± 910	0,00	15,7 ± 7,8	600 ± 300
N-tlenek senecywerniny	0,00	38 ± 19	420 ± 210	0,00	0,00	154 ± 77
Senecyfilina	0,00	0,00	28,5	0,00	0,00	38,3
Suma	0,00	684,0	7978,5	0,00	70,7	4932,3

Tabela 8. Zawartość AP w organach podziemnych mięty uprawianej na świetle ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.m.)

AP	A ₁	A ₂	A ₃
N-tlenek senecyfiliny/N-tlenek spartioidyny	0,00	0,00	12 ± 6
N-tlenek senecioniny/N-tlenek integerryminy	0,00	13±6,5	15,6 ± 7,8
Suma	0,00	13	27,6

Tabela 9. Zawartość polifenoli w ziele mięty (%)

Faza rozwojowa	B ₁			B ₂		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
Wegetatywna	0,68	0,84	0,82	0,39	0,78	1,01
Początek kwitnienia	1,11	1,48	1,20	0,43	0,50	0,66

A. Aplikacja alkaloidów pirolizydynowych

A₁. Kontrola (mięta rosnąca bez źródła AP)

A₂. Mięta rosnąca w podłożu wymieszanym z suchym zieleń starca

A₃. Mięta rosnąca współrzędnie ze starcem

B. Warunki uprawy mięty pieprzowej – dostęp światła słonecznego

B₁. Przy pełnym świetle

B₂. Przy 40% zacieleniu

Mięta rosnąca przy pełnym dostępie światła słonecznego (B_1) wytworzyła wyraźnie wyższą masę ziela w porównaniu do tej uprawianej w częściowym zacieleniu (B_2). Było to widoczne zwłaszcza u roślin zbieranych w fazie wegetatywnej. Rośliny te były bardziej krępe, o zwartym pokroju. Biorąc pod uwagę aplikację AP, najniższą masę ziela wytworzyła mięta uprawiana współrzędnie ze starcem (A_3). Masa ta była niemal 2-krotnie niższa niż u roślin kontrolnych (A_1) (Tab.5 i 6).

W niniejszych badaniach potwierdzono, iż mięta pieprzowa nie wytwarza AP. Jest natomiast bardzo podatna na ich pobieranie z roztworu glebowego, zarówno gdy AP pochodzą z resztek roślin produkujących te związki obecnych w glebie, jak i od żywych roślin będących ich źródłem, rosnących w otoczeniu mięty. W tym drugim przypadku poziom „zanieczyszczenia” tkanek mięty może wynosić nawet kilka tysięcy $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.m. surowca. Wykazano ponadto, iż mięta kumuluje AP w wyższych stężeniach przy pełnym dostępie światła słonecznego, w porównaniu z zacieleniem, a ich zawartość rośnie wraz z czasem ekspozycji na źródło AP (Tab.7). Z kolei niższa zawartość AP w rozłogach niż w ziele mięty świadczy o tym, że substancje te pobierane przez korzenie i rozłogi z roztworu glebowego aktywnie transportowane są do nadziemnych, wegetatywnych organów surowcowych mięty (Tab.8).

Zawartość olejków eterycznych w ziele mięty, niezależnie od jej fazy rozwojowej, była wyższa przy bezpośrednim dostępie światła słonecznego niż w częściowym zacieleniu. Stwierdzono, iż ich zawartość była niższa u mięty narażonej na ekspozycję na AP, z tym, że u roślin uprawianych współrzędnie ze starcem zawartość olejków była najniższa. Tendencja ta była szczególnie widoczna u mięty uprawianej na świetle, w fazie generatywnej (wyniki w pełnej wersji sprawozdania). Odwrotną zależność zaobserwowano w przypadku polifenoli. Ich zawartość była wyraźnie wyższa u mięty poddanej ekspozycji na AP, zwłaszcza w warunkach częściowego zacielenia (Tab.9).

2. Ocena zawartości pozostałości pestycydów w świeżych, wysuszonych i liofilizowanych surowcach roślinnych

Liofilizacja jako metoda konserwacji świeżych surowców, prowadzi do uzyskania produktu niemal całkowicie odwodnionego. Coraz częściej stosuje się ją jako sposób przetwarzania i przechowywania owoców, warzyw oraz ziół. Usunięcie wody z tkanek sprzyja koncentracji nie tylko pożądaných związków biologicznie czynnych (np. polifenoli), ale również zanieczyszczeń, których wykrycie w świeżym surowcu (przy niskich stężeniach) byłoby trudne lub niemożliwe. Określenie wpływu pozbiorczej obróbki surowców, a głównie ich suszenia i liofilizacji, wychodzi naprzeciw wyzwaniom jednostek certyfikujących oraz Inspektoratów Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, odpowiedzialnych za wyjaśnienie przyczyn obecności takich zanieczyszczeń w produktach ekologicznych (w tym tradycyjnie suszonych i liofilizowanych).

Celem badań było zbadanie różnic w zawarości pozostałości pestycydów w wybranych surowcach roślinnych w zależności od stopnia ich uwilgotnienia, w surowcach świeżych, wysuszonych i liofilizowanych.

Metodyka

Przedmiotem badań były:

- surowce aromatyczno-przyprawowe: ziele mięty, tymianku, cząbrku i estragonu;
- owoce: maliny (1 próba), jabłoni (odmiany Pryros i Antonówka, 2 próby), śliwy (odmiana Węgierka, 2 próby), czarnej porzeczki (2 próby).

W niniejszym streszczeniu przedstawiono tylko wyniki dotyczące maliny i jabłoni. W uprawach, z których pozyskiwano ww. surowce, stosowano standardowe środki ochrony używane w produkcji konwencjonalnej. Surowce przeznaczone do badań zbierano po okresie karencji. Bezpośrednio po zbiorze każdą partię surowca dzielono na dwie części: jedną mrożono, a drugą suszono. Surowce przyprawowe suszono w temp. 35°C, a owoce w temp. 60°C, w suszarce laboratoryjnej. Surowiec przeznaczony do mrożenia dzielono dalej na dwie próby: jedną mrożono w temp. -20 °C (próba przeznaczona bezpośrednio do analiz - odpowiednik surowca świeżego), drugą mrożono w temp. -80 °C (próba przeznaczona do liofilizacji). Dla każdego surowca modyfikowano warunki (głównie czas) liofilizacji. Konieczność przeprowadzenia prac metodycznych odnośnie ustalenia warunków tego procesu związana była z różnym stopniem uwodnienia tkanek badanych surowców i ich składem chemicznym. Proces ten prowadzono przez około 2-3 doby, przy ciśnieniu 31 Pa i temperaturze -47 °C, z zastosowaniem liofilizatora Labconco FreeZone 2.5 L (Kansas City, MO, USA).

Obróbka pozbiorcza surowców (schemat):

surowiec świeży

suszenie:

- ZIOŁA 35°C
- OWOCE 60°C

I etap: mrożenie -80 °C

II etap: LIOFILIZACJA

Tak przygotowane surowce oceniono pod względem:

- straty masy po suszeniu (ocena wilgotności surowców metodą suszarkowo-wagową zgodnie z FP VII),
- obecności pozostałości pestycydów (ocena przeprowadzona w akredytowanym laboratorium analitycznym GBA POLSKA Sp. z o.o.; przy wykorzystaniu techniki GC-MS/MS zgodnie z PN-EN 15662:2018-06 oraz LC-MS/MS zgodnie z PN-EN 15662:2018-06.),
- ogólnej zawartości polifenoli.

Wyniki

Tabela 10. Zawartość wody i pozostałości zidentyfikowanych pestycydów w ziele mięty.

Zidentyfikowane związki	Surowiec świeży	Surowiec suszony	Surowiec liofilizowany
Zawartość wody (%)	82,46	11,95	6,20
2-phenylphenol (fungicyd)	0,00	0,00	0,020±0,010

Tabela 11. Zawartość wody i pozostałości zidentyfikowanych pestycydów w ziele tymianku.

Zidentyfikowane związki	Surowiec świeży	Surowiec suszony	Surowiec liofilizowany
Zawartość wody (%)	75,46	10,99	5,61
acetamipryd (insektycyd)	0,01 ± 0,005	0,021±0,012	0,032±0,016
ametoktradyna (fungicyd)	0,021±0,011	0,10±0,005	0,12±0,06
azoksystrobina (fungicyd)	0,00	0,030±0,015	0,00
boskalid (fungicyd)	0,00	0,013±0,007	0,020±0,010
difenokonazol (fungicyd)	0,00	0,012±0,006	0,012±0,006

Tabela 12. Zawartość wody i pozostałości zidentyfikowanych pestycydów w ziele cząbrzu.

Zidentyfikowane związki	Surowiec świeży	Surowiec suszony	Surowiec liofilizowany
Zawartość wody (%)	81,85	11,29	4,97
linuron (herbicyd)	0,00	0,021±0,011	0,00
acetamipryd (insektycyd)	0,00	0,016±0,008	0,00
ametoktradin (fungicyd)	0,00	0,053±0,027	0,00
azoksystrobina (fungicyd)	0,00	0,027±0,014	0,00
difenokonazol (fungicyd)	0,00	0,031±0,016	0,00
difenylamina	0,00	0,012±0,006	0,00

Tabela 13. Zawartość wody i pozostałości zidentyfikowanych pestycydów w ziele estragonu.

Zidentyfikowane związki	Surowiec świeży	Surowiec suszony	Surowiec liofilizowany
Zawartość wody (%)	82,39	9,78	5,38
boskalid (fungicyd)	0,00	>27±1,5	>27±1,5
piraklostrobina (fungicyd)	0,00	0,00	0,030±0,015
propachizafop (herbicyd)	0,00	0,00	0,018±0,009
azoksystrobina (fungicyd)	0,00	0,031±0,016	0,010±0,005
pirymetanil (fungicyd)	0,12±0,06	1,3±0,7	1,3±0,7
tebukonazol (fungicyd)	0,00	0,025±0,013	0,021±0,011

Tabela 14. Zawartość wody i pozostałości zidentyfikowanych pestycydów w owocach maliny

Zidentyfikowane związki	Surowiec świeży	Surowiec suszony	Surowiec liofilizowany
Zawartość wody (%)	86,99	13,95	14,24
azoksystrobina (fungicyd)	0,00	0,012±0,006	0,012±0,006
boskalid (fungicyd)	0,057±0,029	0,79±0,10	0,38±0,19
cyprodynil (fungicyd)	0,026±0,013	0,59±0,30	0,17±0,09
fludioksonil (fungicyd)	0,010±0,005	0,39±0,20	0,088±0,044
fluopyram (fungicyd)	0,007±0,004	0,18±0,09	0,053±0,027
pyrimetanil (fungicyd)	0,00	0,029±0,015	0,021±0,011
klopyralid (herbicyd)	0,00	0,13±0,07	0,55±0,28
cyjanotraniliprol (insektycyd)	0,00	0,022±0,011	0,015±0,008
deltametryna (insektycyd)	0,00	0,077±0,039	0,00
fenpyroksymat (insektycyd)	0,00	0,019±0,010	0,00

terbuthylazyna (herbicyd)	0,00	0,010±0,005	0,009±0,005
---------------------------	------	-------------	-------------

Tabela 15. Zawartość wody i pozostałości zidentyfikowanych pestycydów w owocach jabłek ‘Pyros’ i ‘Antonówka’

Zidentyfikowane związki	Surowiec świeży	Surowiec suszony	Surowiec liofilizowany
‘Pyros’			
Zawartość wody (%)	89,68	16,23	13,20
kaptan (fungicyd)	2,3±1,2	>125±2,5	>125±2,5
propamokarb (fungicyd)	0,00	0,008±0,004	0,012±0,006
difenokonazol (fungicyd)	0,00	0,15±0,08	0,20±0,10
fluopyram (fungicyd)	0,00	0,015±0,008	0,018±0,009
terbuthylazyna (herbicyd)	0,038±0,019	0,53±0,27	0,61±0,31
chlorantraniliprol (insektycyd)	0,015±0,008	0,12±0,06	0,14±0,07
‘Antonówka’			
Zawartość wody (%)	90,37	14,74	15,53
azoksystrobina (fungicyd)	0,00	0,033±0,017	0,019±0,010
kaptan (fungicyd)	0,00	0,047±0,024	0,010±0,005
difenokonazol (fungicyd)	0,00	0,026±0,013	0,018±0,009
terbuthylazyna (herbicyd)	0,00	0,029±0,015	0,00

Tabela 16. Zawartość polifenoli (%)

Surowce	Surowiec świeży	Surowiec suszony	Surowiec liofilizowany
Przyprawy:			
Ziele mięty	0,02	1,00	1,33
Ziele tymianku	0,06	0,84	0,77
Ziele cząbrzu	0,07	0,78	0,52
Ziele estragonu	0,03	0,87	0,65
Owoce:			
Malina	0,01	0,52	0,15
Jabłko odm. Pyros	0,02	0,10	0,18
Jabłko odm. Antonówka	0,01	0,08	0,11
Śliwka Węgierka 1	0,01	0,16	0,10
Śliwka Węgierka 2	0,01	0,09	0,07
Porzeczka 1	0,09	0,23	0,51
Porzeczka 2	0,05	0,21	0,39

Przeprowadzone prace o charakterze porównawczym, mimo krótkiego czasu realizacji projektu, dostarczyły wielu interesujących informacji, które powinny być jednak zweryfikowane w bardziej pogłębionych badaniach.

Wyniki uzyskane w br. pozwalają na stwierdzenie, że:

- użyte do badań surowce różnią się istotnie pod względem uwodnienia tkanek - w zależności od sposobu ich konserwacji (suszenie/liofilizacja), ale także podatnością na kumulowanie pozostałości pestycydów;
- pozostałości pestycydów wykrywane były w większym stopniu w surowcach liofilizowanych w porównaniu z tradycyjnie suszonymi, jednakże z wyjątkami np. w ziele cząbrzu pozostałości pestycydów wykryto jedynie w surowcu suszonym;

- w niektórych surowcach pozostałości poszczególnych pestycydów gromadzą się w większych ilościach w surowcu suszonym, a inne w surowcu liofilizowanym;
- w niektórych gatunkach (np. malina) stwierdzono obecność pozostałości wielu związków, zarówno w surowcach świeżych jak i poddanych konserwacji, co sugeruje, że rośliny takie mają szczególną podatność do kumulowania pestycydów;
- wydaje się także, że poszczególne odmiany tego samego gatunku mogą gromadzić te same związki w różny sposób, co widać na przykładzie owoców jabłoni.

Uzyskane wyniki wyraźnie wskazują na konieczność prowadzenia dalszych pogłębionych badań, dotyczących:

- szczegółowego określenia usychalności surowców ekologicznych umożliwiającą nie tylko bardziej szczegółowe określenie poziomu zawartości pozostałości pestycydów, ale także do pewnego stopnia możliwości prognozowania obecności tych związków w zależności od warunków uprawy, sposobu konserwacji surowców i ich przechowywania;
- określenia dynamiki zmian zawartości pozostałości pestycydów w produktach mrożonych i suszonych (zarówno ziół jak i warzyw i owoców) w okresie ich przechowywania.

3. Upowszechnianie wyników badań

Zagadnienia będące przedmiotem badań w projekcie oraz wyniki przeprowadzonych prac upowszechniane były w różnorodny sposób, w tym:

- podczas webinaru, zorganizowanego we współpracy z IJHAR-S. Tytuł webinaru: „Zanieczyszczenia ekologicznych surowców zielarskich alkaloidami pirolizydynowymi i pozostałościami pestycydów oraz źródła tych zanieczyszczeń”.

Szkolenie przeprowadzono w dn. 6 listopada br.

Uczestniczyło w nim ponad 120 osób reprezentujących głównie wojewódzkie oddziały IJHARS oraz jednostki certyfikujące w zakresie produkcji ekologicznej.

Przedstawiono trzy prezentacje nt.:

- ✓ Produkcja zielarska w Polsce; rodzaje zanieczyszczeń surowców zielarskich (K. Bączek)
- ✓ Zanieczyszczenia ekologicznych surowców zielarskich pozostałościami pestycydów (O. Kosakowska)
- ✓ Zanieczyszczenia ekologicznych surowców zielarskich alkaloidami pirolizydynowymi (AP) (K. Bączek)
- podczas zajęć ze studentami studiów stacjonarnych i zaocznych Wydziału Ogrodniczego oraz Wydziału Rolnictwa i Ekologii SGGW w Warszawie;
- podczas indywidualnych konsultacji prowadzonych w gospodarstwach u rolników w rejonie Lubelszczyzny, na Kujawach i Mazowszu – w tym przekazanie materiałów szkoleniowych (atlas chwastów)

Streszczenie badań na rzecz rolnictwa ekologicznego finansowanych przez MRIRW w 2025 roku pt. „produkcja zwierzęca metodami ekologicznymi. badania w obszarze higieny i profilaktyki w ekologicznym chowie zwierząt.

temat: wykorzystanie środowiskowych bakterii kwasu mlekowego w produkcji ekologicznych serów twarogowych o zwiększonych właściwościach prozdrowotnych

Kierownik zadania:

Dr inż. Anna Okoń, Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dolatowski

Wykonawcy:

IBPRS - Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu; SGGW w Warszawie - Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności; CDR w Brwinowie – Oddział w Radomiu, Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne „FIGA”.

WARSZAWA 2025

Streszczenie sprawozdania

Sery białe twarogowe należą do grupy produktów nabiałowych, które cieszą się bardzo dużą popularnością wśród zróżnicowanej grupy klientów, ze względu na swoje wartości odżywcze i stosunkowo niską kaloryczność w porównaniu z pozostałymi grupami tradycyjnie dostępnymi na rynku produktów spożywczych. Taka atrakcyjność produktu wynika ze stosunkowo niskiej ceny i bogatego asortymentu. Sery twarogowe są lekkostrawne, niskokaloryczne, o białej barwie i grudkowatej, bądź kremowej konsystencji, która zależy od zawartości tłuszczu w mleku przerobowym. Sery te stanowią bogate źródło łatwo przyswajalnych składników odżywczych, witamin (głównie z grupy B) i pełnowartościowego białka. W 100 g produktu znajduje się zazwyczaj od 50 do 100 mg wapnia. W zależności od zastosowanej metody koagulacji białek mleka w asortymencie serów twarogowych wyróżnia się produkty kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe, przy czym tradycyjny twaróg prasowany produkowany jest przy zastosowaniu koagulacji kwasowej. Twarogiem kwasowym zgodnie z definicją nazywamy: częściowo odwodniony skrżep mleka, chudego lub o znormalizowanej zawartości tłuszczu, koagulowanego w sposób pośredni (przy udziale bakterii fermentacji mlekowej) lub bezpośredni (przez zastosowanie dodatku kwasu, np. mlekowego, cytrynowego). Naturalne kultury drobnoustrojowe zostały praktycznie wyeliminowane z uwagi na nieustanny postęp w dziedzinie zwiększania higieny procesów produkcyjnych i musiały zostać zastąpione w sposób sztuczny (dodatek kultur startowych), np. w procesie produkcji kefiru (ziarna kefirowe) czy kielbas fermentowanych.

W przemyśle mleczarskim przygotowuje się odpowiednio zestawione szczepy bakterii mlekowych tzw. startery mleczarskie. Zasada komponowania tego typu kultur polega na wielokrotnym pasażowaniu w mleku często nawet kilkuset szczepów należących do różnych gatunków do momentu wytworzenia trwałych, pożądaných w produkcji twarogu proporcji między poszczególnymi gatunkami. W konsekwencji końcowy skład kultury jest nieznaną. Mikroflora nieprzetworzonej lub mało przetworzonej żywności zależy od warunków środowiskowych. Mikroflora taka ma wpływ na skład mikrobiologiczny naszego mikrobiomu, a tym samym na nasze zdrowie. Ostatnie doniesienia naukowe informują o zróżnicowanym składzie drobnoustrojów jelitowych ludzi żyjących w różnych miejscach globu ziemskiego. Udokumentowano również, że mikrobiom człowieka, gdzie przeważa tradycyjna żywność, zmienia się w przypadku zmiany żywienia z tradycyjnego na żywność przemysłową (przetwarzana żywność). Zmiana mikrobiomu objawia się wzrostem występowania chorób cywilizacyjnych.

Cel badań

Biorąc pod uwagę rolę bakterii środowiskowych w zdrowiu człowieka, a szczególnie rolę serów twarogowych z odpowiednimi szczepami drobnoustrojów, we wzmacnianiu potencjału mikrobiologicznego naszego mikrobiomu, a tym samym zdrowia człowieka, stosowane obecnie kultury mikrobiologiczne do produkcji większości produktów fermentowanych, do których należą twarogi mleczne jest oparte na nieznanym w naszym środowisku drobnoustrojach. Celem proponowanych badań jest przywrócenie tradycyjnej produkcji twarogów w krajowych gospodarstwach ekologicznych poprzez przygotowanie odpowiedniego zakwasu na bazie wyselekcjonowanych szczepów bakterii kwasu mlekowego pozyskanych z rodzimych produktów fermentowanych i bakterii środowiskowych znajdujących się w otoczeniu producenta. Taki zakwas mógłby być hodowany przez ekologicznych producentów i co pewien czas sprawdzany pod względem mikrobiologicznym przy obserwowanej zmianie jakości twarogu. Efekty naszych badań zwiększą rolę produktów ekologicznych w prozdrowotnym oddziaływaniu na organizm człowieka. Wiadomo, że produkty fermentowane były i są podstawą

utrzymania prawidłowego profilu mikrobiologicznego naszego mikrobiomu, a tym samym kształtowania naszego zdrowia.

Badania zostały podzielone na dwa wzajemnie powiązane zadania badawcze:

A. Wpływ metody przygotowania zakwasu na bazie wybranych szczepów bakterii

kwasu mlekowego izolowanych z produktów lokalnych oraz z udziałem bakterii środowiskowych mleka i otoczenia na wybrane parametry fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne modelowych serów twarogowych.

W pierwszym zadaniu wykonane zostaną badania mające na celu określenie wpływu przygotowanego zakwasu na bazie wybranych bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych z produktów lokalnych podczas wcześniejszych badań z rolnictwa ekologicznego (*Levilactobacillus brevis* B1 wyizolowany z regionalnego sera typu bundz oraz *Lactiplantibacillus plantarum* Os2 wyizolowany z regionalnego sera typu oscypek oraz dodatkowo *Lactiplantibacillus plantarum* Kor14 z regionalnego sera korycińskiego) z udziałem bakterii środowiskowych mleka i otoczenia na wybrane parametry fizykochemiczne, sensoryczne i mikrobiologiczne wyprodukowanych serów twarogowych w skali półtechnicznej w CDR w Radomiu. Przeprowadzone zostaną próbne produkcje przygotowania zakwasu w warunkach półtechniki na liniach technologicznych CDR w Radomiu dla serów twarogowych z mleka krowiego i koziego, gdzie oceniona zostanie metoda dodatku przygotowanego zakwasu (wyższa lub niższa temperatura tworzenia skrzepu). W otrzymanych produktach ocenione zostaną parametry fizykochemiczne (kwasowość, skład chemiczny, barwa, tekstura), mikrobiologiczne (bakterie LAB, bakterie środowiskowe, patogeny i inne rodzaje mikroflory) i sensoryczne. Oceniona zostanie wartość odżywcza wyprodukowanych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Właściwości tych produktów zostaną porównane z próbą kontrolną. Po optymalizacji procesu wytwarzania zakwasu w warunkach półtechniki i jego jakościowej ocenie, opracowany sposób hodowli zakwasu w pierwszym zadaniu badawczym zostanie wykorzystany w produkcji przemysłowej serów w dwóch gospodarstwach ekologicznych z uzupełnieniem o drobnoustroje środowiskowe (drugie zadanie badawcze).

B. Zastosowanie opracowanej technologii wytwarzania zakwasu na bazie wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych z produktów lokalnych oraz z udziałem bakterii środowiskowych w procesie produkcji ekologicznych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych w warunkach przemysłowych oraz ocena jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktu gotowego.

Na podstawie wyników badań z pierwszego zadania w drugim etapie badań przygotowany zostanie zakwas, który wykorzystany będzie w produkcji przemysłowej twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych w dwóch gospodarstwach ekologicznych. W tych gospodarstwach przygotowywany zakwas uzupełniony zostanie o drobnoustroje środowiskowe mleka, otoczenia zakładu (kilkukrotne przygotowanie zakwasu). Przeprowadzone zostaną produkcje serów twarogowych z oceną skuteczności zaproponowanych rozwiązań technologicznych przygotowania zakwasu poprzez przeprowadzenie niezbędnych badań mikrobiologicznych, fizykochemicznych i sensorycznych wraz z oceną konsumentką produktu z mleka koziego i krowiego. W otrzymanych produktach ocenione zostaną parametry fizykochemiczne (kwasowość, skład chemiczny, barwa, tekstura), mikrobiologiczne (bakterie LAB, bakterie środowiskowe, patogeny i inne rodzaje mikroflory) i sensoryczne. Oceniona zostanie wartość odżywcza oraz trwałość wyprodukowanych twarogów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Wykonana zostanie analiza profilu kwasów tłuszczowych oraz aminokwasów w badanych serach. Właściwości tych produktów zostaną porównane z próbą kontrolną, którą będzie aktualna produkcja w gospodarstwie. Większość proponowanych badań jakościowych wykonana zostanie we własnym

laboratorium, część badań będzie zlecona innym specjalistycznym laboratorium np. aminokwasy. W projekcie zaplanowano opracowanie i zastosowanie takiej technologii produkcji serów twarogowych, którą będzie można realizować w innych małych przetwórnich, gospodarstwach rolnych z zapewnieniem pełnego bezpieczeństwa zdrowotnego. Sery twarogowe otrzymane w badaniach, będą charakteryzowały się powtarzalną wysoką jakością i wartością odżywczą wynikającą po pierwsze z tradycyjnej technologii fermentacji, a po drugie z zastosowania specjalnie przygotowanego zakwasu z udziałem bakterii lokalnego środowiska. Zaproponowany zostanie przewodnik do produkcji serów twarogowych z wykorzystaniem własnego zakwasu środowiskowych bakterii kwasu mlekowego.

Wykonano następujące badania: Metody oceny fizyko – chemicznej: Pomiar wartości pH; Pomiar kwasowości ogólnej (Soxhleta-Henkla); Pomiar potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP); Aktywność wody; Zawartość tłuszczu wolnego; Zawartość chlorków; Zawartość wody; Zawartość fosforu; Zawartość białka; Pomiar parametrów barwy w systemie CIE L*a*b*; Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych; Oznaczanie cholesterolu; Zawartość laktozy; Oznaczanie profilu aminokwasów fizjologicznych; Oznaczanie amin biogennych; Pomiar parametrów tekstury (TPA). Ocena mikrobiologiczna: Bakterie kwasu mlekowego (LAB), liczba drożdży i pleśni; Drobnoustroje patogenne (*Enterobacteriaceae*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *S. aureus*). Analiza sensoryczna QDA (metoda profilowego skalowania). Matematyczno – statystyczna analiza wyników.

Badania realizowano w: Zakładzie Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego PIB w Warszawie; Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Zakładzie Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego PIB w Warszawie. Rodzinne Gospodarstwo Ekologiczne „FIGA”

Podsumowanie

Sery twarogowe to liczna grupa produktów mleczarskich powszechnie spożywanych w krajach Europy Środkowej i Wschodniej, a szczególnie w Polsce. Ich atrakcyjność uwarunkowana jest tradycją, przyzwyczajeniami żywieniowymi oraz stosunkowo niską ceną. W diecie człowieka sery twarogowe stanowią pod względem odżywczym dobre źródło łatwostrawnego i pełnowartościowego białka, lekkostrawnego tłuszczu mlekowego oraz wielu witamin i składników mineralnych. Sery twarogowe dostarczają do naszego przewodu pokarmowego liczną i ważną grupę drobnoustrojów środowiskowych. Mleko jest ważną częścią diety człowieka, przede wszystkim ze względu na wysoką zawartość składników odżywczych, zwłaszcza białek i tłuszczów. Przetwarzanie mleka zwiększa jego bezpieczeństwo, jednocześnie modyfikując jego skład i strukturę, wpływając na uwalnianie związków biologicznie aktywnych. Produkcja kwasowych serów twarogowych polega na odpowiedniej obróbce skrzepu mleka odtłuszczonego lub normalizowanego pod względem zawartości tłuszczu, rzadziej maślanki lub jej mieszaniny z mlekiem, skoagulowanego w wyniku ukwaszania przez kultury bakterii fermentacji mlekowej do kwasowości czynnej strefy punktu izoelektrycznego białek frakcji kazeinowej. Po osiągnięciu wartości pH 4,5 - 4,6 zewnętrzny ładunek elektryczny miceli kazeinowych jest równy zeru i tracą one zdolność wiązania wody, a tym samym ochronną powłokę hydratacyjną, w następstwie czego ulegają agregacji. Powstaje wtedy żel kazeinowy, nazywany skrzepem, zamykający w uporządkowanej przestrzennej strukturze sieciowej pozostałe składniki mleka. Niektóre z najważniejszych metabolitów pochodzenia bakteryjnego zidentyfikowanych w mleku krowim obejmują kwas mlekowy, który przyczynia się do lekko gorzkiego smaku fermentowanych produktów mlecznych, ale ma właściwości przeciwbakteryjne i konserwujące, bioaktywne peptydy, fragmenty białek o różnych funkcjach

biologicznych, takich jak regulacja ciśnienia krwi i aktywność przeciwutleniająca; witamina K₂, ważna dla zdrowia kości i układu krążenia; oraz sprzężone kwasy linolowe, kwasy tłuszczowe o właściwościach przeciwnowotworowych i przeciwzapalnych. W ten sposób korzystny potencjał metabolitów pochodzenia bakteryjnego w mleku krowim jest ukierunkowany na wzmocnienie układu odpornościowego, pomoc w zapobieganiu infekcjom i poprawę odpowiedzi na chorobę, promowanie zdrowia jelit poprzez wpływanie na skład mikrobioty jelitowej człowieka, promowanie zdrowej równowagi bakterii i poprawę trawienia, zapewnienie właściwości przeciwdrobnoustrojowych, biorąc pod uwagę, że niektóre metabolity wytwarzane przez bakterie w mleku, takie jak bakteriocyny, mogą pomóc w walce z bakteriami chorobotwórczymi; i zapewnia działanie przeciwzapalne. Sugeruje się, że niektóre metabolity mają właściwości przeciwzapalne, które są potencjalnie korzystne w różnych chorobach przewlekłych. Istnieje również potencjał prebiotyczny, biorąc pod uwagę, że niektóre bakterie w mleku, takie jak pałeczki kwasu mlekowego i bifidobakterie, wytwarzają metabolity, które są wykorzystywane jako prebiotyki w sfermentowanej żywności i suplementach diety ze względu na ich korzyści zdrowotne.

Celem proponowanych badań było przywrócenie tradycyjnej produkcji twarogów w krajowych gospodarstwach ekologicznych poprzez przygotowanie odpowiedniego zakwasu na bazie wyselekcjonowanych szczepów bakterii kwasu mlekowego (*Levilactobacillus brevis* B1 wyizolowany z regionalnego sera typu bundz oraz *Lactiplantibacillus plantarum* Os2 wyizolowany z regionalnego sera typu oscypek oraz dodatkowo *Lactiplantibacillus plantarum* Kor14 z regionalnego sera korycińskiego) pozyskanych z rodzimych produktów fermentowanych i bakterii środowiskowych znajdujących się w otoczeniu producenta. W badaniach przeprowadzono ocenę wpływu szczepów bakterii kwasu mlekowego na technologię produkcji twarogu od jego tworzenia w procesie technologicznym i przechowywania do czasu dotarcia do konsumenta. Zastosowane szczepy bakterii kwasu mlekowego, wykazywały różny poziom wybranych związków aktywnych, do poziomu obserwowanego w próbie kontrolnej, co potwierdza ich potencjał w zakresie rozwoju lokalnego funkcjonalnego produktu mlecznego. Produkty z dodatkiem proponowanych mikroorganizmów, oferowały zwiększoną wydajność procesu technologicznego. Zróżnicowanie wartości obserwujemy w zawartości wody, białka i tłuszczu. Można sądzić, że w gotowym produkcie jest zwiększona ilość aktywnych składników mleka. W ten sposób można zwiększyć wykorzystanie aktywnych substancji, które nie pozostają w serwatce po procesie technologicznym. W wynikach badań obserwujemy interesujące zmiany w poziomie kwasów tłuszczowych. Zrównoważone profile kwasów tłuszczowych i rozsądne ilości dostępnych mikroorganizmów, osiągając wartości od 8,3 do 9,2 log CFU na gram w produkcie końcowym. Należy rozważyć dalsze badania nad optymalizacją warunków fermentacji (np. temperatury, czasu i stężenia inokulum), żywotności bakterii kwasu mlekowego (LAB) podczas przechowywania oraz stabilności poziomów nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wśród związków bioaktywnych będących przedmiotem zainteresowania w sektorze mleczarskim przebadano poziom wolnych aminokwasów i amin biogennych. Ważnym elementem badań była ocena wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które wykazało korzystny wpływ na zdrowie zwiększonej ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych w produkcie z dodatkiem proponowanych drobnoustrojów. Warto dodać, że produkty mleczne pochodzące od przeżuwaczy są jednymi z najbogatszych naturalnych źródeł CLA. CLA powstaje głównie w wyniku biouwodornienia kwasu linolowego (LA) w zwazu i desaturacji kwasu trans wakcenenowego (C18:11) w gruczole sutkowym, który przekształca lipidy pokarmowe w ten bioaktywny związek. Wytwarzany przez mikroorganizmy podczas procesu fermentacji i przechowywania, CLA może wiązać się z kilkoma korzystnymi efektami zdrowotnymi, w tym z działaniem immunomodulującym oraz właściwościami przeciwzapalnymi, przeciwbakteryjnymi i przeciwnowotworowymi. CLA został uznany za potencjał do zmniejszania hipercholesterolemii i pomocy w kontrolowaniu przyrostu masy ciała. W fermentowanym mleku krowim i kozim zawierającym odpowiednie bakterie całkowita ilość krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA), zwłaszcza

kwasy masłowego (C4:0) i kwasu kapronowego (C6:0), była nieznacznie wyższa w porównaniu do produktu ze szczepami próby kontrolnej. Szczepami próby kontrolnej są prawdopodobnie nieznanego pochodzenia kultury startowe, gdzie może być bardzo dominujący szczep na produkcję kwasu mlekowego. Różnice w aktywności lipazy lipoproteinowej, odpowiedzialnej za hydrolizę długołańcuchowych kwasów tłuszczowych (LCFA) oraz tworzenie krótko- i średnio- łańcuchowych kwasów tłuszczowych, wraz z obecnością dodawanych bakterii środowiskowych, mogą istotnie wpływać na profil kwasów tłuszczowych ze względu na aktywność lipolityczną i proteolityczną oraz tworzenie cech smakowych i zapachowych co potwierdzono w wynikach badań oceny sensorycznej.

Wnioski

Otrzymane wyniki badań wskazują, że zastosowanie drobnoustrojów środowiskowych do produkcji twarogów mlecznych jest uzasadnione pozytywnymi wynikami w zakresie: poziomu drobnoustrojów, zmiany w kwasach tłuszczowych z nasyconych na wielonienasycone i wartościami wielu innych ważnych składników żywności dla człowieka. Warto zaznaczyć, że produkty pochodzące z wykorzystaniem naturalnej lokalnej fermentacji mlekowej mogą mieć istotne korzyści zdrowotne. Bioróżnorodność lokalnych produktów bogatych w lokalne drobnoustroje może sprzyjać utrzymaniu prozdrowotnej mikroflory jelitowej człowieka, wpływając korzystnie na trawienie i układ odpornościowy. Z tego powodu lokalne twarogi ekologiczne i inne produkty mleczne, powinny stanowić ważny element diety wspierające zdrowy styl życia.



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

SPRAWOZDANIE

z przeprowadzonych w 2025 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego
w zakresie upraw polowych metodami ekologicznymi, pt.:

**Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby – wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego;
Produkcja ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Doskonalenie produkcji nasiennej pszenżyta jarego, pszenicy jarej orkisz i pszenicy zwyczajnej jarej dla gospodarstw ekologicznych – upowszechnienie wyników badań w formie zaleceń dla producentów ekologicznych**

Kierownik tematu:

dr inż. Roman Warzecha/ dr Piotr Ochodzki

Wykonawcy:

dr Piotr Ochodzki główny specjalista badawczo-techniczny,
dr hab. Tomasz Góral, prof. Instytutu,
dr inż. Monika Żurek, asystent,
pracownicy techniczno-inżynierscy.

Wprowadzenie

Dotychczasowe badania w IHAR-PIB prowadzono w zakresie kukurydzy, dotyczyły głównie doboru odmian do uprawy na ziarno i na kiszonkę z całych roślin do rolnictwa ekologicznego. Ważną problematykę stanowiły prace nad ograniczeniem agrofagów i mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie i świeżej masie do zakiszania.

W zakresie pszenżyta badania obejmowały ocenę odmian zarówno formy ozimej jak i jarej pod kątem przydatności do rolnictwa ekologicznego. Ocena była prowadzona do użytkowania na ziarno jako paszy dla zwierząt monogastrycznych. Zupełną nowością były badania nad możliwością produkcji biomasy z całych roślin pszenżyta, zbieranej w fazie dojrzałości ciastowatej, do zakiszania jako paszy dla zwierząt przeżuwających. Poza oceną plonu, prowadzono również ocenę najważniejszych cech rolniczych, w tym odporności na choroby grzybowe. Analizowano również poziom mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie, skład chemiczny ziarna i biomasy. Prowadzono badania nad optymalizacją norm wysiewu i ich wpływu na plonowanie i inne cechy rolnicze oraz na zachwaszczenie plantacji. Prowadzono badania nad mieszankami pszenżyta z roślinami bobowatymi.

W 2020 realizowano zadanie „Opracowanie technologii produkcji nasion odmiany kukurydzy mieszańcowej (F1) i pszenżyta jarego dla rolnictwa ekologicznego. W 2021 roku po raz pierwszy podjęto badania nad technologią produkcji nasiennej zbóż ozimych (pszenżyta i pszenicy orkisz) dla warunków gospodarstw ekologicznych. Podjęcie badań nad produkcją nasienną było podyktowane pilną potrzebą zastąpienia przez rolnictwo ekologiczne konwencjonalnych, niezaprawianych nasion stosowanych na zasadzie „odstępstwa”, kwalifikowanymi nasionami produkowanymi metodami ekologicznymi. W latach 2023-2024 przeprowadzono badania nad przydatnością złożonych populacji krzyżówkowych i starych odmian pszenicy zwyczajnej ozimej do produkcji nasiennej dla gospodarstw ekologicznych – upowszechnienie wyników badań w formie zaleceń dla producentów ekologicznych.

W pracach badawczych, nad technologią produkcji nasiennej kukurydzy i zbóż, prowadzono współpracę z rolnikami, prowadzącymi uprawy w warunkach ekologicznych.

Zainteresowanie wynikami badań wykazały organizacje producenckie: min. Polski Związek Producentów Kukurydzy, Polski Związek Producentów Roślin Zbożowych, Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka sp. z o.o., oraz Ośrodki Doradztwa Rolniczego.

Wyniki prac były przedmiotem referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych, oraz publikacji w materiałach konferencyjnych i wynikach badań z zakresu rolnictwa ekologicznego, publikowanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

W gospodarstwach ekologicznych stosuje się, na zasadzie odstępstwa, niezaprawiony konwencjonalny materiał siewny, gdyż w wielu ważnych gatunkach roślin uprawnych, ekologiczny materiał siewny jest niedostępny. Zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej, będzie obowiązkowe stosowanie ekologicznego materiału siewnego, wytworzonego w warunkach ekologicznych.

W proponowanym projekcie zaplanowano badania nad produkcją ekologicznego materiału siewnego: jarego pszenżyta, jarej pszenicy zwyczajnej i jarej pszenicy orkisz. Te zboża znajdują zastosowanie w produkcji artykułów spożywczych o wysokiej wartości zdrowotnej (pszenica orkisz i jara pszenica zwyczajna) lub są wykorzystane w produkcji ziarna na paszę (jare pszenżyto). Pszenżyto odgrywa bardzo ważną rolę w żywieniu wszystkich zwierząt gospodarskich, w produkcji ekologicznego mleka i wyrobów mleczarskich, mięsa wołowego i wieprzowego i wyrobów wędliniarskich, drobiu, jaj i wielu innych

produktów na rynek krajowy i eksport. Zarówno pszenżyto jak i orkisz mogą być uprawiane na glebach słabszych o niższym pH, które dominują również w gospodarstwach ekologicznych.

Cel planowanego badania

W Polsce i w krajach Unii Europejskiej w szerokim zakresie w uprawach ekologicznych stosuje się konwencjonalny materiał siewny korzystając z procedury odstępstwa. Komisja Europejska dokonała zmiany w tym zakresie. Od chwili wejścia w życie nowych regulacji prawnych, możliwe będzie wyłącznie stosowanie materiału siewnego, wytworzonego w warunkach ekologicznych. Według producentów ekologicznych, brak dostępu do kwalifikowanego materiału siewnego jest aktualnie głównym ograniczeniem produkcji ekologicznej.

Celem proponowanych badań jest optymalizacja wybranych elementów technologii uprawy, takich jak gęstość siewu, stosowanie nawozów dolistnych i biopreparatów na wielkość plonu materiału siewnego i jego jakość.

Badania przeprowadzono na nowoczesnych odmianach, które charakteryzują się bardziej korzystnymi cechami gospodarczymi w porównaniu do starszych odmian. Do przeprowadzenia projektu, wiosną 2025 roku zostały założone doświadczenia z jarymi formami zbóż będących przedmiotem planowanych badań.

W ścisłym doświadczeniu poletkowym z pszenżytem, pszenicą zwyczajną i pszenicą orkisz zostały zastosowane po trzy normy wysiewu nasion pszenżyta, pszenicy zwyczajnej i kłosek orkisz. Określony został wpływ gęstości siewu na plonowanie nasion oraz na poziom zachwaszczenia. Zastosowane zostały biostymulatory w formie oprysków na rośliny i określono ich wpływ na plonowanie i inne cechy rolnicze odmian.

Na poletkach każdej z badanych odmian, w doświadczeniu ścisłym, na wszystkich zbożach będących przedmiotem projektu zastosowano biostymulatory zarejestrowane do rolnictwa ekologicznego. Uzyskane wyniki będą odniesione do kontroli (bez oprysku biostymulatorem).

Przedmiotem szczegółowych badań w doświadczeniach był poziom odporności na główne choroby oraz podstawowe parametry agrotechniczne, między innymi wysokość roślin, odporność na wyleganie, liczba dni do kłoszenia. Po zbiorach nasion i ich wysuszeniu i oczyszczeniu, określony został plon nasion z poszczególnych doświadczeń, oraz jego parametry fizyczne oraz laboratoryjne nasion: czystość nasion i zdolność i energia kiełkowania.

W doświadczeniu infekcyjnym z użyciem inokulum zarodników grzybów z rodzaju *Fusarium* porównano podatność badanych odmian na fuzariozę kłosek i poziom zawartości mikotoksyn fuzaryjnych.

Przeprowadzone zostaną badania laboratoryjne zdolności kiełkowania i wigoru na szalkach Petriego z poszczególnych kombinacji doświadczalnych.

Przeprowadzenie proponowanych badań umożliwi opracowanie efektywnych technologii produkcji ekologicznego materiału siewnego, z uwzględnieniem nowych elementów, między innymi ekologicznych biostymulatorów i nawozów dolistnych dla bardzo ważnych gatunków roślin wykorzystywanych w rolnictwie ekologicznym: pszenżyta (x *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus), pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.)

Podzadanie nr. 1

Doskonalenie produkcji nasiennej pszenicy zwyczajnej jarej dla gospodarstw ekologicznych – upowszechnienie wyników badań w formie zaleceń dla producentów ekologicznych

Pszenica zwyczajna

W gospodarstwach ekologicznych forma jara pszenicy cieszy się dużym zainteresowaniem rolników. Decyduje o tym mniejsza presja czynników ograniczających plonowanie. W zasiewach pszenicy jarej zdecydowanie łatwiejsze jest opanowanie zachwaszczenia oraz mniejszy stopień porażenia przez patogeny grzybowe. Dodatkowo wysiewa się ją po przedplonach późno zbieranych (warzywa, burak cukrowy, kukurydza, późny ziemniak), a ziarno charakteryzuje się wysoką wartością technologiczną zarówno do wypieku pieczywa jak i do celów paszowych. W warunkach uprawy ekologicznej pszenica jara jest również dobrą rośliną ochronną dla wsiewek roślin bobowatych drobnonasiennych oraz ich mieszanek z trawami. Wsiewki te są ważnym elementem zmianowania w każdym gospodarstwie ekologicznym, gdyż wiążą biologicznie azot, poprawiają żyzność gleby oraz ułatwiają ograniczenie zachwaszczenia zbóż jarych. Plonowanie zbóż jarych w warunkach produkcji ekologicznej jest bardziej stabilne niż ozimych, dodatkowo różnica w produktywności zbóż jarych między gospodarstwami konwencjonalnymi a ekologicznymi jest mniejsza.

Podzadanie nr. 2

Doskonalenie produkcji nasiennej pszenżyta jarego dla gospodarstw ekologicznych - upowszechnienie wyników badań w formie zaleceń dla producentów ekologicznych.

Pszenżyto

Jest zbożem o szczególnej przydatności na paszę w gospodarstwach ekologicznych, w formie ziarna. Odgrywa bardzo ważną rolę w żywieniu wszystkich zwierząt gospodarskich, w produkcji ekologicznego mleka i wyrobów mleczarskich, mięsa wołowego i wieprzowego i wyrobów wędliniarskich, drobiu, jaj, ryb i wielu innych produktów na rynek krajowy i eksport. Zaletą pszenżyta, w stosunku do innych zbóż, jest wyższy niż w innych zbożach udział białka o korzystnym składzie aminokwasowym, co przekłada się na jego wysoką wartość żywieniową. Ziarno pszenżyta jarego zawiera mniej włókna surowego niż ziarno jęczmienia czy owsa. Charakteryzuje się wysokim współczynnikiem strawności. Pszenżyto może być uprawiane na glebach słabszych i niższym pH, a więc takich, jakie dominują w Polsce. Jest zbożem ekstensywnym, które przy niższych nakładach, pozwala uzyskać relatywnie wysokie plony ziarna o wyższej strawności. Te cechy oraz wysoka zdrowotność, szczególnie predestynują pszenżyto, jako zboże paszowe do uprawy w gospodarstwach ekologicznych.

Dotychczas brak jest badań nad produkcją materiału siewnego pszenicy orkisz i pszenżyta w warunkach ekologicznych. Proponowane badania pozwolą na zwiększenie dostępności ekologicznego materiału siewnego oraz upowszechnienie technologii produkcji ekologicznych nasion.

Podzadanie nr. 3

Doskonalenie produkcji nasiennej pszenicy jarej orkisz dla gospodarstw ekologicznych – upowszechnienie wyników badań w formie zaleceń dla producentów ekologicznych

Pszenica orkisz.

Jest bardzo ważnym zbożem konsumpcyjnym, o szczególnej przydatności do produkcji żywności ekologicznej. Zawiera więcej białka i glutenu niż pszenica zwyczajna (od 13 do 17%), lecz lepiej przyswajalnego przez organizm człowieka. Białko charakteryzuje się też wyższą strawnością i jakością biologiczną. Chleb z orkiszu ma silny zapach chlebowy, znakomity smak i dłużej utrzymuje świeżość.

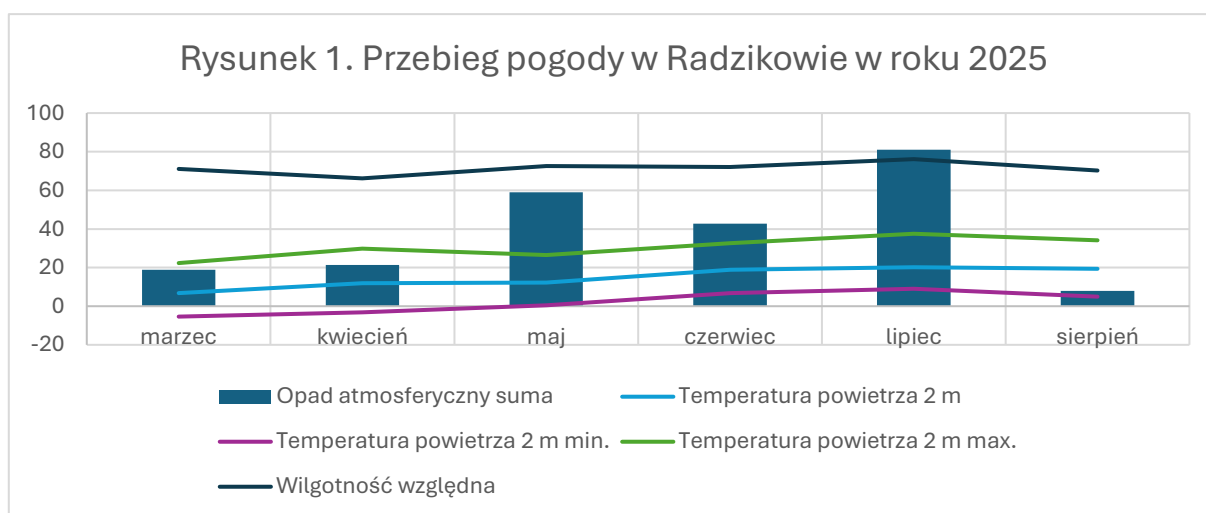
Ziarno orkiszu zawiera również dużo witamin: A, E, D oraz B1, B2 i PP. Charakteryzuje się wysoką zawartością składników mineralnych: fosforu, żelaza, cynku, a także miedzi, manganu i kobaltu. Wysoka zawartość kwasu krzemowego wpływa korzystnie na włosy, skórę, paznokcie oraz wzmacnia aktywność mózgu i koncentrację.

Pszenica orkisz jest także surowcem w przemyśle fermentacyjnym oraz do produkcji orkiszowych napojów alkoholowych.

Wyniki

Przebieg warunków pogodowych jest obok warunków glebowych, zastosowanej technologii uprawy i odmiany, decydującym elementem w uzyskaniu plonu o odpowiedniej jakości i ilości.

W roku 2025 przebieg pogody w Radzikowie (Polska Centralna) był zmienny i odbiegał od średniej wieloletniej dla tego rejonu kraju (Rysunek 1.)



Wysokie temperatury maksymalne sięgające 38 °C w połączeniu z bardzo niskimi opadami w sierpniu powodowały szybkie dojrzewanie a wręcz zasychanie kłosów.

Podzadanie 1

W badaniach wykorzystano 2 odmiany pszenicy zwyczajnej jarej: Anakonda i Konstancja

Założono doświadczenie ściśle 4-powtórzeniowe, z użyciem 3 preparatów dolistnych dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, w celu podniesienia plonu i jakości nasion: BlueN (333g/ha), L-Amino+ (2L/ha) oraz SmartSil(2kg/ha). Wielkość poletka 10 m².

Zastosowano 3 gęstości siewu: 4500, 500 i 550 nasion/m².

Tabela 1. Ważniejsze cechy rolnicze badanych odmian pszenicy jarej. Radzików, 2025.

Odmiana	Kłoszenie	Kwitnienie	Wysokość roślin	Wyleganie przed zbiorem
	[dni od 01. 2025]		[cm]	[skala 1-9]
Anakonda	171	28.06.2025	88	9
Konstancja	173	30.06.2025	90	9

Odporność odmian pszenicy jarej na najważniejsze choroby grzybowe (tab. 3), była na bardzo wysokim poziomie w odniesieniu do septoriozy oraz fuzariozy kłosów. Porażenie również nie zaobserwowano w przypadku rdzy żółtej. Odnotowano bardzo niewielkie porażenie roślin przez choroby grzybowe, niezależnie od zastosowanego preparatu.

Tabela 2. Podatność odmian pszenicy jarej na główne choroby grzybowe (skala 1-9). Radzików, 2025

Odmiana	Rdza żółta (13.06) skala 1-9	Fuzarioza kłosów (indeks fuzariozy %) (10.07)	Septorioza (20.06) skala 1-9	Septorioza (26.06) skala 1-9	Fuzarioza kłosów (indeks fuzariozy %) 16.06
Anakonda	8,6	0,0	9,0	9,0	0,4
Konstancja	8,5	0,0	8,8	9,0	0,8

Odmiany obecnie rejestrowane są znacznie odporniejsze na podstawowe choroby, co przekłada się na niskie porażenie roślin. Równocześnie warunki pogodowe nie sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych.

Tabela 3. Plonowanie oraz wybrane parametry plonu pszenicy jarej. Radzików, 2025.

Odmiana	Preparat	Gęstość siewu	Plon [dt/ha]	Wilgotność [%]	Plon sm [dt/ha]	Gęstość [kg/hl]	Czystość	Plon czysty	
Anakonda	BlueN	450	61,7	9,4	55,8	63,2	91,2	50,9	
		500	69,5	10,1	62,5	59,4	83,3	52,0	
		550	65,7	9,8	59,3	58,7	85,6	50,8	
	Aminokwasy	450	58,7	10,5	52,6	57,1	90,3	47,5	
		500	57,3	8,6	52,4	55,7	89,1	46,7	
		550	58,2	7,5	53,9	58,5	93,3	50,3	
	SmartSił	450	46,5	9,2	42,2	64,6	90,2	38,0	
		500	47,7	8,3	43,7	65,4	93,1	40,7	
		550	60,2	7,9	55,5	69,7	88,2	48,9	
	Kontrola	450	49,1	8,3	45,0	66,2	93,3	42,0	
		500	51,8	8,4	47,4	67,0	88,7	42,1	
		550	61,8	8,0	56,8	67,3	84,1	47,8	
	Średnia			57,3	8,8	52,3	62,7	89,2	46,5
	Konstancja	BlueN	450	67,7	13,1	58,9	48,1	84,7	49,9
			500	68,1	12,5	59,6	50,6	83,6	49,8
550			63,6	11,7	56,2	47,5	93,1	52,3	
Aminokwasy		450	53,8	10,6	48,1	59,4	92,1	44,3	
		500	56,1	9,0	51,1	62,3	85,7	43,8	
		550	59,6	7,6	55,1	66,5	84,6	46,6	
SmartSił		450	49,6	7,9	45,6	60,7	86,2	39,3	
		500	50,5	8,1	46,4	59,4	84,4	39,2	
		550	63,0	7,6	58,2	64,1	83,7	48,7	
Kontrola		450	52,0	7,6	48,0	60,8	91,5	44,0	
		500	59,4	7,5	54,9	61,2	89,7	49,3	
		550	67,6	7,6	62,4	64,7	83,5	52,1	
Średnia			59,2	9,2	53,7	58,8	86,9	46,6	

Uśrednione wyniki pokazują, że obie odmiany pszenicy jarej plonowały na podobnym poziomie ok.46,5 dt/ha. Analiza wyników wskazuje na poprawę plonu czystego średnio z 46,2 do 50,9 dt/ha po zastosowaniu preparatu BlueN. Preparat ten zwiększa ilość przyswajanego przez rośliny azotu, co jest istotne w uprawach ekologicznych, gdzie zasilanie azotem jest bardzo często niewystarczające. Zastosowanie preparatu zawierającego aminokwasów nie zwiększyło plonów, natomiast zastosowanie preparatu krzemowo-wapniowego wpłynęło na zmniejszenie plonów niewielkim stopniu.

Zwiększenie normy wysiewu z 450 do 550 nasion/m² zwiększyło plon z 44,5 do 49,7 dt/ha, przy czym obie odmiany reagowały bardzo podobnie na zwiększenie obsady roślin.

Wszystkie próby charakteryzowały się średnią czystością (86,9-89,2%). Głównym źródłem zanieczyszczeń były zanieczyszczenia nasionami chwastów, zwłaszcza komosy.

Tabela 4. Najważniejsze parametry technologiczne ziarna pszenicy jarej, zb. 2025

Odmiana	Preparat	Gęstość siewu	MTZ (g)	Białko [%]	Gluten [%]	HL [kg/hl]	Sedymentacja [ml]	
Anakonda	BlueN	450	32,72	14,7	33,0	70,3	59,4	
		500	32,95	15,6	37,3	65,4	63,2	
		550	29,8	15,9	34,9	65,9	68,5	
	Aminokwas	y	450	34,13	14,9	31,6	72,1	59,3
			500	31,21	15,7	35,6	71,5	63,6
			550	32,61	14,8	28,9	75,9	55,6
	SmartSil	450	34,17	16,0	34,3	74,1	65,4	
		500	33,85	16,2	35,6	74,4	66,0	
		550	34,26	14,1	26,7	78,0	49,4	
	Kontrola	450	29,74	15,4	31,3	75,3	61,9	
		500	30,47	15,8	35,0	75,7	62,9	
		550	33,09	14,8	28,5	76,3	54,4	
Średnia			32,4	15,3	32,7	72,9	60,8	
Konstancja	BlueN	450	28,67	15,1	34,2	57,3	60,5	
		500	26,8	16,4	32,2	58,4	73,3	
		550	28,47	15,9	32,5	55,8	65,1	
	Aminokwas	y	450	27,56	14,5	31,8	67,2	54,0
			500	26,76	16,3	37,0	64,9	65,7
			550	30,15	15,4	32,7	68,6	56,3
	SmartSil	450	29,3	16,0	36,5	69,9	61,7	
		500	28,1	16,2	33,9	69,8	56,3	
		550	32,54	13,9	28,7	73,9	43,2	
	Kontrola	450	26,54	16,1	35,3	70,4	58,3	
		500	30,47	15,8	33,7	71,1	58,5	
		550	32,89	14,5	29,4	73,7	47,0	
Średnia			29,0	15,5	33,2	66,7	58,3	

Przeprowadzono również ocenę laboratoryjną prób zebranego materiału nasiennego zebranego w doświadczeniu (tab.4). Stwierdzono, iż próby nasion odmiany Anakonda charakteryzowały się większą masą 1000 nasion (MTZ) w porównaniu z Konstancją (odpowiednio 32,4 i 29,0g.) w porównaniu do odmiany Konstancja. Analiza wpływu zastosowanych preparatów wskazuje na średnio nieco większą wartość MTZ u obiektów potraktowanych SmartSil-em, zwłaszcza odmiany Anakonda.

Preparaty nie wpłynęły na zawartość białka, którego zawartość wyniosła 15,4%. Ziarno obiektów po zastosowaniu BlueN posiadało mniejszą masę nasypową (średnio 62,2 kg/hL) w porównaniu do stosowania aminokwasów (70 kg/hL), SmartSil (73,4kg/hL) i kontroli bez preparatów (73, 7 kg/hL)

W próbach ziarna określono udział ziarniaków porażonych wizualnie przez grzyby z rodzaju Fusarium oraz przeprowadzono oznaczenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych (Tab. 5). W żadnej z badanych prób nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości granicznych mikotoksyn.

Tabela 5. Porażenie ziarniaków przez grzyby (FDK) oraz zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie pszenicy jarej, zb. 2025.

Odmiana	Preparat	Gęstość siewu	DON [ug/kg]	DON-3-G [ug/kg]	3AcDON [ug/kg]	ZON [ug/kg]	NIV [ug/kg]	FDK [%]	
Anakonda	BlueN	450	36	97	9	11	0	0,3	
		500	128	234	9	13	0	0,5	
		550	51	106	11	12	0	0,2	
	Aminokwasy	450	32	98	8	14	0	0,4	
		500	52	104	15	13	0	0,3	
		550	23	96	0	12	0	0,2	
	SmartSil	450	60	114	9	12	0	0,4	
		500	20	105	8	12	0	0,3	
		550	58	100	8	12	0	0,2	
	Kontrola	450	67	109	13	13	0	0,4	
		500	77	123	16	12	0	0,5	
		550	69	106	10	12	0	0,3	
			Średnia	56	116	10	12	0,0	0,3
	Konstancja	BlueN	450	4	64	10	11	0	0,1
			500	9	69	10	12	0	0,2
550			10	67	9	11	0	0,3	
Aminokwasy		450	0	79	0	14	0	0,1	
		500	5	84	0	12	0	0,3	
		550	11	88	9	11	0	0,1	
SmartSil		450	11	97	0	13	0	0,2	
		500	13	89	9	12	0	0,2	
		550	0	85	0	12	0	0,3	
Kontrola		450	10	88	12	14	0	0,1	
		500	23	81	8	12	0	0,2	
		550	4	78	11	12	0	0,2	
			Średnia	8	81	7	12	0	0,3

Wykryto najwięcej deoksyniwaleolu (DON) oraz jego pochodnej glikozydowej DON-3-G. Maksymalny dopuszczalny poziom zawartości dla mikotoksyny DON wynosi 1000 ug/kg. Więcej mikotoksyn kumulowała odmiana Anakonda. Średnie zawartości tej mikotoksyny w ziarnie odmiany Anakonda wyniosły 56 ug, a w odmianie Konstancja 8 ug/kg. Zawartość pochodnej glikozydowej DON-3-G wyniosła odpowiednio 116 i 81 ug/kg. Zawartość zearalenonu (ZON) wyniosła w obu odmianach 12 ug/kg, przy dopuszczalnej zawartości 200 ug/kg w ziarnie nieprzetworzonym. Stwierdzono bardzo małe zawartości pochodnych acylowanych DON (3AcDON i 15 AcDON), oraz brak obecności niwaleolu. Tak niskie zawartości mikotoksyn związane są z niekorzystnymi dla rozwoju grzybów Fusarium warunkami pogodowymi panującymi w okresie kwitnienia - wysokimi temperaturami i brakiem opadów. W badanych próbach wykryto śladowe innych mikotoksyn: diacetoksyscirpenolu (DAS) oraz fuzarenonu (FUS). Nie wykryto ochratoksyn oraz aflatoksyn.

Sztuczne zakażenie Fusarium w postaci oprysku wodną zawiesiną zarodników zwiększyło zarówno stopień porażenia ziarniaków (FDK) jak i zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie (Tab. 6.).

Tabela 6 Stopień porażenia ziarna (FDK) oraz zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie pszenicy sztucznie zakażanej zarodnikami Fusarium.

Preparat	DON [ug/kg]	DON-3- G [ug/kg]	3AcDON [ug/kg]	NIV [ug/kg]	ZON [ug/kg]	FDK [%]
Anakonda						
BlueN	7459	633	79	9	12150	21
Aminokwasy	7084	1044	210	0	400	15
SmartSil	5247	916	160	0	330	14
Kontrola	4141	1128	158	0	224	14
Konstancja						
BlueN	1652	679	66	0	964	8
Aminokwasy	1761	599	67	0	96	8
SmartSil	1120	405	45	0	35	7
Kontrola	727	418	32	0	35	6

Odmiana Konstancja jest odporniejsza na fuzariozę kłosów niż odmiana Anakonda, co widoczne jest zarówno w postaci mniejszego uszkodzenia ziarniaków (FDK) jak i niższej zawartości mikotoksyn. Najwyższe zawartości mikotoksyn wykryto w odmianie Anakonda, w kombinacji z dolistnym zastosowaniem BlueN, odpowiednio 7459 ug/kg DON i 12150 ug/kg ZON. W obu odmianach niższe zawartości mikotoksyn wykryto w obiektach kontrolnych, które nie zostały poddane opryskowi.

Ocena kiełkowania nasion obu odmian (Tab 7) pokazała, że nasiona posiadają bardzo dobrą zdolność kiełkowania na poziomie 95%. Badania oceniające wigor nasion są w toku i będą prezentowane po zakończeniu.

Podzadanie 2

W badaniach wykorzystano 2 polskie odmiany pszenżyta jarego: Dyżma i Toristo

Założono doświadczenie ściśle 4-powtórzeniowe, z użyciem 3 preparatów dolistnych dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, w celu podniesienia plonu i jakości nasion: BlueN (333g/ha), L-Amino+ (2L/ha) oraz SmartSil (2kg/ha). Wielkość poletka 10 m².

Zastosowano 3 gęstości siewu: 400, 450 i 500 nasion/m².

Tabela 8. Ważniejsze cechy rolnicze badanych odmian pszenżyta jarego. Radzików, 2025.

Odmiana	Strzelanie w	Kłoszenie	Wysokość	Wyleganie przed
	żdźbło		roślin	zbiorem
			[cm]	[skala 1-9]
Dyzma	15.05	5.06.2025	93	9
Toristo	16.05	5.06.2025	98	9

Odporność odmian pszenżyta jarego na najważniejsze choroby grzybowe (tab. 9), była na bardzo wysokim poziomie w odniesieniu do septoriozy oraz fuzariozy kłosów. Porażenie również nie zaobserwowano w przypadku rdzy żółtej. Odnotowano bardzo niewielkie porażenie roślin przez choroby grzybowe, niezależnie od zastosowanego preparatu.

Tabela 9. Podatność odmian pszenżyta jarego na główne choroby grzybowe (skala 1-9). Radzików, 2025

Odmiana	Rdza żółta (13.06) skala 1-9	Fuzarioza kłosów (indeks fuzariozy %) (10.06)	Septorioza (20.06) skala 1-9	Septorioza (26.06) skala 1-9	Fuzarioza kłosów (indeks fuzariozy %) 16.06
Dyzma	8,4	0,0	7,8	9,0	0,4
Toristo	8,9	0,0	7,8	9,0	0,8

Odmiana Toristo jest nieco bardziej odporna na rdzę żółtą (*Puccinia striiformis*)

Odmiany obecnie rejestrowane są znacznie odporniejsze na podstawowe choroby, co przekłada się na niskie porażenie roślin. Równocześnie warunki pogodowe nie sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych.

Tabela 10. Plonowanie oraz wybrane parametry plonu pszenżyta jarego. Radzików, 2025.

Odmiana	Preparat	Gęstość siewu	Plon [dt/ha]	Wilgotność [%]	Plon sm [dt/ha]	Gęstość [kg/hl]	Czystość	Plon czysty
Dyzma	BlueN	400	56,8	16,8	39,2	47,2	88,0	41,5
		450	59,4	12,9	48,6	51,6	80,1	41,4
		500	67,9	10,6	49,3	60,8	82,4	50,1
	Aminokwasy	400	47,7	6,8	59,1	44,4	87,1	38,7
		450	54,2	7,2	57,5	50,2	85,9	43,1
		500	44,5	7,4	54,5	41,2	90,1	37,2
	SmartSil	400	57,5	7,5	57,4	53,2	87,0	46,3
		450	57,8	6,8	57,2	53,9	89,9	48,5
		500	51,3	6,5	56,0	48,0	85,0	40,8
	Kontrola	400	64,1	8,6	54,3	58,5	90,1	52,7
		450	67,4	11,3	49,6	59,8	85,5	51,1
		500	62,3	10,5	51,0	55,7	80,9	45,1
	Średnia		57,6	9,4	52,8	52,0	86,0	44,7
Toristo	BlueN	400	63,8	6,6	52,2	59,5	86,0	51,2
		450	65,0	11,2	46,5	57,7	81,5	47,0
		500	59,9	7,1	49,5	55,6	80,4	44,7
	Aminokwasy	400	59,1	6,1	53,9	55,5	89,9	49,9
		450	56,7	5,9	53,4	53,3	88,9	47,4
		500	50,8	5,6	53,6	47,9	82,5	39,5
	SmartSil	400	52,0	5,8	56,7	49,0	81,4	39,9
		450	55,8	5,6	55,5	52,7	83,0	43,7
		500	43,6	5,2	54,8	41,3	81,2	33,5
	Kontrola	400	56,3	6,1	54,5	52,9	80,5	42,6
		450	57,6	5,9	53,6	54,2	88,3	47,8
		500	59,1	6,6	50,2	55,2	86,5	47,7
	Średnia		56,6	6,5	52,9	52,9	84,2	44,6

Uśrednione wyniki pokazują, że obie odmiany pszenżyta jarego plonowały na podobnym poziomie 44,7 dt/ha. Plon czystego ziarna w warunkach kontrolnych i przy zastosowaniu BlueN były do siebie zbliżone (odpowiednio średnio 47,8 i 46,0 dt/ha). Po zastosowaniu preparatu zawierających aminokwasy (L-Amino+) i preparatu krzemowo-wapniowego (SmartSil) plony uległy zmniejszeniu niewielkim stopniu odpowiednio do 42,6 dt/ha i 42,1 dt/ha.

Zwiększenie normy wysiewu z 400 do 450 nasion/ m² zwiększyło plon z 45,3 do 46,2 dt/ha, przy czym obie odmiany reagowały bardzo podobnie na zwiększenie obsady roślin. Dalsze zwiększenie normy wysiewu do 500 nasion/m² obniżyło plon do 42,2 dt/ha.

Wszystkie próby charakteryzowały się średnią czystością (84,2-86,0%). Głównymi zanieczyszczeniami były nasiona chwastów, zwłaszcza komosy.

Tabela 11. Najważniejsze parametry technologiczne ziarna pszenżyta jarego, zb. 2025.

Odmiana	Preparat	Gęstość siewu	MTZ (g)	Białko [%]	HL ciężar	
Dyzma	BlueN	400	41,7	13,2	60,3	
		450	41,7	13,6	53,5	
		500	37,7	13,5	55,1	
	Aminokwas	sy	400	42,5	13,0	64,3
			450	39,9	13,2	64,5
			500	35,6	13,7	62,4
	SmartSil		400	39,1	12,9	66,5
			450	40,1	13,1	65,3
			500	34,8	13,5	63,0
	Kontrola		400	39,4	13,3	54,4
			450	40,0	12,5	57,6
			500	39,3	13,4	54,7
			Średnia	39,3	13,2	60,1
	Toristo	BlueN	400	36,4	13,3	57,5
			450	35,3	13,6	54,1
500			33,9	13,5	57,2	
Aminokwas		sy	400	37,8	12,9	59,3
			450	34,6	13,4	59,0
			500	32,5	13,8	59,6
SmartSil			400	38,1	12,7	61,6
			450	36,4	13,0	61,3
			500	33,1	13,7	59,9
Kontrola			400	36,9	12,8	59,8
			450	36,5	12,2	59,0
			500	35,6	13,1	56,1
			Średnia	35,6	13,2	58,7

Przeprowadzono również ocenę laboratoryjną prób zebranego materiału nasiennego zebranego w doświadczeniu (tab.11). Stwierdzono, iż próby nasion odmiany Dyzma charakteryzowały się większą masą 1000 nasion (MTZ) w porównaniu z Toristo (odpowiednio 39,3 i 35,6 g.). Analiza wpływu zastosowanych preparatów u odmiany Dyzma wskazuje na nieco większą wartość MTZ u obiektów potraktowanych BlueN (40,4 g) i mniejsze wartości u obiektów potraktowanych SmartSil-em (38,0 g) w porównaniu do próby kontrolnej (39,6 g). Nasiona odmiany Toristo w próbie kontrolnej były nieco cięższe (36,3 g) niż w obiektach potraktowanych badanymi preparatami (odpowiednio 35,2g, 35 g i 35,8 g dla BlueN, L-Amino+ i SmartSil).

Zwiększenie normy wysiewu z 400 do 450 i 500 nasion/m² zmniejszało wartość MTZ u odmiany Dyzma odpowiednio z 40,7 g do 40, 4g i 36,9 g, a u odmiany Toristo z 37,3 g do 35,7 g i 33,8 g.

Zastosowanie preparatów nie wpłynęło na zawartość białka, którego średnia zawartość w obu odmianach wyniosła 13,2%. Ziarno odmiany Dyzma po zastosowaniu BlueN posiadało mniejszą masę nasypową (średnio 56,3 kg/hL) w porównaniu do stosowania aminokwasów (63,7 kg/hL) i SmartSil (64,9 kg/hL),

lecz nieco mniejszą niż w kontroli bez preparatów (55,6 kg/hL). Ziarno odmiany Toristo po zastosowaniu BlueN posiadało mniejszą masę nasypową (średnio 56,3 kg/hL) w porównaniu do stosowania aminokwasów (59,3 kg/hL) i SmartSil (61,0 kg/hL), i w kontroli bez preparatów (58,3 kg/hL). Zawartość skrobi była stabilna i wynosiła około 55%

W próbach ziarna określono udział ziarniaków porażonych wizualnie przez grzyby z rodzaju *Fusarium* oraz przeprowadzono oznaczenie zawartości mikotoksyn fuzaryjnych (Tab. 12).

Porażenie ziarniaków było niskie, w granicach 1-3%. W żadnej z badanych prób nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości granicznych mikotoksyn, dla których obowiązują regulacje prawne.

Tabela 12. Porażenie ziarniaków przez grzyby (FDK) oraz zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie pszenżyta jarego, zb. 2025.

Odmiana	Preparat	Gęstość siewu	DON [ug/kg]	DON-3-G [ug/kg]	3AcDON [ug/kg]	ZON [ug/kg]	NIV [ug/kg]	FDK [%]	
Dyzma	BlueN	400	590	119	78	16	3	1,3	
		450	318	41	103	12	5	1,5	
		500	586	73	72	16	11	2,2	
	Aminokwasy	400	222	83	146	12	0	1,4	
		450	195	57	137	11	9	2,3	
		500	81	59	69	12	9	2,4	
	SmartSil	400	572	164	124	54	12	3,4	
		450	247	87	84	32	18	1,3	
		500	185	64	111	13	0	2,2	
	Kontrola	400	341	82	63	14	12	1,4	
		450	294	52	85	11	9	1,5	
		500	418	94	127	24	11	1,3	
			Średnia	337	81	100	19	8	1,9
	Toristo	BlueN	400	170	50	64	12	19	1,3
			450	318	97	152	12	11	1,6
500			105	35	66	12	52	2,4	
Aminokwasy		400	141	54	137	12	33	2,3	
		450	170	39	136	12	25	1,7	
		500	278	78	141	12	6	2,7	
SmartSil		400	247	63	165	11	14	2,1	
		450	421	82	132	13	26	1,3	
		500	78	34	169	18	57	1,7	
Kontrola		400	327	73	87	29	32	3,1	
		450	297	54	63	15	37	2,7	
		500	164	87	143	13	24	1,3	
			Średnia	226	62	121	14	28	2,0

W badanych próbach ziarna najczęściej wykryto DON oraz jego pochodnej acylowanej 3AcDON i glikozydowej DON-3-G. Maksymalny dopuszczalny poziom zawartości dla mikotoksyny DON wynosi 1000 ug/kg. Nieco więcej mikotoksyn kumulowała odmiana Dyzma. Średnie zawartości tej mikotoksyny w ziarnie odmiany Dyzma wyniosły 337 ug, a w odmianie Toristo 226 ug/kg. Zawartość pochodnej acylowanej 3AcDON wynosiła odpowiednio 100 ug/kg i 121 ug/kg, a glikozydowej (DON-3-G) odpowiednio 81 i 62 ug/kg. Zawartość zearalenonu (ZON) wyniosła w obu odmianach 19 i 14 ug/kg, przy dopuszczalnej zawartości 200 ug/kg w ziarnie nieprzetworzonym. Stwierdzono bardzo małe zawartości niwalenolu (8 i 28 ug/kg). Niskie zawartości mikotoksyn związane są z niekorzystnymi dla rozwoju grzybów *Fusarium* warunkami pogodowymi panującymi w okresie kwitnienia - wysokimi temperaturami i brakiem opadów. W badanych próbach wykryto śladowe innych mikotoksyn: diacetoksyscirpenolu (DAS) oraz fuzarenonu (FUS). Nie wykryto ochratoksyn oraz aflatoksyn.

Sztuczne zakażenie *Fusarium* w postaci oprysku wodną zawiesiną zarodników nie zwiększyło zarówno stopień porażenia ziarniaków (FDK) jak i zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie (Tab. 13.).

Tabela 13 Stopień porażenia ziarna (FDK) oraz zawartość mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie pszenicy sztucznie zakażanej zarodnikami *Fusarium*.

Preparat	DON [ug/kg]	DON-3- G [ug/kg]	3AcDON [ug/kg]	NIV [ug/kg]	ZON [ug/kg]	FDK [%]
Dyzma						
BlueN	204	44	338	5	14	2
Aminokwasy	194	71	248	5	14	2
SmartSil	299	42	179	4	16	3
Kontrola	77	25	203	7	15	1
Toristo						
BlueN	245	51	450	19	14	2
Aminokwasy	272	99	35	24	14	3
SmartSil	157	43	194	11	14	2
Kontrola	90	35	25	33	14	2

Brak efektu sztucznego zakażenia zarówno na stopień porażenia ziarniaków jak i zawartość mikotoksyn fuzaryjnych może wynikać faktu wysokich temperatur i braku opadów w czasie inokulacji i w ciągu kilku dni po zabiegu.

Obie odmiany- Toristo i Dyzma nie różnią się w odporności na fuzariozę kłosów, co widoczne jest zarówno w podobnej ilości uszkodzonych ziarniaków (FDK) jak i zawartości mikotoksyn. W obu badanych odmianach wyższe zawartości DON wykryto w kombinacji z zastosowanymi dolistnymi preparatami. Były to jednak ilości nie przekraczające dopuszczalnych stężeń.

Ocena kiełkowania nasion obu odmian pokazała, że nasiona wszystkich obiektów posiadają bardzo dobrą zdolność kiełkowania na poziomie 95%. Badania oceniające wigor nasion są w toku i będą prezentowane po zakończeniu.

Podzadanie 3

W badaniach wykorzystano 2 polskie odmiany pszenicy jarej orkisz: Kuiavia i Wirtas.

Założono doświadczenie ściśle 4-powtórzeniowe, z użyciem 3 preparatów dolistnych dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym, w celu podniesienia plonu i jakości nasion: BlueN (333g/ha), L-Amino+ (2L/ha) oraz SmartSil (2kg/ha). Wielkość poletka 10 m².

Zastosowano 3 gęstości siewu: 200, 250 i 300 kłosek/m².

Tabela 15. Ważniejsze cechy rolnicze badanych odmian pszenicy jarej. Radzików, 2025.

Odmiana	Strzelanie w źdźbło	Kłoszenie	Wysokość roślin	Wyleganie przed zbiorem
			[cm]	[skala 1-9]
Kuiavia	15.05	5.06.2025	110	8,5
Wirtas	16.05	5.06.2025	115	8,7

Pszenica orkisz, mimo że jest wysoka, nie ma tendencji do wylegania w porównaniu do pszenicy zwyczajnej ze względu na sztywniejszą słomę (Tab.15). Odporność odmian orkiszu jarego na najważniejsze choroby grzybowe (Tab. 16), była na bardzo wysokim poziomie w odniesieniu do septoriozy oraz fuzariozy kłosek. Porażenie również nie zaobserwowano w przypadku rdzy żółtej. Odnotowano bardzo niewielkie porażenie roślin przez choroby grzybowe, niezależnie od zastosowanego preparatu.

Tabela 16. Podatność odmian orkiszu na główne choroby grzybowe (skala 1-9). Radzików, 2025

Odmiana	Rdza żółta (13.06) skala 1-9	Septorioza (20.06) skala 1-9	Septorioza (26.06) skala 1-9	Fuzarioza kłosek (indeks fuzariozy %) (10.06)	Fuzarioza kłosek (indeks fuzariozy %) 16.06
Kuiavia	8,5	8,5	8,5	0	0
Wirtas	8,3	8,5	8,5	0	0

Orkisz jest bardziej odporny na podstawowe choroby, co przekłada się na niskie porażenie roślin. Równocześnie warunki pogodowe nie sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych.

Tabela 17. Plonowanie oraz wybrane parametry plonu orkiszu jarego. Radzików, 2025.

Odmiana	Preparat	Gęstość siewu	Plon	Czystość	Plon kłosek	Wilgotność	Gęstość	Udział ziarna w plonie	Plon ziarna
Kuiavia	BlueN	200	37,5	87,5	32,8	13,0	32,6	64,0	21,0
		250	39,5	90,4	35,7	12,7	32,5	64,1	22,9
		300	42,7	90,2	38,5	12,5	32,4	63,7	24,5
	Aminokwasy	200	39,8	87,4	34,8	13,3	32,7	62,1	21,6
		250	37,1	88,7	32,9	13,0	33,2	64,8	21,3
		300	39,2	91,4	35,8	13,2	32,4	64,3	23,0
	SmartSil	200	42,5	92,7	39,4	13,1	31,9	62,2	24,5
		250	34,7	95,1	33,0	13,2	32,4	62,7	20,7
		300	39,3	89,4	35,1	13,3	32,1	63,2	22,2
	Kontrola	200	43,8	92,1	40,3	13,0	32,1	62,6	25,2
		250	39,7	90,4	35,9	13,0	32,4	62,5	22,4
		300	40,1	87,9	35,2	13,2	32,3	62,4	22,0
		Średnia	39,7	90,3	35,8	13,0	32,4	63,2	22,6
Wirtas	BlueN	200	37,1	88,9	33,0	10,3	32,0	63,7	21,0
		250	43,3	91,5	39,6	13,1	32,0	60,7	24,0
		300	43,1	90,3	38,9	13,1	32,2	62,4	24,3
	Aminokwasy	200	31,5	90,7	28,6	12,9	32,3	63,9	18,3
		250	34,2	89,0	30,4	13,1	33,0	65,3	19,9
		300	32,7	89,6	29,3	13,2	33,1	64,7	19,0
	SmartSil	200	31,4	90,7	28,4	13,0	31,5	64,1	18,2
		250	30,6	92,7	28,3	13,0	31,9	62,2	17,6
		300	31,2	91,7	28,6	13,2	31,7	62,4	17,9
	Kontrola	200	34,4	89,5	30,8	13,1	32,2	64,9	20,0
		250	29,3	90,7	26,5	13,1	31,6	65,5	17,4
		300	32,4	91,4	29,6	13,4	32,4	64,8	19,2
		Średnia	34,3	90,6	31,0	12,9	32,1	63,7	19,8

Zarówno plon kłosek jak i plon ziarna (Tab.17) jest wyższy u odmiany Kuiavia (odpowiednio 35,8 i 22,6 dt/ha) niż u odmiany Wirtas (31,0 i 19,8 dt/ha). Zastosowanie preparatów biologicznych w odmianie Kuiavia w niewielkim stopniu zmniejsza plon zarówno kłosek jak i ziarna. W przypadku odmiany Wirtas zastosowanie preparatu BlueN zwiększa plon kłosek i ziarna w porównaniu z kontrolą, natomiast pozostałe preparaty nie mają istotnego wpływu na plonowanie.

W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono istotnego wpływu gęstości siewu na plon zarówno kłosek jak i ziarna. Nie wyklucza to pozytywnego działania preparatów na ogólną kondycję roślin.

Zanieczyszczenie kłosek stanowiły głównie nasiona chwastów, zwłaszcza komosy. Warunki panujące w sezonie wegetacyjnym, zwłaszcza w okresie, w którym nie można było aktywnie zwalczać chwastów, były bardzo sprzyjające rozwojowi tego chwastu.

Wstępne wyniki analizy zawartości mikotoksyn w ziarnie wskazują na znikome zanieczyszczenie ziarna, na poziomie kilkukrotnie niższym od dopuszczalnych limitów.

Zalecenia dotyczące produkcji materiału nasiennego

Produkcja materiału siewnego zbóż jarych w warunkach rolnictwa ekologicznego jest dużym wyzwaniem, wynikającym z ograniczeń w stosowaniu środków produkcji.

1. W produkcji nasiennej pszenicy jarej zwyczajnej zastosowanie preparatu BlueN oraz L- zwiększyło plon ziarna w obu badanych odmianach (Anakonda i Konstancja). Zastosowanie, Amino+ zwiększyło plon jedynie w odmianie Anakonda, natomiast zastosowanie SmartSil nie przyniosło wyraźnego efektu w obu odmianach.
2. Zwiększenie normy wysiewu z 450 do 550 ziarn/m² zwiększyło plon średnio z 44,4 do 49,7 dt/ha.
3. Obie odmiany pszenżyta jarego plonowały na podobnym poziomie 44,7 dt/ha. Plon czystego ziarna w warunkach kontrolnych i przy zastosowaniu BlueN były do siebie zbliżone (odpowiednio średnio 47,8 i 46,0 dt/ha). Po zastosowaniu preparatu zawierających aminokwasy (L-Amino+) i preparatu krzemowo-wapniowego (SmartSil) plony uległy zmniejszeniu.
4. W produkcji pszenżyta jarego zwiększenie normy wysiewu z 400 do 450 nasion/ m² zwiększyło plon z 45,3 do 46,2 dt/ha, przy czym obie odmiany reagowały bardzo podobnie na zwiększenie obsady roślin. Dalsze zwiększenie normy wysiewu do 500 nasion/m² obniżyło plon do 42,2 dt/ha.
5. W produkcji orkisz jarego plon kłosek i plon ziarna są wyższe u odmiany Kuiavia (odpowiednio 35,8 i 22,6 dt/ha) niż u odmiany Wirtas (31,0 i 19,8 dt/ha).
6. Zastosowanie preparatów biologicznych w odmianie Kuiavia w niewielkim stopniu zmniejsza plon zarówno kłosek jak i ziarna. W przypadku odmiany Wirtas zastosowanie preparatu BlueN zwiększa plon kłosek i ziarna w porównaniu z kontrolą, natomiast pozostałe preparaty nie mają istotnego wpływu na plonowanie.
7. W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono istotnego wpływu gęstości siewu na plon zarówno kłosek jak i ziarna.

Radzików, 14.11.2025 r.

Kierownik tematu

Dr Piotr Ochodzki



Instytut Hodowli Aklimatyzacji Roślin- Państwowy Instytut Badawczy

SPRAWOZDANIE

Uprawy polowe metodami ekologicznymi: Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby - wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego. Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka - kontynuacja badań.

Kierownik:

dr inż. Katarzyna Franke

Wykonawcy:

dr hab. Mirosław Nowakowski prof. Instytutu

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)

dr hab. Krzysztof Treder, dr inż. Grzegorz Gryń, dr Paulina Dederko

dr Piotr Lewandowski, mgr inż. Wioleta Stochła – Potentas, mgr Anna Pawłowska

mgr Stanisław Kruszewski, inż. Lidia Michałowska

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.765.10.2025 w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

BYDGOSZCZ 2025

1. Wprowadzenie i cel badań

Ziemniak należy do najważniejszych roślin uprawnych na świecie, a w Polsce zajmuje znaczną powierzchnię w strukturze zasiewów. Stanowi cenne źródło pożywienia i surowiec dla przemysłu spożywczego, skrobiowego oraz paszowego. W ostatnich latach rośnie zainteresowanie jego produkcją w systemie ekologicznym, co wynika z potrzeb rynku i założeń unijnej polityki zrównoważonego rozwoju. Uprawa ta jest jednak wymagająca – ziemniak jest wrażliwy na choroby pochodzenia grzybowego, wirusowego i bakteryjnego, a dodatkowe zagrożenie stanowią mszyce, będące głównymi wektorami wirusów. Produkcja nasienna w systemie ekologicznym powinna być prowadzona zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2018/848.

Szczególnie trudne w produkcji nasiennej gatunku jest ograniczenie występowania wirusów, jak również mszyc, wektorów chorób wirusowych. Spośród zarejestrowanych preparatów dozwolonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym dostępny jest tylko jeden insektycyd przeznaczony do zwalczania mszyc. Wśród dostępnych danych literaturowych, w uprawie ziemniaka stosowane mogą być zabiegi m. in. ściółkowania słomą, stosowanie olejków eterycznych, czy krzemu. Olejki mają na celu odstraszenie mszyc, a związki krzemowe wspomagają odporność roślin na stresy powodowane czynnikami biotycznymi i abiotycznymi. W 2025 roku, po raz drugi, IHAR-PIB Oddział w Bydgoszczy prowadził badania polowe mające na celu określenie dobrych praktyk produkcyjnych w ekologicznych plantacjach nasiennych ziemniaka w zakresie ograniczania rozwoju chorób wirusowych. W badaniach oceniano wpływ ściółkowania słomą oraz dolistnych zbiegów dwoma preparatami (zawierającymi: miętowy olejek eteryczny i związki krzemem w postaci preparatu ZumSil) na liczebność mszyc na plantacji i porażenie bulw ziemniaka przez wirusy.

2. Metody i warunki badań

Doświadczenia łanowe założono w dwóch, oddalonych od siebie lokalizacjach, na polu doświadczalnym IHAR-PIB w Bydgoszczy i w gospodarstwie ekologicznym w Żmijewku koło Brodnicy. W każdej z nich uprawiano po dwie odmiany ziemniaka o różnej deklarowanej odporności na wirusy i zalecane do upraw w systemie ekologicznym: Denar i Catania – w eksperymencie w Bydgoszczy oraz Denar i Gala w Żmijewku. Zastosowano zgodnie z założeniami projektu trzy warianty ochrony: I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Ochrona przed zarazą ziemniaka i stonką na obu polach prowadzona była w sposób zgodny z założeniami rolnictwa ekologicznego. W początkowym okresie wegetacji prowadzono mechaniczną ochronę plantacji przed zachwaszczeniem, a po jej zakończeniu zgodnie z założeniami projektu, odpowiednie obiekty ściółkowano słomą i w całym sezonie wegetacyjnym 5-krotnie stosowano dolistnie zabiegi ochronne preparatami: w postaci wodnego roztworu zawierającego 1% olejku eterycznego z mięty pieprzowej lub z krzemem w postaci preparatu ZumSil w dawce 0,5l/ha. Trzykrotnie w odstępie 1 tygodnia założono taśmy lepowe na owady, w celu oszacowania wielkości populacji i składu gatunkowego mszyc [Müller, 1968]. W pełni wegetacji wykonywano obserwacje występowania objawów chorób wirusowych oraz ocenę biometryczną łanu. Po zbiorze określano liczbą i wagową strukturę plonu bulw dla każdego polu oddzielnie. Ocenę porażenia bulw przez rizoktoniozę i parcha zwykłego wykonano wg skali [Roztropowicz, 1999]. Na podstawie wyników obserwacji porażenia bulw, określano indeks porażenia zgodnie ze wzorem Townsend'a-Heubergera [Ginter; 1981]. Wyznaczono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach. Ocenę porażenia sadzeniaków i bulw potomnych przez wirusy wykonano w Oddziale IHAR-PIB w Boninie. Oceniano reprezentatywne próby bulw dla sadzeniaków oraz po zbiorze bulw potomnych. Każdą próbę

zbadano na obecność sześciu wirusów: wirus liściozwoju ziemniaka (PLRV), wirus A ziemniaka (PVA), wirus M ziemniaka (PVM), wirus S ziemniaka (PVS), wirus X ziemniaka (PVX) i wirus Y ziemniaka (PVY) [Dz. U. poz. 1651]. Do oceny zastosowano komercyjne testy DAS-ELISA firmy Bioreba. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono procent bulw porażonych.

Doświadczenia polowe zlokalizowane były w dwóch miejscach oddalonych od siebie o ponad 100 km. Oba pola charakteryzowały odmienne warunki glebowe i pogodowe. Dla obu lokalizacji wykonano analizy agronomiczne gleby. Uprawę prowadzono w odmiennych warunkach siedliskowych różnicowanych przez pH, zawartość substancji organicznej, zasobność w makro i mikroelementy (tab. 1). Pole w Bydgoszczy charakteryzowało się wyższymi, korzystniejszymi dla uprawy ziemniaka, wartościami ocenianych parametrów.

Tabela 1. Wyniki analiz agronomicznych gleby Bydgoszcz, Żmijewko 2025

Parametr	Bydgoszcz		Żmijewko	
pH w KCl	7,4	zasadowe	6,2	lekko kwaśne
P ₂ O ₅ , mg · kg ⁻¹	48,0	bardzo wysoka	20,0	niska
K ₂ O, mg · kg ⁻¹	36,0	bardzo wysoka	9,0	niska
Mg, mg · kg ⁻¹	19,0	bardzo wysoka	5,8	średnia
B, mg · kg ⁻¹	3,35	średnia	3,35	średnia
Mn, mg · kg ⁻¹	140,7	niska	140,7	średnia
Cu, mg · kg ⁻¹	2,5	średnia	8,5	wysoka
Zn, mg · kg ⁻¹	8,5	wysoka	19,3	średnia
Fe, mg · kg ⁻¹	1344	średnia	1344	średnia
Substancja organiczna, %	1,76		0,88	

W omawianym okresie występowały korzystne warunki pogodowe dla przebiegu prac polowych przed sadzeniem ziemniaka. Rozkład temperatur sprzyjał uprawie ziemniaka w Bydgoszczy. Wielkość opadów i ich rozkład podczas okresu wegetacji znajdowały się okresowo na poziomie niższym niż sugerowane optymalne zapotrzebowania roślin ziemniaka. Szczególnie dla ziemniaka sadzonego bardzo wcześnie opady w drugiej połowie maja i w czerwcu były niższe niż jego zapotrzebowanie w tym okresie.

Warunki pogodowe w Żmijewku rejestrowano przy pomocy nieprofesjonalnej stacji pogodowej. Suma opadów w sezonie wegetacyjnym była wysoka i równa 363 mm, wartość ta jest korzystna dla uprawy ziemniaka. W lipcu wystąpiły bardzo wysokie ciągłe opady, co spowodowało szybki rozwój zarazy ziemniaka i zakończenie wegetacji roślin.

3. Wyniki badań

3.1. Doświadczenia polowe w Bydgoszczy 2025 r.

Ziemniaki sadzono wcześniej, 11 kwietnia 2025 r. Obserwowano równomierne wschody roślin. W początkowym okresie wzrostu i rozwoju nie notowano różnic w pokroju roślin ziemniaka. Eksperyment łanowy przeprowadzono zgodnie z założeniami projektu. Zabiegi preparatami zawierającymi miętę i krzem wykonano pięciokrotnie w okresie wegetacji, pierwszy zabieg po wyściółkowaniu słomą, a kolejne w odstępach 7-9 dniowych. W sezonie wegetacyjnym nie obserwowano typowych objawów porażenia roślin ziemniaka przez wirusy. Trzykrotnie rozwieszono taśmy lepowe do odłowu mszyc. Różnice w liczebności i składzie gatunkowym owadów zestawiono tabelarycznie (fot. 1., tab. 2 i 3). Na polu doświadczalnym IHAR-PIB w Bydgoszczy obserwowano występowanie mszyc ziemniaczanych: *Myzus persicae*

(SULZER) - mszycy brzoskwiowo-ziemniaczanej i *Aphis nasturtii* (KALTENBACH) - mszycy szakłakowo-ziemniaczanej. We wszystkich obiektach doświadczalnych występowały w/w gatunki mszyc. Na poletkach ściółkowanych słomą i chronionych zabiegami dolistnymi z preparatem miętowym liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych była najmniejsza w porównaniu do pozostałych kombinacji.



Fot 1. Pole doświadczalne w Bydgoszczy, czerwiec 2025 r.

Tabela. 2. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych Catania, Bydgoszcz 2025

Liczba owadów/mszyc ziemniaczanych	Catania												
	Powtórzenie	I				II				III			
		A	B	C	średnia	A	B	C	średnia	A	B	C	średnia
wszystkie	1	47	35	40	40,6	42	37	35	38,0	72	47	37	52,0
ziemniaczane		4	6	8	6,0	4	6	5	5,0	6	11	7	8,0
wszystkie	2	44	32	28	34,7	34	38	22	31,3	49	38	32	39,7
ziemniaczane		2	12	2	5,3	2	2	1	1,7	7	8	6	7,0
wszystkie	3	38	38	32	36,0	30	44	31	35,0	56	79	38	57,7
ziemniaczane		4	8	3	5,0	2	2	1	1,3	4	11	5	6,7

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem. A, B, C – termin oceny

Tabela. 3. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych Denar, Bydgoszcz 2025

Liczba owadów/mszyc ziemniaczanych	Denar												
	Powtórzenie	I				II				III			
		A	B	C	średnia	A	B	C	średnia	A	B	C	średnia
wszystkie	1	41	47	37	41,67	27	12	31	23,33	61	37	27	41,67
ziemniaczane		3	6	2	3,67	3	2	3	2,67	4	5	2	3,67
wszystkie	2	37	41	32	36,67	31	32	33	32,00	47	48	38	44,33
ziemniaczane		2	8	2	4,00	2	3	2	2,33	8	8	3	6,33
wszystkie	3	36	46	28	36,67	28	50	36	38,00	38	53	42	44,33
ziemniaczane		2	9	1	4,00	3	4	2	3,00	5	10	6	7,00

W pełni okresu wegetacji wykonano ocenę biometryczną roślin ziemniaka. Wykazano niewielkie różnice w wielkości i pokroju roślin dla obu ocenianych odmian i pomiędzy kombinacjami. Rośliny na poletkach chronionych preparatem krzemowym ZumSil charakteryzowały się najdłuższymi łodygami, największą masą części nadziemnej i masą bulw u obu odmian. Mniejsze wartości ocenianych parametrów uzyskano dla roślin pochodzących z poletek ściółkowanych słomą i z zabiegami preparatem zawierającym olejek miętowy oraz kombinacji kontrolnej, bez ochrony.

Wykopki w Bydgoszczy przeprowadzono 18 sierpnia 2025 r. Wydajność ziemniaka różnicowana była stosowanymi zabiegami i uprawianą odmianą. Plon bulw był wysoki, znacznie wyższy niż w roku ubiegłym (tab. 4). Odmiana Catania, plonowała znacznie wyżej niż Denar. Odmianę Catania charakteryzuje bardzo wysoka deklarowana wydajność potwierdzona w praktyce rolniczej. Dodatkowa ochrona preparatem zawierającym krzem w wpłynęła na poprawę wydajności obu odmian ziemniaka.

Po zbiorze bulwy dzielono na: plon handlowy i odpad. W plonie handlowym wyodrębniono frakcje sadzeniaka i bulw dużych. We wszystkich kategoriach bulwy liczone i ważono. Liczbowy udział bulw we frakcjach różnił się dla odmian i między obiektami doświadczalnymi (tab. 5). Dla odmiany Catania najwyższy liczbowy udział w plonie stanowiły bulwy duże, średnio 43%. U odmiany Denar dominowały bulwy średnie i stanowiły średnio 49%. W ocenie struktury wagowej u obu odmian dominowały bulwy duże na średnim poziomie 78% u odmiany Catania i 66% u odmiany Denar.

Tabela 4. Wydajność ziemniaka [t/ha], Bydgoszcz 2025

Kombinacja	Catania	Denar
I	56,76	43,69
II	56,23	43,36
III	61,90	49,96
Średnia	58,29	45,67

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 5. Struktura plonu bulw – procentowy udział liczby i wagi bulw we frakcjach użytkowych, Bydgoszcz 2025

Liczba bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Catania				Denar			
Udział liczby bulw [%]								
I	16	39	45	100	13	48	39	100
II	13	43	44	100	14	48	38	100
III	20	39	41	100	15	52	33	100
Średnia	16	41	43	100	14	49	37	100
Udział wagowy bulw [%]								
I	2	17	82	100	2	28	70	100
II	2	21	77	100	2	30	68	100
III	2	23	75	100	4	35	61	100
Średnia	2	20	78	100	3	31	66	100

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Na bulwach ziemniaka, obserwowano porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę. Porażenie bulw przez parcha zwykłego nie było równomierne na wszystkich obiektach doświadczalnych i zróżnicowane w kolejnych powtórzeniach (tab. 6). U obu odmian średnie porażenie parchem zwykłym nie przekraczało 1%. Porażenie bulw przez rizoktoniozę było wyższe niż w roku ubiegłym, szczególnie dla odmiany Denar i wynosiło od 0,68 do 5,49 %. (tab. 7).

Tabela 6. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2025

Kombinacja/ powtórzenie	Catania			Denar		
	I	II	III	I	II	III
1	0,17	0,64	0,00	0,00	0,00	2,41
2	0,28	1,23	0,00	0,60	2,05	0,40
3	0,00	0,00	0,40	0,21	0,00	0,00
Średnia	0,15	0,62	0,13	0,27	0,68	0,94

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 7. Porażenie bulw rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Towsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2025

Kombinacja/ powtórzenie	Catania			Denar		
	I	II	III	I	II	III
1	0,43	0,00	0,00	0,79	2,02	0,92
2	0,00	0,11	1,39	0,10	0,98	14,09
3	0,00	0,17	0,66	1,15	0,80	1,48
Średnia	0,14	0,09	0,68	0,68	1,27	5,49

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W ocenie parametrycznej plonu określono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 8). Uzyskane wyniki nie potwierdziły trendów zaobserwowanych w pierwszym roku badań. Średnio wyższą zawartością skrobi charakteryzowały się bulwy ziemniaka odmiany Catania, a najwyższą wśród ocenianych kombinacji zawierały bulwy z poletek ściółkowanych słomą i pielęgnowanych krzemem.

Tabela 8. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Bydgoszcz 2025

Kombinacja/ powtórzenie	I		II		III		I		II		III	
	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia
Odmiana	Catania						Denar					
1,00	16,56	10,81	16,03	10,28	16,86	11,11	15,35	9,60	16,34	10,59	16,24	10,49
2,00	15,72	9,97	16,22	10,47	17,34	11,59	15,48	9,73	17,58	10,83	16,83	11,08
3,00	17,21	11,46	16,07	10,32	16,95	11,20	15,67	9,92	16,87	10,13	16,62	10,87
Średnia	16,50	10,75	16,11	10,36	17,05	11,30	15,50	9,75	16,93	10,51	16,56	10,81

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Ocenę porażenia bulw ziemniaka przez wirusy wykonano metodą ELISA w IHAR-PIB w Boninie. Wyniki zestawiono tabelarycznie (tab. 9). Spośród ocenianych prób bulw materiał sadzeniakowy odmiany Denar był bardziej porażony przez wirusy, odmiana ta była rozmnażana połowo drugi rok, natomiast bulwy ziemniaka odmiany Catania pochodziły z zakupu kwalifikowanego i nie wykryto w nich żadnego z badanych wirusów. W bulwach potomnych wykryto wirusy PVS, PRLV, PVM i PVY. Największy odsetek bulw odmiany Denar było porażonych przez Wirusa PVY co wynika również z obecności patogena w sadzeniakach. U odmiany Catania bulwy potomne były znacznie słabiej porażone, co warunkował również zdrowy materiał sadzeniakowy. Zauważono również delikatne różnice w odsetku porażonych bulw pomiędzy badanymi kombinacjami. U odmiany Denar ściółkowanej słomą i chronionej dodatkowymi zabiegami z olejkami miętowymi zaobserwowano mniejszy udział bulw porażonych przez wirusy S, V i M.

Natomiast u odmiany Catania, na poletkach chronionych dodatkowo preparatem zawierającym krzem, rzadziej obserwowano PVS i PVLRL. Wirus A ziemniaka (PVA) i wirus X ziemniaka (PVX) nie wystąpiły w badanych bulwach.

Tabela 9. Porażenie bulw przez wirusy, odsetek porażonych bulw [%], Bydgoszcz 2025 r.

Oceniana próba	PVS	PRLV	PVM	PVA	PVY	PVX
Denar sadzeniaki	0,0	0,0	63,0	0,0	98,7	0,0
Denar I	12,9	2,9	87,1	0,0	97,1	0,0
Denar II	10,0	1,4	60,0	0,0	98,6	0,0
Denar III	12,9	2,9	87,1	0,0	97,1	0,0
ŚREDNIA I-III	11,9	2,4	78,1	0,0	97,6	0,0
Catania sadzeniaki	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Catania I	5,7	35,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Catania II	14,3	37,1	15,7	0,0	0,0	0,0
Catania III	1,4	14,3	0,0	0,0	1,4	0,0
ŚREDNIA I-III	6,2	29,0	6,2	0,0	0,46	0,0

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

3.2. Doświadczenia polowe w gospodarstwie ekologicznym w Żmijewku 2025 r.

Ziemniaki sadzono 18 kwietnia 2025 r. Wschody roślin nastąpiły znacznie później niż w doświadczeniu prowadzonym w Bydgoszczy. Zaplanowaną ochronę wykonano zgodnie z założeniami doświadczenia, podobnie jak w eksperymencie prowadzonym w Bydgoszczy. Wyniki oceny liczebności mszyc wykonano trzykrotnie i zestawiono w tabelach (tab. 10 i 11).



Fot. 2. Pole z ekologiczną uprawą ziemniaka, Żmijewko, czerwiec, 2025 r.

Spośród wszystkich odłowionych gatunków owadów występowały następujące gatunki mszyc ziemniaczanych: mszyca brzoskwiniowo – ziemniaczana (*Muzys persicae* Sulz), kruszynowo – ziemniaczana (*Aphis frangulae* Kalt.) i szakłakowo ziemniaczana (*Aphis nasturtii* Kalt.). Podobnie jak w eksperymencie prowadzonym w Bydgoszczy, mniejszą liczbę mszyc ziemniaczanych zauważono na obiektach ściółkowanych i chronionych preparatem miętowym. W początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin nie notowano różnic pomiędzy roślinami ziemniaka dla obu odmian (fot. 2.). W pełni okresu wegetacji wykonano ocenę morfometryczną roślin. Spośród zastosowanych zabiegów ochronnych

najkorzystniejszy wpływ na pokrój roślin obu badanych odmian ziemniaka miał preparat zawierający krzem.

Tabela. 10. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych Denar, Żmijewko, 2025

Liczba owadów/mszyc ziemniaczanych	Denar												
	Powtórzenie	I				II				III			
		A	B	C	średnia	A	B	C	średnia	A	B	C	średnia
wszystkie	1	68	51	101	73,3	54	62	101	72,3	79	54	117	83,3
ziemniaczane		10	7	10	9,0	13	11	13	12,3	40	10	16	22,0
wszystkie	2	54	61	100	71,7	71	63	82	72,0	94	75	131	100,0
ziemniaczane		15	5	16	12,0	5	1	11	5,7	36	16	15	22,3
wszystkie	3	77	53	74	68,0	83	72	84	79,7	73	82	81	78,7
ziemniaczane		11	6	12	9,7	13	4	7	8,0	18	27	17	20,7

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem, A, B, C – termin oceny

Tabela. 11. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych Gala, Żmijewko, 2025

Liczba owadów/mszyc ziemniaczanych	Gala												
	Powtórzenie	I				II				III			
		A	B	C	średnia	A	B	C	średnia	A	B	C	średnia
wszystkie	1	82	69	111	87,3	72	42	71	61,7	47	68	114	76,3
ziemniaczane		11	21	4	12,0	6	5	4	5,0	18	15	9	14,0
wszystkie	2	59	57	101	72,3	81	47	82	70,0	74	71	120	88,3
ziemniaczane		15	8	5	9,3	2	8	7	5,7	12	19	5	12,0
wszystkie	3	73	62	110	81,7	79	74	86	79,7	62	65	107	78,0
ziemniaczane		11	17	14	14,0	8	6	2	5,3	18	13	11	14,0

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem, A, B, C – termin oceny

Zbiór plonu przeprowadzono 20 sierpnia 2025 r. zaobserwowano znaczne różnice w wydajności obu odmian ziemniaka. Średni plon bulw odmiany Gala wyniósł 35,5 t/ha i 39,3 t/ha dla odmiany Denar. Sadzeniaki obu odmian plonowały na zbliżonym poziomie. W badaniu obserwowano różnice w wydajności ziemniaka dla stosowanego zakresu ochrony (tab. 12). Najniższą wydajność ziemniaka odnotowano dla kombinacji, gdzie stosowano ochronę dolistną preparatem z krzemem odpowiednio 43,1 i 40,1 t/ha dla odmian Denar i Gala.

W ocenie struktury plonu również wystąpiły znaczne różnice pomiędzy uprawianymi odmianami (tab. 13). U odmiany Denar, frakcja bulw średnich stanowiła średni największy udział w plonie całkowitym i wynosiła średnio 49,3%. U odmiany Gala, natomiast największą liczbę stanowiły bulwy duże na średnim poziomie 59,3 %. W ocenie udziału wagowego bulw dominowały bulwy duże we wszystkich wariantach badawczych.

Tabela 12. Wydajność ziemniaka [t/ha], Żmijewko 2025

Kombinacja	Denar	Gala
I	37,78	33,03
II	37,05	33,36
III	43,06	40,09
Średnia	39,23	35,49

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 13. Struktura plonu bulw - procentowy udział liczby i wagi bulw we frakcjach użytkowych, Żmijewko 2025

Liczba bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Denar				Gala			
Udział liczby bulw [%]								
I	12	49	39	100	6	35	59	100
II	16	56	28	100	6	38	56	100
III	8	43	48	100	7	30	63	100
Średnia	12,0	49,3	38,3	100	6,3	34,3	59,3	100
Udział wagi bulw [%]								
I	1	25	74	100	0	13	87	100
II	2	40	58	100	0	16	84	100
III	1	20	79	100	1	11	88	100
Średnia	1,3	28,3	70,3	100	0,3	13,3	86,3	100

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Oceniono również zdrowotność zebranego plonu: porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę (tab. 14 i 15). Porażenie bulw było niskie, choroby występowały nierównomiernie na polu. Indeks porażenia bulw przez parcha zwykłego wahał się na średnim poziomie od 0,0 do 1,22%, a w przypadku rizoktoniozy był wyższy na poziomie kilku punktów procentowych.

Tabela 14. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) – indeks porażenia [%] wg Towsenda - Haubergera, Żmijewko 2025

Kombinacja/ powtórzenie	Denar			Gala		
	I	II	III	I	II	III
1	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89
2	0,50	0,66	0,00	0,00	1,54	0,71
3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	1,14
Średnia	1,22	0,22	0,00	0,00	0,85	0,91

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 15. Porażenie bulw rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Towsenda - Haubergera, Żmijewko 2025

Kombinacja/ powtórzenie	Denar			Gala		
	I	II	III	I	II	III
1	3,17	1,62	4,69	3,23	4,98	7,59
2	4,80	0,00	2,39	3,28	2,63	3,69
3	4,84	1,69	4,78	2,99	4,24	2,54
Średnia	4,27	1,10	3,95	3,17	3,95	4,61

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W ocenie parametrycznej bulw wykonano badanie zawartości suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 16) zaobserwowano najniższe wartości parametrów w kombinacji ściółkowanej słomą i zabiegami preparatem ZumSil.

Tabela 16. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Żmijewko 2025

Kombinacja/ powtórzenie	I		II		III		I		II		III	
	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia
Odmiana	Denar						Gala					
1	17,36	11,61	16,86	11,11	15,64	9,99	15,38	10,63	15,47	9,72	15,64	9,99
2	18,59	12,84	17,34	11,59	14,29	8,54	15,66	9,91	15,92	10,17	14,29	8,54
3	18,17	12,42	16,95	11,20	15,71	9,96	15,30	9,55	16,34	10,59	15,71	9,96
Średnia	18,04	12,29	17,05	11,30	15,21	9,50	15,45	10,03	15,91	10,16	15,21	9,50

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W próbach bulw sadzeniaków i zebranych bulwach potomnych oceniono porażenie przez wirusy (tab. 17). W ocenianym materiale wirus A ziemniaka (PVA) oraz wirus X ziemniaka (PVX) nie wstąpiły. Pozostałe wirusy wystąpiły w bulwach badanych odmian z różnym nasileniem. Dodatkowe zabiegi zastosowane zgodnie z założeniami projektu ograniczyły występowanie wirusa PVS i PVM w bulwach ziemniaka odmiany Gala i PRLV u odmiany Denar.

Tabela 17. Porażenie bulw przez wirusy, odsetek porażonych bulw [%], Żmijewko 2025 r.

Oceniana próba	PVS	PRLV	PVM	PVA	PVY	PVX
Denar sadzeniaki	12,8	0,0	0,0	0,0	19,1	0,0
Denar I	2,9	8,6	8,6	0,0	17,1	0,0
Denar II	5,7	2,9	5,7	0,0	20,0	0,0
Denar III	0,0	1,4	15,7	0,0	28,6	0,0
SREDNIA I-III	2,9	4,3	10,0	0,0	21,9	0,0
Gala sadzeniaki	6,4	2,1	19,1	0,0	2,1	4,3
Gala I	10,0	0,0	31,4	0,0	95,7	0,0
Gala II	0,0	0,0	5,7	0,0	97,1	0,0
Gala III	0,0	0,0	20,0	0,0	92,9	0,0
SREDNIA I-III	3,3	0,0	19,0	0,0	95,2	0,0

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

4. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie prezentowanych wyników badań własnych należy wnioskować, że zarówno ściółkowanie słomą, zabiegi dolistne preparatami krzemowymi i miętowymi, przynoszą korzyści uprawie ziemniaka przeznaczonego na sadzeniaki w warunkach ekologicznych. Uzyskane wyniki potwierdzają słuszność prowadzonego projektu.

Zestawienie wyników z dwóch lat badań w tym zakresie pozwala na wysunięcie wstępnych wniosków. Wyniki wymagają jednak uzupełnienia i powtórzenia w kolejnym roku w zmiennych warunkach pogodowych, przy innej presji owadów. Właściwe i kompletne wnioskowanie będzie wykonane po przynajmniej trzyletnim okresie badań

Ściółkowanie roślin słomą pozwoliło na zachowanie wilgoci w łanie przez dłuższy okres, jednocześnie stłumiło chwasty, których zwalczanie w uprawie ekologicznej jest utrudnione. Zastosowanie preparatu miętowego ograniczyło występowanie owadów i mszyc ziemniaczanych. Zabiegi preparatem zawierającym krzem wpłynęły korzystnie na wartości parametrów oceny morfometrycznych roślin i plon bulw ziemniaka. Badania w tym układzie są zasadne, oparte o literaturę fachową, stanowią wstęp do dalszych badań.

Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano wstępne wnioski:

1. Wydajność ziemniaka w 2025 r. była wysoka i warunkowana miejscem uprawy, odmianą i zakresem stosowanych dodatkowych zabiegów. Najwyższe plony bulw uzyskano dla odmiany Catania (uprawianej na polu doświadczalnym w Bydgoszczy), średnio 58,29 t/ha, a najniższe dla odmiany Gala (uprawianej w gospodarstwie ekologicznym w Żmijewku) 35,49 t/ha.
2. Ściółkowanie i ochrona roślin ziemniaka krzemem wpłynęła na poprawę niektórych wartości parametrów oceny morfometrycznej łanu ziemniaka wykonanej w pełni okresu wegetacji.
3. Ściółkowanie i zabiegi dolistne miętą ograniczyły występowanie owadów i mszyc na roślinach ziemniaka w okresie wegetacji.

4. Zaobserwowano delikatne różnice w porażeniu bulw ziemniaka przez wirusy zależne od stosowanych dodatkowych zabiegów ochronnych.
5. Badania wymagają powtórzenia w kolejnym sezonie wegetacyjnym i wnioskowania na podstawie przynajmniej trzyletniego okresu badań.

5. Dobre praktyki produkcyjne w prowadzeniu ekologicznej plantacji nasiennej ziemniaka w zakresie ograniczania rozwoju chorób wirusowych ziemniaka

Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka jest zagadnieniem trudnym, obwarowanym wieloma wymogami i zaleceniami. Oprócz warunkowego dopuszczenia do sadzenia materiału sadzeniakowego pochodzącego z zakupu w komercyjnych przedsiębiorstwach nasiennych, stosowane są ziemniaki z własnych rozmnożeń prowadzonych w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych. Dobre praktyki produkcyjne służą poprawie zdrowotności roślin, jak również bulw potomnych, które w kolejnym sezonie wegetacyjnym stanowią materiał mateczny.

Wysoka jakość sadzeniaków warunkuje pozyskanie wysokiego i zdrowego plonu. Patogeny grzybowe i grzybobopodobne, bakteryjne, wirusowe, jak również czynniki abiotyczne stanowią przyczynę wielu chorób ziemniaka. W warunkach ograniczonych możliwości stosowania chemicznych środków ochrony roślin odpowiedni stan fitosanitarny uprawy wymaga stosowania kilku podstawowych zasad, jak: właściwy płodozmian, prawidłowe przygotowanie gleby, uprawa odmian odpornych na patogeny, właściwa i terminowa pielęgnacja oraz selekcja negatywna [Nowacki 2013].

Właściwy płodozmian ma na celu nie tylko utrzymanie żyzności gleby (poprzez odpowiedni dobór gatunków), ale również pełni funkcję sanitarną. Ważne jest tu przede wszystkim zapobieganie występowaniu chorób, szkodników i chwastów. Ziemniak ma wysokie wymagania w tym zakresie, ze względu na występowanie wielu chorób pochodzenia bakteryjnego i grzybowego, które nasilają się przy częstym następcstwie gatunku po sobie na tym samym polu. Zalecana jest uprawa ziemniaka nie częściej niż co 4-5 lat na tym samym stanowisku. Odpowiedni przedplon powinien wnieść do gleby znaczną masę organiczną i umożliwić właściwe przygotowanie pola. Dla utrzymania właściwej żyzności gleb w rolnictwie ekologicznym ważna jest poprawność wykonywania poszczególnych zabiegów uprawowych. Latem i jesienią w roku poprzedzającym uprawę ziemniaka mają one na celu przerwanie parowania, przykrycie resztek poźniwnych i zniszczenia kiełkujących chwastów, spulchnienia i rozluźnienia gleby warstwy ornej i podornej (głębosz). Wiosenne zabiegi zapobiegają stratom wody, niszczą kiełkujące chwasty oraz spulchniają i wyrównują glebę.

W uprawie ekologicznej istotny jest wybór odpowiedniej odmiany ziemniaka [Zarzyńska i Goliżewski 2006] najlepiej sprawdzają się odmiany bardzo wczesne i wczesne lub te o podwyższonej odporności na choroby, w szczególności na zarazę ziemniaka. Odmiany te charakteryzują niskie wymagania glebowe i nawozowe, szybki początkowy wzrost, dobra jakość bulw i wysoka odpornością na wirusy. U odmian wczesnych i bardzo wczesnych najważniejszą zaletą jest szybki przyrost plonu handlowego oraz podwyższona odporność na zarazę. W drugiej grupie, ważna jest wysoka plenność, jak również dobra trwałość przechowalnicza.

Powodzenie uprawy warunkowane jest również zachowaniem dobrej kultury pola. W uprawie ekologicznej chwasty mogą być zwalczane jedynie w sposób mechaniczny. Szybkie tempo wzrostu w początkowej fazie jest pożądane, ponieważ roślina ziemniaka staje się konkurencyjna w stosunku do chwastów. Ponadto szybki rozwój roślin sprzyja wiązaniu plonu i umożliwia uzyskanie nawet 75% plonu końcowego przed pojawieniem się zarazy ziemniaka.

Podkietkowanie sadzeniaków jest zalecane nie tylko w uprawie ekologicznej ziemniaków. Zabieg ten jest szczególnie pożądanym w produkcji ekologicznej, ponieważ przyspiesza wschody o 1-2 tygodnie i wpływa na lepszy rozwój systemu korzeniowego. Przesunięcie wegetacji na okres lepszego nasłonecznienia wpływa na większe przyrosty plonu, a wcześniejszy zbiór, przypadający na okres wyższych temperatur powoduje zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych, co z kolei sprzyja dobremu przechowywaniu przez okres zimy.

Ograniczenia związane z zakazem stosowania chemicznych środków ochrony wymuszają stosowanie w uprawie ekologicznej odmian ziemniaka odpornych na choroby. Szczególnie ważna jest odporność na zarazę ziemniaka. Choroba wywoływana przez lęgnowca *Phytophthora infestans*, powoduje straty w plonie bulw sięgające około 50 %, w przypadku niechronionych plantacji do 70 %. Wcześnie rozwinięta zaraza, przy pierwszych objawach występujących już w maju, może skutkować całkowitym brakiem plonu bulw [Fry, 1994; Kryczyński i Weber, 2014; Kapsa i Osowski, 2004].

Uprawa ekologicznych ziemniaków wymaga wyboru odmiany o odpowiednio wysokiej odporności na wirusy. Właśnie ta cecha decyduje o częstotliwości wymiany sadzeniaków. Nowy materiał sadzeniakowy jest obecnie jedynym sposobem na zapewnienie wystarczającej zdrowotności plantacji, który nie spowoduje spadku plonów wywołanych przez degenerację wirusową ziemniaka. W warunkach klimatycznych Polski największe znaczenie mają wirusy Y ziemniaka (PVY), wirus M ziemniaka (PVM) i wirus liściozwoju ziemniaka (PLRV) [Campos i Ortis, 2020]. Do 2014 r. urzędowe badania obejmowały tylko te wirusy. Obecnie kontrolowane jest również porażenie wirusami X ziemniaka (PVX), wirus A ziemniaka (PVA) i wirus S ziemniaka (PVS). Patogeny te mogą obniżać plon nawet do 80%. Główne źródło rozprzestrzeniania wirusów stanowią porażone sadzeniaki oraz mszyce [Borecki 2001, Valkonen, 2015].

Produkcja sadzeniaków na własne potrzeby powinna uwzględniać zasady obowiązujące w certyfikowanej produkcji nasiennej. Stosowanie zdrowych bulw jest oczywiste. Zdrowotność bulw zależy od stopnia porażenia ich przez choroby, szczególnie wirusowe. Dobre praktyki w produkcji ziemniaka nasiennego powinny mieć na celu ograniczenie żerowania mszyc, wektorów chorób wirusowych. Wśród zaleceń wymieniane jest mulczowanie słomą, stosowanie olejów mineralnych i innych substancji tworzących barierę fizyczną dla owadów czy olejków eterycznych, działających toksycznie lub pełniących rolę repelentów.

W badaniach Doring i Saucke [2002] mulczowanie słomą w uprawie ziemniaka spowodowało spadek inwazji mszyc bezskrzydłych na liściach ziemniaka i odłowionych form uskrzydłych. Jednocześnie porażenie bulw z poletek mulczowanych było znacznie niższe niż na obiektach kontrolnych. Mniejszą liczbę mszyc tłumaczono reakcją owadów na określoną długość fal świetlnych, które powstały po odbiciu promieni słonecznych od podłoża. W innych badaniach zastosowanie słomy w ilości 4-5t ha⁻¹ znacznie zmniejszyło inwazję mszyc na liściach oraz występowanie Wirusa Y w bulwach ziemniaka [Saucke i Döring, 2004]. Podobnie w badaniach Shah i in. [2021] mulczowanie słomą ograniczyło populację owadów dla każdej z zastosowanych dawek słomy. Natomiast mulczowanie słomą uzupełnione przez działania oleju mineralnego spowodowało zmniejszenie porażenia ziemniaka przez PVY w badaniach Dupuis i współautorów [2017]. W najnowszych badaniach Winkler i współautorzy [2025] zbadali w pięciu doświadczeniach polowych również oceniali znaczenie ściółkowania mieszankami pszenżyto/wyka, trawy/koniczyna, sianem z traw oraz słomą. Autorzy Ci wykazali, że wszystkie rodzaje ściółki istotnie zmniejszyły ładowanie mszyc o 30–75% w porównaniu z kontrolą bez ściółki, przy czym największe ograniczenie odnotowano dla *Myzus persicae* (mszyce brzoskwińczoziemniaczanej). W konsekwencji presja wektorów PVY była znacznie niższa na poletkach ściółkowanych. Ściółkowanie mieszaniną pszenżyto/wyka, trawa/koniczyna oraz słomą istotnie obniżyło występowanie PVY nawet o 75%. Wyniki

te pokazują, że organiczne ściółki mogą być skutecznym środkiem agrotechnicznym w ograniczaniu wirusów ziemniaka przenoszonych przez mszyce, ponieważ zakłócają one lądowanie wektorów we wczesnych fazach rozwoju uprawy i potencjalnie zmniejszają rozprzestrzenianie się wirusów w obrębie pola.

Działanie toksyczne olejków miętowych na różne gatunki mszyc wykazują wyniki licznych badań [Biniś i in. 2017, Hossein i Tous 2021, Senjerehei 2023]. Olejek z mięty pieprzowej (*Mentha piperita*) w badaniach Górskiego i Piątka [2009] wykazał aż 100 % śmiertelność mszyc należących do gatunku *Aulacorthum solani* po 24h od jego zastosowania. Biniś i współautorzy (2017) określali działanie wodnych ekstraktów z mięty (*Mentha piperita*) wykonanych z suszonych (o różnych stężeniach 2, 5, 10 %) oraz świeżych (10, 20 i 30 %) roślin na dwa gatunki owadów: *Sitona lineatus* i *Aphis fabae*. Wodne ekstrakty z mięty pieprzowej ograniczyły żerowanie *S. lineatus*. Bardziej skuteczne okazały się ekstrakty przygotowane z roślin suszonych. Śmiertelność larw *A. fabae* rosła wraz ze wzrostem stężenia mięty w preparatach, a ponadto była wyższa dla form bezskrzydłych. Dla samic tego gatunku skuteczne okazały się dopiero najwyższe stężenia z ocenianych ekstraktów: 10% dla suszu i 30% świeżych roślin. W badaniach własnych wykazano mniejszą liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych na poletkach z zabiegami dolistnymi preparatem z miętą. Wyniki te potwierdzają działanie odstrasżające owadów. Stosowanie zabiegów preparatami zawierającymi miętę może przyczynić się do ograniczenia występowania mszyc, wektorów wirusów ziemniaka.

Innym sposobem na ograniczenie uszkodzeń roślin ziemniaka powodowanych przez mszyce jest stosowanie preparatów tworzących mechaniczną barierę na roślinach lub poprzez dodatkowe odżywienie, poprawę kondycji roślin, wzrost odporności lub tolerancji na choroby. Dobrym rozwiązaniem będzie tu stosowanie preparatów krzemowych. Mogą one być stosowane doglebowo i dolistnie. O zastosowania krzemu i jego znaczenia dla produkcji roślinnej donoszą dostępne wyniki badań. Stosowanie doglebowe korzystnie wpływa na rozwój systemu korzeniowego. Dobrze rozbudowany system korzeniowy umożliwia pobieranie wody oraz niezbędnych minerałów z głębszych warstw gleby. Pozwala to na ograniczenie niekorzystnego wpływ czynników stresowych związanych np. z suszą i poprawia wydajność [Sacała, 2009, Trawczyński, 2021, Zargar i in. 2019]. Krzem stymuluje wzrost i rozwój, a przez utwardzanie liści i łodyg roślina staje się bardziej odporna na inwazję szkodników. Dolistnie może być stosowany w różnej formie. Wzbogaca rośliny w dodatkową barierę mechaniczną chroniącą przed patogenami roślinnymi lub przez wzmocnienie ścian komórkowych wzrasta odporność na uszkodzenia mechaniczne [Kieloch i Kulon, 2019]. Ocena wpływu dolistnego stosowania kwasu krzemowego na rozwój, produktywność i poziom porażenia roślin ziemniaka przez chrząszcze i mszyce była tematem innych badań naukowych. Uzyskane wyniki nie były jednoznaczne ze względu na ogólne niskie zagęszczenie owadów występujących na uprawach ziemniaka, zmienne warunki klimatyczne i wnioskowanie na podstawie jednego sezonu wegetacyjnego [Silva i in. 2010]. Podobne wnioski sformułowano na podstawie prowadzonych badań własnych. Nie zaobserwowano znacznego spadku liczebności mszyc ziemniaczanych pod wpływem stosowanego preparatu krzemowego. Ponadto w prezentowanych badaniach zakładano, że stosowane związki krzemowe wpłyną na poprawę kondycji roślin i utrudnią owadom żerowanie na roślinach ziemniaka. Gomes i in. [2008] stosowali krzem jako induktor odporności ziemniaka na mszycę brzoskwiniowo-ziemniaczaną (*Myzus persicae* (Sulzer)). Autorzy Ci również nie stwierdzili wpływu krzemu na preferencje mszyc, zaobserwowali natomiast spadek płodność i tempa wzrostu populacji owadów.

Na podstawie danych literaturowych i wyników własnych należy wnioskować, że zarówno ściółkowanie zabiegi dolistne preparatami krzemowymi i miętowymi, stanowiące temat realizowanych badań w 2025 r.

stanowią drugi z zaplanowanych trzech lat badań mających na celu doprecyzowanie dobrych praktyk produkcyjnych ziemniaka nasiennego w zakresie ograniczania występowania chorób wirusowych.

Opracowanie powstało w ramach dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju wsi DEJ.re.765.7.2024 oraz DEJ.re.765.10.2025 r. w temacie: Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby - wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego. **Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka.**



Instytut Hodowli Aklimatyzacji Roślin- Państwowy Instytut Badawczy

Oddział w Bydgoszczy

SPRAWOZDANIE

Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej. Odchwaszczanie nowoczesnymi maszynami, w zastępstwie stosowania herbicydów, na typowym dla uprawy buraka cukrowego stanowisku; kontynuacja badań

Kierownik zadania:

dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR-PIB

Wykonawcy zadania:

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)

dr inż. Grzegorz Gryń (IHAR-PIB)

mgr inż. Marcin Żurek (IHAR-PIB)

mgr inż. Robert Nelke (IHAR-PIB)

mgr inż. Stanisław Kruszewski (IHAR-PIB)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.765.10.2025 w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

BYDGOSZCZ 2025

1. Wprowadzenie i cel badań

Zasadniczym problemem, który ogranicza rozwój rolnictwa ekologicznego jest nadmierne zachwaszczenie oraz nie zawsze wystarczająca skuteczność jego zwalczania (Tyburski i in., 2013). W ramach projektu zaproponowano przeprowadzenie badań o bardzo istotnym znaczeniu dla rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce, a mianowicie przetestowanie nowoczesnych maszyn odchwaszczających, redukujących prawie całkowicie nakłady pracy ręcznej w pieleniu roślin uprawianych w szerokich rzędach (kukurydza, soja i inne rośliny strączkowe, burak cukrowy, rzepak, warzywa w uprawie polowej). Jako roślinę testową wybrano buraka cukrowego, który uprawiany jest podobnie jak warzywa w produkcji polowej. Należy zwrócić uwagę na to, że uprawie buraka cukrowego w Europie towarzyszy kontrakcja, która gwarantuje odbiór plonu przez cukrownię a także korzystne ceny za ekologiczne wytwarzane korzenie.

Ekologiczny burak cukrowy jest surowcem niezbędnym do podjęcia rodzimej produkcji cukru ekologicznego. Jego uprawa da możliwość zbytu korzeni przy zachowaniu wysokiej opłacalności. Poza cukrem uzyskuje się wysłodki mokre (do zakiszania i skarmiania bezpośredniego) oraz wysłodki suszone. Znacząco poprawia to bilans paszowy gospodarstw ekologicznych oraz zaopatrzenie w surowiec paszowy (suszone wysłodki) ekologicznego przemysłu paszowego. W istocie podjęcie się na większą skalę ekologicznej uprawy buraka cukrowego, poza podażą ekologicznego cukru, zwiększy szanse na rozwój ekologicznego chowu zwierząt. Warto przypomnieć, że we wcześniejszych badaniach finansowanych przez MRiRW nad ekologiczną uprawą buraka cukrowego, uzyskano bardzo dobrą wydajność korzeni (zależnie od roku i odmiany od 50 do 120 t z ha, średnio ponad 60 t z ha), ale nie udało się całkowicie wyeliminować ręcznego odchwaszczania (Tyburski i in., 2016-2018). Zakłada się, że obecnie dostępne nowe maszyny do mechanicznego zwalczania chwastów, usuną tę przeszkodę.

Warunkiem podjęcia na większą skalę, ekologicznej uprawy buraka cukrowego i produkcji cukru ekologicznego w Polsce, jest wypracowanie skutecznych niechemicznych metod odchwaszczania, z minimalnym udziałem pracy ręcznej. Burak będąc rośliną uprawianą z zastosowaniem szerokich odstępów między rzędami z natury rzeczy silnie się zachwaszcza. Oparcie jego uprawy na ręcznym odchwaszczaniu jest nierealne, gdyż zbyt wysokie są koszty i brak chętnych do takiej pracy. Koniecznym jest więc wypracowanie alternatywnych, nie-chemicznych metod odchwaszczania bez udziału ręcznej pracy. Szanse na to dają nowoczesne maszyny do mechanicznego odchwaszczania: pielnik optyczny i brona obrotowa.

Jak już zaznaczono, chwasty stanowią najpoważniejszy problem ekologicznej uprawy roślin, a zwłaszcza buraka cukrowego. Silne zachwaszczenie może silnie obniżyć plonowanie korzeni i opłacalność, nawet o 50% (Roland i in. 2017, Soltani i in. 2018).

W ekologicznej ochronie roślin korzeniowych, w tym buraka cukrowego, przed chwastami wykorzystuje się metodę agrotechniczną, hodowlaną i bazującą na naturalnie występujących substancjach bioaktywnych (Nowakowski 2002, Tyburski i in. 2004, Vig i in. 2009, Nowakowski 2013, Pastuszewska i in. 2013). Ponadto duża wrażliwość nowych odmian buraka cukrowego na konkurencję ze strony chwastów motywuje do poszukiwania coraz efektywniejszych niechemicznych metod ograniczania liczebności chwastów. Dotychczasowe badania efektywności chwastobójczej substancji bioaktywnych zawartych w biomasach różnych roślin nie przyniosły dotąd wystarczająco pozytywnych rezultatów dla praktyki, stąd skupiono się na mechanicznym zwalczaniu chwastów.

Opublikowane wyniki z badań wskazują na rosnące zainteresowanie niechemicznymi metodami ochrony roślin korzeniowych (Heijbroek i in. 1998, Chitwood 2002, Daub i Westphal 2011, Nowakowski 2013). Dostępne obecnie w sprzedaży nowoczesne pielniki, w tym sterowane optycznie, są bardzo skuteczne i nie uszkadzają młodych roślin buraka, a brony obrotowe także wpływają na uzyskanie dobrego

efektu odchwaszczającego (Melander i in. 2000, Tillett i in. 2002, Kunz i in. 2018, Machleb i in. 2021). Uzasadnione jest zatem przeprowadzenie w kraju badań porównujących skuteczność odchwaszczania z zastosowaniem precyzyjnych maszyn [Kunz i in. 2015 i 2016].

W następstwie przeprowadzenia doświadczeń porównawczych na polach produkcyjnych, opracowane zostaną przez autorów projektu zalecenia dla rolników dotyczące odchwaszczania buraka cukrowego. Należy podkreślić, że zaplanowane do badań zestawy maszyn można będzie również wykorzystać do odchwaszczania w ekologicznej uprawie soi, rzepaku, wielu gatunków warzyw, a po zmianie szerokości roboczej - również kukurydzy.

Wnioskowane badania wynikają z zapotrzebowania ze strony plantatorów buraka cukrowego, a także producentów innych roślin uprawianych w szerokich rzędach. Umożliwią one ocenę i wybranie najskuteczniejszych metod niechemicznego odchwaszczania, a także wzrost plonowania, gwarantujący opłacalność produkcji w systemie ekologicznym.

2. Metody i warunki badań

Zespół pracowników z Zakładu Uprawy i Podstaw Hodowli Roślin Okopowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Bydgoszczy, przeprowadził badania umożliwiające ocenę skuteczności odchwaszczania. Założone zostało doświadczenie polowe w gospodarstwie ekologicznym Bartłomieja Piskorskiego w Kołodziejewie, ul. Kwiatowa 3, 88-160 Janikowo (certyfikat nr PL-EKO-01-013657). W badaniach uczestniczył także pan prof. Józef Tyburski, pracownik Katedry Agroekosystemów i Ogrodnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Doświadczenie polowe realizowane było na Kujawach na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny lekkiej. Badaniami objęto następujące warianty odchwaszczania buraka cukrowego:

- A. obiekt kontrolny, bez żadnego zwalczania chwastów,
- B. odchwaszczanie wyłącznie ręczne,
- C. odchwaszczanie broną i pielnikiem tradycyjnym, uzupełnione ewentualnie pieleniem ręcznym (sprzęt tradycyjny),
- D. odchwaszczanie broną obrotową/chwastownikiem oraz pielnikiem ze sterowaniem optycznym (sprzęt nowoczesny).

Skuteczność odchwaszczania oceniana była w warunkach polowych na doświadczeniu założonym w układzie pasowym. Każdy z pasów obejmował minimum 24 rzędy (min. 10,8 m szerokości pola) z wysianym burakiem cukrowym odmiany Kujavia, w typie cukrowości NC (KHBC), z odpornością na rizomanię i dosyć obfitym ulistnieniem. Na każdym z 4 obiektów doświadczalnych w wyznaczonych losowo miejscach o powierzchni 1 m², w 4 powtórzeniach, przed i po ok. 2 tygodniach po przeprowadzeniu każdego zabiegu odchwaszczania, określono:

- występujące gatunki chwastów (skład botaniczny),
- liczebność chwastów,
- biomase chwastów.

Poza skutecznością zwalczania chwastów w uprawie buraka cukrowego, określono także:

- plony korzeni i liści buraka cukrowego oraz obsadę roślin (w 4 powtórzeniach, z poletek o powierzchni: 2,7m x 6 m= 16,2 m²),

- zawartość cukru i melasotworów oraz plon cukru technologicznego,
- koszty (opłacalność) zastosowanych metod odchwaszczania.

Dodatkowo podczas wykonywania zabiegów odchwaszczania i oceny ich skuteczności zmierzona została temperatura gleby oraz jej wilgotność, z zastosowaniem wagosuszarek (typ ATS120 Axis). W okresie od uzyskania pełnej obsady roślin do momentu zakrycia międzyrzędzi pobrano próbki siewek, celem określenia tempa ich rozwoju w warunkach różnych technologii odchwaszczania.

Na stanowisku z doświadczeniem polowym pobrane zostały próbki gleby celem określenia odczynu, zasolenia i zawartości dostępnych dla roślin form podstawowych makroskładników, co umożliwi obliczenie uzupełniających zasobność gleby dawek nawozów. Rejestrowano także ze stacji meteorologicznej w Kołodziejewie dane dotyczące opadów deszczu i temperatury powietrza, dla okresu wegetacyjnego buraka cukrowego.

Charakterystykę agrochemiczną i fizyczną gleby przedstawiono, na podstawie wykonanych analiz, w tabeli 1 i 2.

Tabela 1. Zawartość makroskładników w glebie; 17.03.2025 r

Warstwa gleby w cm	mg w dm ³ gleby		
	N-NO ₃	P	K
0 - 30	n 17,3	ś 56	n 92

Zawartość: bn – bardzo niska, n – niska, ś – średnia, w – wysoka, bw – bardzo wysoka.

Tabela 2. Odczyn, zasolenie i zawartość próchnicy w glebie; 17.03.2025 r.

Warstwa gleby w cm	pH KCl	Zasolenie g /dm ³	Zawartość próchnicy %
0 - 30	z 7,5	n 0,25	n 1,58

Odczyn gleby: z – zasadowy. Pozostałe objaśnienia – jak w tabeli.1

Opierając się na wynikach wiosennej analizy agrochemicznej gleby i dotychczasowym plonowaniu (średnie plony buraka cukrowego: 60-70 t/ha), ustalono jednakowy poziom uzupełniającego zasobność gleby nawożenia NK, które zastosowano w następujących dawkach: 100 kg K₂O/ha jesienią 2024 r., w formie Korn-Kali, oraz 70+30 kg N/ha w postaci Bioilsa, przedsięwzięcie + po uformowaniu obsady. Rok wcześniej na stanowisku doświadczalnym był rozrzucony obornik bydlęcy w dawce 30 t/ha.

Siew wykonano 15.04.2025 r. z odstępem w rzędzie co 18 cm, a między rzędami 45 cm.

Przedplonem była pszenica ozima. Wszystkie zabiegi uprawowe, w tym zwalczanie chorób, zostały wykonane zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla ekologicznej uprawy buraka cukrowego.

Przeprowadzono ręczny zbiór buraków cukrowych z poletek doświadczalnych, 07.10.2025 r. Określono plon korzeni oraz liści, obsadę roślin. Pobrano próbki korzeni do oznaczania w IHAR-PIB w Bydgoszczy parametrów ich jakości na autoanalyzerze Venema (zawartość cukru, K, Na i N-alfaaminowego).

Wymiary wyznaczonych poletek doświadczalnych do oceny plonowania i obsady roślin:

2,7 m (szerokość) x 6 m (długość) = 16,2 m²

Obliczono technologiczny plonu cukru (TPC) wg uaktualnionej formuły Reinefelda:

$TPC = Pk/100 [\% \text{cukru} - 0,012(K+Na) - 0,024 \cdot N-\alpha-NH_2 - 1,08]$

Pk – plon korzeni w t/ha % cukru biologicznego

Melasantwory: K, Na i N- α -NH₂, wartości w mmol/kg miazgi korzeni.

Wa = K+Na/ N- α -NH₂ Wa- wskaźnik alkaliczności

Parametry dotyczące plonowania opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji weryfikując istotność średnich testem t-Studenta dla p=0,05.

Wyników z oceny zachwaszczenia, z uwagi na duże zróżnicowanie danych pomiędzy wartościami z poszczególnych powtórzeń, nie można było ocenić statystycznie.

Przebieg warunków pogodowych

W stacji meteo w Kołodziejewie, która jest położona ok. 500 m od stanowiska, gdzie realizowano doświadczenie, zanotowano w okresie od kwietnia do października w 2025 roku średnią temperaturę powietrza 14,7 °C i sumę opadów 373,7 mm. W porównywalnym okresie w 2024 r. zarejestrowano odpowiednio: 15,2°C i 395,3 mm. Okres wegetacji buraka był zatem w 2025 r. chłodniejszy i nieznacznie uboższy w opady, w porównaniu do 2024 roku.

Warunki pogodowe w 2025 roku należy uznać za przeważnie sprzyjające rozwojowi roślin korzeniowych i dobremu plonowaniu, jednak wiosenne chłody oraz zbyt duża wilgotność gleby we wczesnym okresie rozwoju buraka, silnie utrudniły zastosowanie kluczowych w odchwaszczaniu tej rośliny maszyn: precyzyjnego pielnika oraz brony obrotowej.

Podobnie jak w poprzednich latach, gleba ociepliła się i przeschła w połowie marca, co umożliwiło zakończenie uprawy roli i nawożenia do końca wymienionego miesiąca. Siewy buraka cukrowego na terenie Kujaw mogły być zatem realizowane już w pierwszym i drugim tygodniu kwietnia.

Wschody buraka cukrowego pojawiły się na początku maja. Były one niewyrównane, gdyż wystąpiły znaczne niedobory opadów w kwietniu, a w maju dosyć niskie temperatury, co spowodowało na wielu plantacjach opóźnienia z uzyskaniem zadawalającej początkowej obsady roślin.

W czerwcu i lipcu opady były już bardziej obfite, a temperatury znacznie wzrosły, co zapewniło równomierny szybki rozwój roślin buraka. Natomiast w sierpniu i wrześniu, przy małych opadach, ale przy dużym nasłonecznieniu, zaznaczył się pozytywny wpływ na przyrost plonu buraka, a zwłaszcza na gromadzenie cukru.

Pod koniec okresu wegetacji buraka wystąpiło dosyć silne porażenie aparatu liściowego chwościkiem.

3. Wyniki badań

3.1. Ocena zachwaszczenia

W miejscowości Kołodziejewo k. Janikowa, w gospodarstwie ekologicznym Bartłomieja Piskorskiego, przeprowadzono doświadczenie polowe w układzie pasowym, na glebie płowej typowej, kompleksu pszenego dobrego. Na wyznaczonych do obserwacji poletkach stwierdzono występowanie n/w 19 gatunków chwastów:

1. Bodziszek drobny (*Geranium pusillum*)
2. Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*)
3. Fiołek polny (*Viola arvensis*)
4. Gorczyca polna (*Sinapis arvensis*)
5. Gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*)
6. Komosa biała (*Chenopodium album*)
7. Koniczyna zwyczajna (*Trifolium repens*)
8. Ostropest plamisty (*Silybum marianum*)
9. Ostrożeń polny (*Cirsium arvense*)
10. Owies głuchy (*Avena fatua*)
11. Perz właściwy (*Elymus repens*)
12. Przetacznik perski (*Veronica persica*)
13. Przytulia czepna (*Galium aparine*)
14. Rdest ptasi (*Polygonum aviculare*)
15. Rdest plamisty (*Persicaria maculosa*)
16. Rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus*)
17. Rumian polny (*Anthemis arvensis*)
18. Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*)
19. Tobołki polne (*Thlaspi arvense*)

Wyniki oceny zachwaszczenia, przeprowadzonej dla 4 wariantów odchwaszczania, w 5 terminach i 4 powtórzeniach, obejmujące ilość chwastów, skład gatunkowy i świeżą masę chwastów z jednostki powierzchni, zestawiono w formie tabel. W **tabeli 3** zawarte zostało syntetyczne (po uśrednieniu wartości), zestawienie wymienionych wyników badań.

Dnia 07.05.2025 r, bezpośrednio przed 1. odchwaszczaniem, a po bronowaniu, stwierdzono na 4 wariantach odchwaszczania (A - bez odchwaszczania, kontrola, B - odchwaszczanie ręczne, C - sprzęt tradycyjny do odchwaszczania i D – sprzęt nowoczesny do odchwaszczania) od 284 do 426 chwastów na 1 m² poletka, co świadczy o stosunkowo jednolitym i znacznym zachwaszczeniu pola doświadczalnego. Masa chwastów wahała się od 29 do 47 g/m². Wariant A, czyli kontrolę (4 poletka) pozostawiono bez odchwaszczania, wariant B odchwaszczono ręcznie, mierząc czas pracy, a kolejnego dnia na wariancie C zastosowano pielnik tradycyjny, z kolei na D użyto do odchwaszczania pielnika ze sterowaniem optycznym.

Dwa tygodnie wcześniej (po siewie, ale przedwschodowo) zastosowano na wariancie C bronę tradycyjną, a na wariancie D bronę obrotową - chwastownik.

Dnia 22.05.2025, po 1 odchwaszczaniu i bronowaniu, dokonano pomiarów zachwaszczenia na wariantach, gdzie stosowano pielniki, w rzędach, na odcinkach 1 m rzędu z siewkami buraka, 7 cm z obu stron rzędu, co stanowiło powierzchnię $7 \times 7 \times 100 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}^2$ (jedno powtórzenie).

Pielnik optyczny umożliwił pracę elementów odchwaszczających bliżej rzędów z burakami, co skutkowało występowaniem mniejszej liczby chwastów i mniejszą ich masą w odniesieniu do wariantu z pielnikiem tradycyjnym (**tabela 3**).

Dnia 23.06.2025, bezpośrednio przed 2. odchwaszczaniem (a po 1. odchwaszczaniu), na wariantcie A bez odchwaszczania wykazano około 4-6-krotnie większe zachwaszczenie (466 szt. chwastów i 2495 g chwastów/m²) niż na pozostałych 3 wariantach z odchwaszczaniem.

Natomiast 14.07.2025, 3 tygodnie po 2. odchwaszczaniu, stwierdzono na 4 badanych wariantach odpowiednio: 319, 31, 74 i 49 chwastów/m² oraz 2619, 231,3 542,5 i 373,8 g masy chwastów/m².

Wskazuje to na dobrą i porównywalną skuteczność odchwaszczania ręcznego i z zastosowaniem nowoczesnego sprzętu odchwaszczającego. W związku z ponownym wystąpieniem zachwaszczenia, na wariantach ze sprzętem tradycyjnym i nowoczesnym, pod koniec lipca dodatkowo zastosowano nową maszynę – mechaniczny wyrywacz chwastów.

Pomiary przeprowadzone w ostatnim terminie, bezpośrednio przed zbiorem buraka (07.10.2025), potwierdziły utrzymujące się dobre oddziaływanie odchwaszczające ręcznego odchwaszczania oraz nowoczesnego sprzętu. Na tych wariantach zarejestrowano najmniejszą liczbę i masę chwastów (odpowiednio: 34 i 38 szt./m² oraz 127,5 i 139,0 g/m²). Dominującymi gatunkami chwastów były: komosa biała, chwastnica jednostronna, fiołek polny i ostrożeń polny.

Tabela 3. Wpływ wariantu odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na glebie płowej typowej; Kołodziejewo siew 15.04.2025 r. (wartości średnie)

Wariant odchwaszczania	Ilość chwastów w szt./1 m ²	Masa chwastów w g/1 m ²
07.05.2025 (przed 1. odchwaszczaniem i bronowaniem)		
A - bez odchwaszczania	419	47,0
B - odchwaszczanie ręczne	284	34,0
C - sprzęt tradycyjny	426	29,0
D - sprzęt nowoczesny	294	30,0
22.05.2025 (po 1. odchwaszczaniu i bronie; 0,14 m ² w rzędzie buraka 7+7x100 cm)		
C - sprzęt tradycyjny	29,8	43,8
D - sprzęt nowoczesny	18,7	21,5
23.06.2025 (po 1. odchwaszczaniu i zarazem przed 2. odchwaszczaniem)		
A - bez odchwaszczania	466	2495,0
B - odchwaszczanie ręczne	92	438,0
C - sprzęt tradycyjny	149	427,5
D - sprzęt nowoczesny	83	383,0
14.07.2025 (po 2. odchwaszczaniu)		
A - bez odchwaszczania	319	2619,0
B - odchwaszczanie ręczne	31	231,3
C - sprzęt tradycyjny	74	542,5
D - sprzęt nowoczesny	49	373,8
07.10.2025 (przed zbiorem buraka cukrowego)		
A - bez odchwaszczania	308	1395,0
B - odchwaszczanie ręczne	34	127,5
C - sprzęt tradycyjny	47	285,0
D - sprzęt nowoczesny	38	136,0

Aby porównać koszty odchwaszczania na poszczególnych badanych wariantach, zmierzono czas potrzebny do 3-krotnego ręcznego usuwania chwastów na wariancie B, a na wariancie C. i D, gdzie zaplanowano odchwaszczanie maszynami rolniczymi, zestawiono aktualne koszty usług tymi maszynami, stosowane na terenie woj. kujawsko-pomorskiego i warmińsko-mazurskiego.

Wariant B, trzykrotne ręczne odchwaszczanie.

1. $83,33+85,21+83,87+84,51 \text{ h/os./ha}=336,92 :4= 84,23 \text{ rh/ha} \times 30,50 \text{ zł/h}= 2569,02\text{zł/ha}$
2. $107,62+104,20+105,30+107,10 \text{ h/os./ha}=424,22 :4=106,06 \text{ rh/ha} \times 30,50 \text{ zł/h}=3234,83 \text{ zł/ha}$
3. $69,50+70,10+70,20+73,50 \text{ h/os./ha}=283,3 :4=70,83 \text{ rh/ha} \times 30,50 \text{ zł/ha}=2160,32 \text{ zł/ha}$

Stawka 30,50 zł/h stanowi minimalną stawkę wynagrodzenia za 1 h pracy przy umowie zleceniu (stan w listopadzie 2025, odnoszący się do minimalnej płacy).

Łącznie koszt odchwaszczania ręcznego w 3 terminach (261,12 h x 30,50zł): 7964,16 zł/ha

Wariant C, pielnik tradycyjny i brona tradycyjna

1. Brona tradycyjna/wleczona, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 115 zł= 115 zł/ha,
2. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 280 zł= 560 zł/ha,
3. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 280 zł= 560 zł/ha,
4. Wyrrywacz chwastów, 2,7 m szer. rob., usługa 2 rh x 1000 zł= 2000 zł/ha

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 3 235 zł/ha

Wariant D, pielnik optyczny i brona obrotowa

1. Brona obrotowa/chwastownik, 3 m szer. rob. usługa: 0,5 rh x 225 zł= 113 zł/ha,
2. Pielnik optyczny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 725 zł= 725 zł/ha,
3. Pielnik optyczny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 725 zł= 725 zł/ha.
4. Wyrrywacz chwastów, 2,7 m szer. rob., usługa 2 rh x 1000 zł= 2000 zł/ha

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 3 563 zł/ha

Tabela 4. Wpływ metody odchwaszczania na wielkość nakładów pracy oraz kosztów dotyczących odchwaszczania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego; Kołodziejewo 2025

Wariant odchwaszczania	Nakład pracy rh/ha	Koszt zł/ha
A - bez odchwaszczania	-	-
B - odchwaszczanie ręczne	261,12	7 964,16 (246,2%)
C - sprzęt tradycyjny	7	3 235 (100%)
D - sprzęt nowoczesny	4,5	3 565 (110,2%)

W porównaniu do zastosowania pielnika i brony tradycyjnej, pielenie ręczne jest nieopłacalne (jest 2,46 razy droższe) i nie realne na dużych plantacjach, a użycie pielnika optycznego i brony obrotowej jest droższe o 10,2%, lecz przyczynia się do szybszego i dokładniejszego odchwaszczenia pola.

3.2. Ocena plonowania, obsady roślin i wschodów

Poziom plonowania buraka cukrowego uzależniony był od intensywności zachwaszczenia poszczególnych wariantów w doświadczeniu (**tabela 5**). Najniższe plony korzeni, liści i cukru technologicznego wystąpiły na wariantcie kontrolnym, nie odchwaszczanym (plony stanowiące ok. 1/3 plonu z pozostałych wariantów). Różnice w masie roślin buraka cukrowego pomiędzy wariantem nie odchwaszczanym, a pozostałymi wariantami uwidoczniły się także już w fazie 4 par liści właściwych (masa 10 siewek buraka dla poszczególnych wariantów wynosiła: A. 205,3 g, B. 250,2 g, C. 247,0 g i D. 249,5 g). Pomiedzy wariantami z ręcznym odchwaszczaniem i odchwaszczaniem nowoczesnym sprzętem nie udowodniono istotnych różnic w plonie korzeni, liści i cukru, a wariant z tradycyjnymi maszynami wpłynął na uzyskanie istotnie niższych wymienionych plonów.

Zawartość cukru oraz melasotworów N-alfaaminowego i potasu była istotnie niższa na wariacie bez odchwaszczania. Końcowa obsada roślin i udział korzeni rozwidlonych (4,0-6,4%) nie były istotnie zróżnicowane.

Poziom końcowej obsady roślin nie był zbyt korzystny. Bardziej pożądane w ekologicznej uprawie buraka są obsady rzędu 100-120 tysięcy roślin/ha, gdyż ogranicza to do minimum przestrzeń rozwoju dla chwastów.

Wschody buraka cukrowego przedłużały się z powodu niedoborów wody w kwietniu i na początku maja. Pod koniec wyrównały się na zadawalającym poziomie.

Polowa zdolność wschodów była w niewielkim stopniu zróżnicowana i wynosiła średnio dla A 72,3%, B 71,0%, C 73,1% i D 71,8%. Poziom wschodów uzależniony był od wiosennego przygotowania roli i opadów. Pod koniec okresu wegetacji chwościk spowodował średnie porażenie liści buraka.

Tabela 5. Plonowanie i jakość przetwórcza buraka cukrowego w zależności od wariantu odchwaszczania; Kołodziejewo, siew 15.04.2025

Wariant odchwaszczania	KOB tys./ha	Plon w t/ha			Zawartość cukru %	Zawartość mval/kg		
		korzeni	techn. cukru	liści		K	Na	Nam
A-bez odchwaszczania	77,6	16,3	2,34	13,9	16,13	30,6	2,90	12,5
B-odchw. ręczne	79,4	50,8	7,55	23,8	16,96	32,5	2,78	25,0
C-sprzęt tradycyjny	78,8	43,6	6,29	20,7	16,54	34,5	2,80	23,9
D-sprzęt nowoczesny	80,6	48,2	7,15	23,1	17,03	33,3	2,95	26,2
NIR (0,05)	n.i.	2,7	0,42	2,1	0,11	1,2	n.i.	1,1

KOB - końcowa obsada buraków Nam- zawartość azotu alfaaminowego

3.3. Ocena pozostałych parametrów

Wilgotność gleby mierzono na głębokości 5-8 cm w 4 terminach (**tab. 6**).

Dnia 07.05.2025 nie stwierdzono zróżnicowania wilgotności gleby pomiędzy wariantami (8,31-8,61%). W drugim terminie, 23.06.2025, najniższa wilgotność wystąpiła na wariacie bez odchwaszczania (4,42%), a pomiędzy pozostałymi wariantami różnice były małe.

Tendencja mniejszej wilgotności utrzymywała się jeszcze w kolejnym terminie, 14.07.2025, na poletkach bez odchwaszczania. W ostatnim terminie, przy zbiorze, różnice pomiędzy wariantami były już małe (10,03-10,89%).

Tabela 6. Wilgotność gleby w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2025

Wariant odchwaszczania/ termin pomiaru	Wilgotność gleby [%]			
	07.05.2025	23.06.2025	14.07.2025	07.10.2025
A- bez odchwaszczania	8,31	4,42	5,89	10,08
B- odchwaszczanie ręczne	8,44	7,73	5,96	10,89

C- sprzęt tradycyjny	8,61	7,21	6,53	10,03
D- sprzęt nowoczesny	8,36	7,53	6,39	10,45

W tych samych terminach, oprócz wilgotności gleby badania była temperatura gleby na głębokości 5 i 10 cm (tabeli 7). Różnice w temperaturach gleby na głębokości 5 i 10 cm były w terminie czerwcowym i październikowym niewielkie, dochodzące do 0,5 °C. We wszystkich terminach zanotowano niższe temperatury gleby na większej głębokości. W terminie majowym i lipcowym różnice w temperaturach dla obu głębokości powiększyły się odpowiednio do ok. 1,5 i 2,5 °C i zdecydowanie cieplejsza stała się wierzchnia warstwa gleby, co powiązane było z przebiegiem pogody w okresie wegetacji buraka cukrowego. W czerwcu i lipcu pomiary wykazały tendencję wyższych temperatur na głębokości 5 cm na wariacie kontrolnym ze znacznym zachwaszczeniem.

Tabela 7. Temperatura gleby mierzona na głębokości 5 i 10 cm, w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2025

Wariant odchwaszczania/ termin pomiaru	Temperatura gleby [°C]							
	07.05.2025		23.06.2025		14.07.2025		07.10.2025	
	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 m
A-bez odchwaszczania	20,4	18,9	21,3	20,1	22,8	19,6	11,2	11,0
B-odchwaszczanie ręczne	20,5	18,7	20,3	19,9	22,4	19,5	11,3	11,0
C-sprzęt tradycyjny	20,5	18,7	20,6	19,8	22,3	19,8	11,4	11,0
D-sprzęt nowoczesny	20,6	18,9	20,7	20,0	22,3	19,8	11,2	11,0

W trakcie wegetacji buraka cukrowego wykonano pomiary zwięzłości gleby mechanicznym penetrometrem na głębokości gleby 10 cm, 20 cm, 30 cm i 40 cm. Pomiary przeprowadzono 07.05.2025, przed 1. zabiegiem odchwaszczania pielnikami oraz 23.06.2025, po 1. odchwaszczaniu pielnikami. W terminie lipcowym oraz przy zbiorze buraka pomiarów nie udało się wykonać, gdyż gleba była zbyt zagęszczona. W terminie majowym, przed zabiegami odchwaszczania, nie stwierdzono istotnych różnic w zwięzłości gleby w zależności od badanego wariantu. Natomiast w następnym terminie, po pierwszym odchwaszczaniu, większe zagęszczenie gleby wystąpiło na wariantach po stosowaniu pielników, w porównaniu do pozostałych dwu wariantów.

Tab. 8 Zwięzłość gleby mierzona na głębokości 10, 20, 30 i 40 cm (w N/cm²) *, w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2025

Wariant odchwaszczania	07.05.2025 r.				23.06.2025 r.			
	Warstwy gleby (cm)				Warstwy gleby (cm)			
	10	20	30	40	10	20	30	40
A - bez odchwaszczania	200	300	330	400	220	300	360	420

B- odchwaszczanie ręczne	180	290	340	380	200	260	360	400
C- sprzęt tradycyjny	220	280	320	380	240	300	380	460
D - sprzęt nowoczesny	200	300	320	380	260	320	380	480

4. Stwierdzenia i wnioski

- 1) Pomiary zachwaszczenia wykonane bezpośrednio przed zbiorem buraka cukrowego wykazały utrzymujące się od czerwca dobre odchwaszczenie na wariancie z ręcznym odchwaszczaniem oraz po użyciu nowoczesnego sprzętu. Na tych wariantach odchwaszczania, zarejestrowano na początku października najmniejszą liczbę i masę chwastów: odpowiednio 34 i 38 szt./m² oraz 127,5 i 136,0 g/m², co udowadnia dobrą skuteczność odchwaszczania po ręcznym odchwaszczaniu oraz użyciu pielnika optycznego z broną obrotową.
- 2) W porównaniu do zastosowania pielnika tradycyjnego z broną, pielenie ręczne jest nieopłacalne (2,46 razy droższe) i mało realne do przeprowadzenia na większych plantacjach, a użycie pielnika optycznego z broną obrotową jest co prawda droższe o 10,2%, ale przyczynia się do skutecznego i terminowego odchwaszczenia pola.
- 3) Na wariancie bez odchwaszczania stwierdzono bardzo niskie plony korzeni (16,3 t/ha), na poziomie ok. 30% plonu z wariantów odchwaszczanych. W grupie wariantów z różnymi metodami odchwaszczania istotnie najwyższe plony korzeni i cukru technologicznego uzyskano po ręcznym odchwaszczaniu (odpowiednio 50,8 t/ha i 7,55 t/ha) oraz po zastosowaniu nowoczesnego sprzętu (odpowiednio 48,2 t/ha i 7,15 t/ha).
- 4) Mniejsza wilgotność gleby utrzymuje się w okresie letnim (czerwiec - lipiec) na wariancie bez odchwaszczania, w porównaniu do wariantów z odchwaszczaniem. Wynika to z obecności licznych chwastów na wariancie kontrolnym, bez odchwaszczania, które pobierają duże ilości wody z gleby.
- 5) Przejazdy pielnikami po polu powodują na początku okresu wegetacji większą zwięźłość gleby w międzyrzędziach (w miejscach przejazdu kół), w porównaniu do wariantów bez stosowania maszyn odchwaszczających, ale przy zbiorze buraka różnice te nie utrzymują się, a gleba jest wtedy silnie zagęszczona na wszystkich wariantach.

5. Zalecenia dla rolnictwa ekologicznego

W następstwie większej precyzji pracy, wynikającej z możliwości mechanicznego usuwania chwastów do 2,5 cm z obu stron rzędu roślin, pielnik ze sterowaniem optycznym można uznać za bardzo skuteczną maszynę do odchwaszczania buraka cukrowego i innych roślin uprawianych w szerokich międzyrzędziach. Tradycyjne pielniki pozwalają na usuwanie chwastów do odległości ok. 7,5 cm z obu stron rzędu z burakami, są zatem znacznie mniej skuteczne w odchwaszczaniu i wymagają ręcznej korekty w rzędach.

Pielniki ze sterowaniem optycznym powinny być zatem zalecane do stosowania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego i innych roślin uprawianych w szerokich międzyrzędziach, co pozostaje w ścisłym związku z nasilającym się w ostatnich latach stanem zachwaszczenia, zwłaszcza plantacji buraka z uprawą konwencjonalną, co jest efektem mniejszej ilości dostępnych środków ochrony roślin i zredukowanej liczby substancji aktywnych w nich zawartych.

Zakup nowoczesnego, precyzyjnego pielnika ze sterowaniem optycznym jest dużą inwestycją i obciążeniem finansowym dla plantatora, niemniej zabiegi tym pielnikiem wykonane usługowo, będą dobrym, skutecznym rozwiązaniem problemu z zachwaszczeniem plantacji, co powinno zachęcić plantatorów buraka cukrowego do uprawy ekologicznej.

Bazując na doświadczeniach polowych na czarnej ziemi oraz glebie płowej typowej, które dostarczyły wiele obiecujących dla praktyki wyników, zredagowano poniżej wstępne zalecenia dla plantatorów, zachęcające ich do wypróbowania nowoczesnego sprzętu do odchwaszczania buraka cukrowego, na wymienionych gatunkach gleb i w warunkach zachwaszczenia i pogody zbliżonych do tych z rejonu Kujaw.

W przedstawionych warunkach glebowych (gleba płowa typowa, czarna ziemia) i pogodowych, zaleca się przeprowadzenie zwalczania chwastów w uprawie ekologicznej buraka cukrowego z uwzględnieniem następujących zabiegów:

1. Użycie brony obrotowej – chwastownika, od momentu pojawienia się chwastów na polu obsianym burakiem cukrowym, gdy jeszcze nie ma widocznych wschodów buraka (stosujemy wtedy, gdy jest silne, wczesne zachwaszczenie; niewykluczone jest niekiedy niewielkie osłabienie wschodów buraka), aż do momentu 1-2 pary liści właściwych buraka (najkorzystniejszy moment - 1 para liści właściwych); działanie takie sprzyja także usunięciu zaskorupienia gleby i jej napowietrzeniu.
2. Użycie pielnika ze sterowaniem optycznym, od 2 pary liści właściwych buraka.
3. Użycie pielnika ze sterowaniem optycznym, po raz drugi (lub trzeci, przy nasilonym pojawianiu się chwastów) od 3 pary liści właściwych buraka, najpóźniej do fazy 6 par liści właściwych.
4. Zastosowanie wyrywacza chwastów, w przypadku wystąpienia późnego, wtórnego zachwaszczenia, w okresie do zakrycia międzyrzędzi.

Wykonawcy doświadczenia widzą potrzebę kontynuacji badań z precyzyjnym, nowoczesnym sprzętem odchwaszczającym w uprawie ekologicznej na typowych stanowiskach, na których najczęściej jest realizowana produkcja buraka cukrowego oraz innych roślin rolniczych i warzyw, uprawianych w szerokich rzędach. Uzyskanie kolejnych wyników, w tym w warunkach niekorzystnego przebiegu pogody dla stosowania maszyn odchwaszczających, jak również z użyciem nowej maszyny, tj. wyrywacza chwastów do usuwania wtórnego zachwaszczenia, umożliwi przygotowanie bardziej kompleksowego opracowania z zaleceniami prowadzącymi do skuteczniejszego, w praktyce produkcji roślinnej, zwalczania chwastów.

6. Cytowane piśmiennictwo

CHITWOOD D.J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.*; 40: 221–249.

DAUB M., WESTPHAL A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerrüben. *Sugar Industry*; 9:41–50.

HEIJBROEK W., MUNNING R.G., SWINKELS L.P.J.C. 1998. The effects of trap crops, flower mixtures and bare fallow, grown as a rotational set aside on nematodes and fungal pathogens in soil. In: 61st IIRB Congress, 11-12 February 1998, Brussels, Belgium. Abstract book: 71–85.

KUNZ, C., WEBER, J. F., & GERHARDS, R. 2015. Benefits of precision farming technologies for mechanical weed control in soybean and sugar beet—comparison of precision hoeing with conventional mechanical weed control. *Agronomy*, 5(2), 130-142.

- KUNZ, C., WEBER, J. F., & GERHARDS, R. 2016. Comparison of different mechanical weed control strategies in sugar beets. *Julius-Kühn-Archiv*, (452), 446.
- KUNZ, C., WEBER, J. F., PETEINATOS, G. G., SÖKEFELD, M., & GERHARDS, R. 2018. Camera steered mechanical weed control in sugar beet, maize and soybean. *Precision Agriculture*, 19(4), 708-720.
- MACHLEB, J., PETEINATOS, G. G., SÖKEFELD, M., & GERHARDS, R. 2021. Sensor-based intrarow mechanical weed control in sugar beets with motorized finger weeders. *Agronomy*, 11(8), 1517.
- MELANDER, B. 2000. Mechanical weed control in transplanted sugar beet. In *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control* Elspeet, the Netherlands (pp. 25-25).
- NOWAKOWSKI M. 2002. Proekologiczna technologia uprawy buraka cukrowego. W: *Wdrażanie nowych proekologicznych technologii w zakresie produkcji roślin uprawnych*. Mat. 84/02 IUNG Puławy; 41–84.
- NOWAKOWSKI M. 2013. Przydatność gorczycy białej i rzodkwi oleistej jako mulczu, nawozu i czynnika ochrony fitosanitarnej w uprawie buraka cukrowego. *Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR-PIB Nr 43*, ISBN 83-891172-67-4: 150 ss.
- PASTUSZEWSKA T., FRANKE K., NOWAKOWSKI M. 2013. Badanie wpływu uprawy gorczycy białej na zagęszczenie populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie. *Biul. IHAR*; 269: 141–148.
- ROLAND, G., KOSTYANTYN, B., & HANS-JOACHIM, S. 2017. Sugar beet yield loss predicted by relative weed cover, weed biomass and weed density. *Plant Protection Science*, 53(2), 118-125.
- SOLTANI, N., DILLE, J. A., ROBINSON, D. E., SPRAGUE, C. L., MORISHITA, D. W., LAWRENCE, N. C., & SIKKEMA, P. H. 2018. Potential yield loss in sugar beet due to weed interference in the United States and Canada. *Weed Technology*, 32(6), 749-753.
- TILLET, N. D., HAGUE, T., & MILES, S. J. 2002. Inter-row vision guidance for mechanical weed control in sugar beet. *Computers and electronics in agriculture*, 33(3), 163-177.
- TYBURSKI J., NOWAKOWSKI M., NELKE R., ŻUREK M. 2024. Optimizing an Organic Method of Sugar Beet Cultivation and Yield Gap Decrease in Northern Poland. *Agriculture (MDPI)* 14 (6), 937.
- TYBURSKI J., SZYMCZAK-NOWAK J., ŁADA M., NOWAKOWSKI M. 2004. *Ekologiczna uprawa buraka cukrowego*. Red. J. Tyburski. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego Radom. ISBN 83-89060-69-8: 63 ss.
- TYBURSKI J., SADOWSKI T. (red.) 2013. *Ograniczanie zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym*. Podręcznik akademicki, UWM w Olsztynie.
- TYBURSKI i in., 2016-2018. *Sprawozdania. Projekty ekologiczne*.
- VIG A.P., RAMPAL G., THIND T.S., ARORA S. 2009. Bio-protective effects of glucosinolates—A review. *LWT-Food Sci Technol*; 42:1561–1572.

7. Pozostała dokumentacja – zdjęcia

Fot. 1. Pielnik precyzyjny ze sterowaniem optycznym; Kołodziejewo 2025 r.



Fot. 2. Pole doświadczalne z ekologiczną uprawą buraka cukrowego; po prawej stronie - wariant bez odchwaszczania, po lewej warianty z odchwaszczaniem; Kołodziejewo 22.05.2025 r.



Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Nr decyzji: DEJ.re.765.8.2025 (punkt 1) z dnia 21.03.2025 r.



Instytut uprawy nawożenia i gleboznawstwa
- państwowy instytut badawczy w Puławach

Sprawozdanie z zadania badawczego pt.

Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej.

Rozwój narzędzia wsparcia decyzji dla ekologicznej uprawy zbóż EKO-ZBOŻE (e-usługi dla rolnictwa ekologicznego). Opracowanie modułów wiedzy dla owsa i jęczmienia jarego.

Kierownik zadania badawczego:

prof. dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk

Wykonawcy:

Pracownicy IUNG – PIB: dr hab. Krzysztof Jończyk, dr hab. Jarosław Stalenga, dr Adam Berbeć, dr Paweł Radzikowski, dr Agata Witorożec-Piechnik, dr Monika Kowalik, mgr Małgorzata Nakielska, mgr Ewa Markowska-Strzemska, mgr Marcin Brzeski, mgr Tomasz Stępkowski, mgr Mariusz Korpysa, mgr Krzysztof Krakowiak, mgr Maja Kostrzewa-Kosiarska

Wykonawca zewnętrzny:

Firma komputerowa POLBAJT

1. Wstęp i znaczenie podjętej tematyki

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach posiada duży, ponad 30-letni dorobek naukowy i praktyczny dotyczący uprawy zbóż w systemie ekologicznym, zdobyty podczas realizacji tematów badawczych z zakresu rolnictwa ekologicznego z dotacji MRiRW w latach 2004-2024 oraz innych projektów. Wyniki te do niedawna były rozproszone w raportach, broszurach i publikacjach, co stwarzało problem z ich dostępnością dla rolników i doradców. Niektórzy rolnicy zwracali się bezpośrednio do Instytutu i naukowców z IUNG-PIB z pytaniami dotyczącymi uprawy roślin w systemie ekologicznym. W związku z wzrastającym w ostatnim czasie zainteresowaniem konsumentów i producentów żywnością ekologiczną wytwarzaną bez pestycydów, wzrasta również zapotrzebowanie na łatwo dostępną, a zarazem kompleksową informację z zakresu zasad produkcji ekologicznej. Ponadto cyfryzacja rolnictwa i postęp technologiczny wymuszają nowoczesne metody upowszechniania i transferu wiedzy. Do 2024 roku brak było kompleksowego, szybko dostępnego narzędzia wsparcia decyzji dedykowanego dla rolników ekologicznych, na wzór aplikacji dostępnych dla rolnictwa konwencjonalnego. Te przesłanki skłoniły Kierownika niniejszego projektu do opracowania **innowacyjnego narzędzia internetowego - aplikacji webowej EKO-ZBOŻE do wsparcia decyzji rolników i doradców w zakresie ekologicznej produkcji zbóż, które powstało w 2024 r. i jest rozbudowywane o nowe moduły wiedzy.**

Aplikacja EKO-ZBOŻE dostępna jest on-line dla szerokiego grona użytkowników pod adresem <https://ekozboze.iung.pl> oraz na stronie internetowej IUNG-PIB w zakładce: „Rolnictwo ekologiczne – systemy wsparcia decyzji” i pod kodem QR (rys. 1).



Rys. 1 Kod QR aplikacji EKO-ZBOŻE jako internetowego systemu wsparcia decyzji w rolnictwie ekologicznym

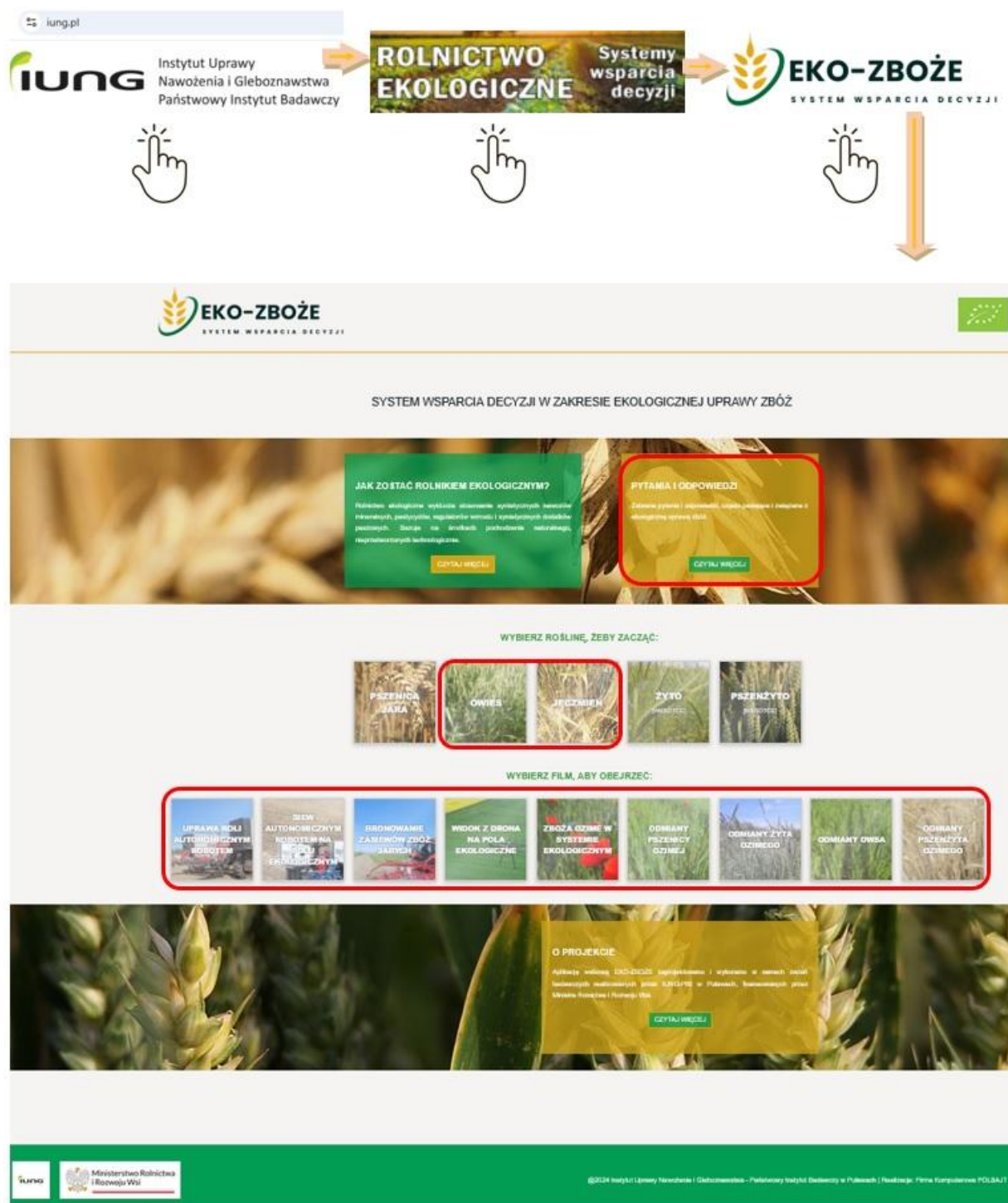
2. Cel badań

Celem tematu był rozwój i rozbudowanie innowacyjnego programu komputerowego EKO-ZBOŻE do wsparcia decyzji rolnika w zakresie ekologicznej produkcji zbóż o kolejne moduły: Agrotechnika owsa i jęczmienia jarego, Galeria filmów oraz Najczęściej zadawane pytania i odpowiedzi (Q&A). Stworzony program EKO-ZBOŻE sprzyja transferowi wiedzy z zakresu uprawy zbóż w rolnictwie ekologicznym do praktyki rolniczej oraz zwiększeniu udziału rolnictwa ekologicznego w kraju.

3. Wyniki zadań badawczych

Pierwszy etap realizacji wnioskowanego tematu polegał na stworzeniu koncepcji nowych modułów wiedzy i zebraniu obszernej wiedzy z zakresu agrotechniki uprawy owsa i jęczmienia w systemie ekologicznym. Wiedza zamieszczona w aplikacji EKO-ZBOŻE dla każdego gatunku roślin uprawy polowej obejmuje następujące elementy: wymagania siedliskowe i przedplony; wybór odpowiedniej odmiany; materiał siewny; uprawa roli; wapnowanie; nawożenie; ochrona roślin; zwalczanie chwastów; biopreparaty możliwe zastosowanie w rolnictwie ekologicznym. Treści pochodzą głównie z publikacji IUNG-PIB, ale aby zapewnić kompleksowość wiedzy skorzystano także z dostępnych opracowań IOR-PIB w Poznaniu, IO-PIB w Skierniewicach, COBORU, CDR w Radomiu i in. Efektem zadania było stworzenie całościowego, kompleksowego elektronicznego poradnika dla rolnika i narzędzia wsparcia jego decyzji w gospodarowaniu ekologicznym. Program EKO-ZBOŻE - <https://ekozboze.iung.pl>, dostępny jest także ze strony IUNG-PIB: www.iung.pl, w serwisie „Rolnictwo ekologiczne” oraz „Oferta – Programy doradcze online” (rys. 2).

Aplikacja jest responsywna, dostosowana do korzystania zarówno na komputerach, laptopach, jak i na smartfonach i tabletach. Spełnia również wymogi dostępności dla użytkowników z niepełnosprawnościami.

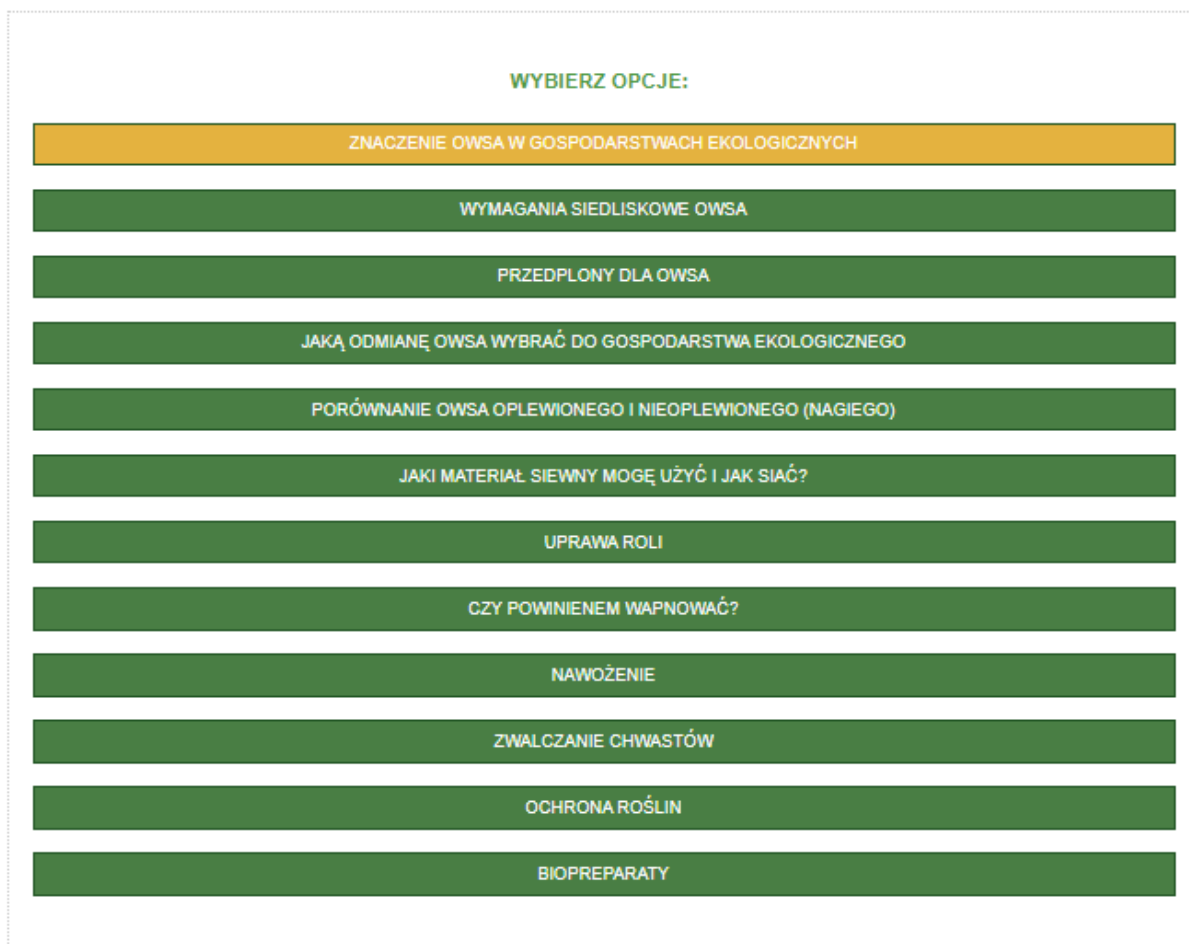


Rys. 2. Główny interfejs aplikacji EKOZBOŻE (<https://ekozboze.iung.pl>) rozbudowanej w ramach tematu badawczego w 2025 r. Czerwoną ramką zaznaczono elementy programu opracowane w ramach dotacji na 2025 r.

Opracowane moduły programu EKO-ZBOŻE kryją w sobie kompleksową wiedzę przekazaną w przystępny sposób.

Moduł wiedzy dotyczący **AGROTECHNIKI OWSA** zawiera niezbędne informacje o uprawie tego gatunku w ekologicznym systemie gospodarowania. Kolejne zakładki instruuja o wymaganiach siedliskowych, zalecanych przedplonach, doborze odmian, materiale siewnym, uprawie roli, nawożeniu, regulacji zachwaszczenia, ochronie roślin oraz stosowaniu biopreparatów (rys. 3-5).

OWIES - JAK UPRAWIAĆ W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM?



Rys. 3. Moduły wiedzy dotyczące uprawy owsa w systemie ekologicznym

Rosnące zainteresowanie uprawą owsa, w tym także w gospodarstwach ekologicznych, związane jest z jego specyficznymi właściwościami i zaletami.

Owies jest mało wymagający pod względem warunków uprawy i tańszy w produkcji niż inne zboża. Dobrze wykorzystuje składniki pokarmowe znajdujące się w glebie, jest tolerancyjny na zakwaszenie i suszę, odporny na wyleganie oraz wykazuje dużą konkurencyjność w stosunku do chwastów, co czyni go przydatnym do uprawy w rolnictwie ekologicznym.



Ważną zaletą owsa jest wytwarzanie w korzeniach alkaloidu – skopolatyny, który hamuje rozwój grzybów wywołujących choroby podstawy źdźbła. Dzięki temu owies jest w mniejszym stopniu porażany przez te patogeny i stanowi dobry przedplon dla innych gatunków zbóż, w tym także dla pszenicy. Ze względu na te właściwości fitosanitarne jest cenną rośliną w zmianowaniu.

Owies jest powszechnie wykorzystywany również jako **komponent jarych mieszanek zbożowych**. Na lżejszych glebach lub w gorszych stanowiskach jest uprawiany z jęczmieniem jarym, natomiast na lepszych glebach - z pszenicą lub pszenicą i jęczmieniem.

OWIES JAKO PASZA I SUROWIEC DLA PRZEMYSŁU

OWIES jako pasza i surowiec dla przemysłu

Ziarno owsa znajduje wszechstronne zastosowanie jako wartościowa pasza oraz surowiec dla przemysłu spożywczego, głównie do produkcji płatków. Duże walory żywieniowe owsa związane z zawartością dobrze przyswajalnego białka, łatwo strawnego tłuszczu, dużej zawartości składników mineralnych, witamin (głównie E), lecytyny, frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego i aminokwasów egzogennych. Ze względu na te właściwości ziarno owsa charakteryzuje się działaniem profilaktycznym i leczniczym w zakresie chorób układu krążenia: nadciśnienia i miażdżycy, otyłości, zaburzeń przewodu pokarmowego, dietozależnych chorób nowotworowych itp. Owies uprawiany w gospodarstwach ekologicznych może być cennym surowcem do produkcji zdrowej żywności.



Owies ma najmniejsze, spośród wszystkich zbóż, wymagania glebowe. Charakteryzuje się jednak dużymi potrzebami wodnymi, najwyższe plony uzyskuje się na glebach o większej pojemności wodnej (zdolności zatrzymywania wody), ale nie podmokłych. Szczególnie silnie reaguje na niedobory wody w okresie od strzelenia w źdźbło do wyrzucania wiech. **Nie poleca się jego uprawy na glebach lekkich, przepuszczalnych, na których ryzyko wystąpienia suszy jest duże. Można go uprawiać na wszystkich rodzajach gleb, z wyjątkiem bardzo lekkich, suchych piasków oraz gleb o wadliwych stosunkach wodnych.** Korzenie owsa mają bardzo dużą zdolność pobierania składników pokarmowych znajdujących się w glebie w formie trudno dostępnej dla roślin.



W efektywności ich pobierania owies przewyższa inne zboża, w tym żyto. **Wymagania owsa w stosunku do odczynu gleby są niewielkie, dobrze znosi uprawę w stanowiskach o niższym pH, jednak wysokie plony można uzyskiwać w warunkach uregulowanego odczynu, powyżej pH 5,5.**



Owies, podobnie jak inne zboża, najwyżej plonuje na glebach kompleksów pszenneego bardzo dobrego i dobrego. Wysokie jego plony można również uzyskiwać na glebach żytnych bardzo dobrych i dobrych położonych w siedliskach lepiej uwilgotnionych. Nieprzydatne do uprawy owsa są gleby okresowo zbyt suche, zaliczane do kompleksu pszenneego wadliwego. Uprawę owsa, ze względów ekonomicznych, lokalizuje się najczęściej na glebach kompleksów: żytneego słabego, zbożowo-pastewneego mocneego, zbożowo-pastewneego słabego, owsiano-pastewneego górskeego i owsiano – ziemniaczaneego górskeego.

Owies jest zbożem o małych wymaganiach termicznych, kiełkuje w temperaturze 2-3 °C, wykazuje dużą tolerancję na wiosenne przymrozki oraz niższe temperatury w późniejszych fazach rozwojowych.

Rys. 4-5. Bloki informacyjne nt. „Znaczenie owsa w gospodarstwach ekologicznych” i „Wymagania siedliskowe owsa” w programie EKO-ZBOŻE

W aplikacji EKO-ZBOŻE w zakładce „Przedplony” rolnik znajdzie informacje, jakie rośliny są dobrymi przedplonami w uprawie owsa, a które nie są polecane, bo mogą obniżać plon lub jego jakość (rys. 6).

← WRÓĆ A+ 0 +-

✕ ZAMKNIJ

Owies ma najmniejsze wymagania przedplonowe spośród wszystkich roślin zbożowych. Wysiewany po zbożach na glebach lepszych plonuje o około 5 %, a na glebach słabszych o 10 –12 % niżej niż po okopowych. Uprawa owsa jest szczególnie uzasadniona w gospodarstwach z większym udziałem zbóż w strukturze zasiewów, gdzie spełnia funkcję fitosanitarną, która wiąże się z jego odpornością na choroby podstawy źdźbła.

W rolnictwie ekologicznym podstawowym czynnikiem ograniczającym plonowanie owsa jest niedobór azotu. Z tego powodu najlepszymi jego przedplonami są rośliny niezbożowe uprawiane na oborniku i zbierane późną jesienią (np. burak pastewny, warzywa korzeniowe i kapustne), bobowate oraz pola obsiane udanymi międzyplonami ze znacznym udziałem komponentów strączkowych. Natomiast złymi przedplonami dla owsa w rolnictwie ekologicznym są zboża.

Dobre	Średnie	Złe
Burak pastewny*, Warzywa korzeniowe i kapustne*, Motylkowate z trawami	Zboża po których uprawiane są międzyplony ścierniskowe lub wsiewki na zielone nawozy**	Owies i pozostałe zboża

* przedplony nawożone obornikiem lub kompostem;
** udane wsiewki z dużym udziałem bobowatych (koniczyna czerwona lub biała albo lucerna chmielowa) lulo międzyplony ścierniskowe z dużym udziałem strączkowych (peluszką, wyką, bobik itp.).

W rolnictwie ekologicznym obniżki plonów owsa po gorszych przedplonach są zdecydowanie większe niż w rolnictwie konwencjonalnym. Wynika to stąd, że syntetyczne nawozy mineralne i chemiczne środki ochrony roślin w przypadku owsa uprawianego w systemie konwencjonalnym prawie całkowicie niwelują ujemne następstwa złego przedplonu.

Rys. 6. Moduł „Przedplony dla owsa”

Moduł „Jaką odmianę owsa wybrać do gospodarstwa ekologicznego” daje możliwość doboru odmian najlepszych dla danego regionu. Po kliknięciu na punkt rozwija się lista odmian najbardziej i najmniej przydatnych dla rolnictwa ekologicznego ułożonych w kolejności ich plonowania w danym regionie (rys. 7).

JAKI MATERIAŁ SIEWNY MOGĘ UŻYĆ?

- **Materiał siewny** i rozmnożeniowy powinien pochodzić z reprodukcji w rolnictwie ekologicznym. Wykaz dostępnego materiału siewnego, nasion i wegetatywnego materiału nasadzeniowego wyprodukowanego metodami ekologicznymi prowadzi Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa pod adresem:

<https://www.gov.pl/web/piorin/wykaz-materialu-ekologicznego>→

- Jeśli jest niedostępny na rynku, konieczne jest wnioskowanie o urzędową zgodę do właściwego Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa na zastosowanie materiału konwencjonalnego, niezaprawianego chemicznie.

Uzyskaj pozwolenie na zastosowanie konwencjonalnego materiału siewnego:

<https://www.gov.pl/web/gov/uzyskaj- pozwolenia-na-konwencjonalny-material-siewny/>→

PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU SIEWNEGO

TERMIN SIEWU

IŁOŚĆ WYSIEWU

TECHNIKA SIEWU

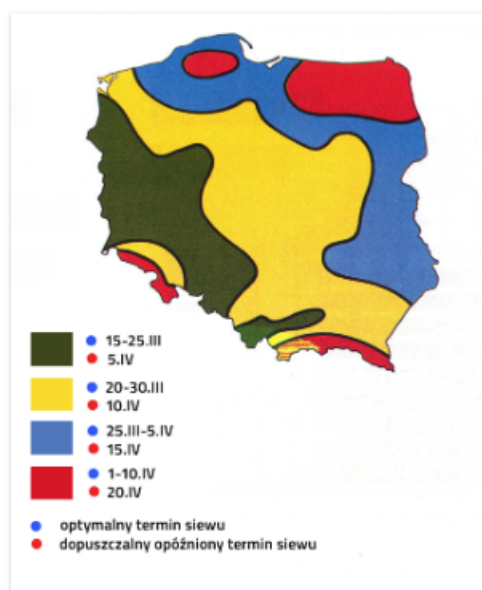
TERMIN SIEWU

Owies jest znacznie bardziej wrażliwy na opóźnienie terminu siewu niż inne zboża jare. Wczesny siew owsa umożliwia lepsze wykorzystanie zapasu wody zgromadzonego w glebie po zimie, co sprzyja zwiększeniu krzewistości produkcyjnej, rozwojowi systemu korzeniowego i powierzchni asymilacyjnej, a w efekcie wzrostowi plonu ziarna.

Wczesne zasiewy owsa w mniejszym stopniu porażane są przez choroby grzybowe (np. rdze) oraz mniej atakowane przez ploniarzę zbożówkę. Im wcześniejszy siew, tym uzyskamy wyższe, stabilniejsze i lepszej jakości plony. Optymalny termin siewu owsa w większej części kraju przypada na drugą połowę marca.

Opóźnienie tego terminu, do 10 kwietnia, dopuszczalne jest jedynie w rejonach północno-wschodnim i podgórskim (rysunek). Termin siewu powinien być optymalny dla rejonu, możliwie jak najwcześniejszy.

* Podane terminy siewu są orientacyjne i mogą się różnić w związku ze zmianami klimatycznymi i warunkami pogodowymi w danym sezonie.



Rys. 8. Moduł „Materiał siewny” zawiera informacje m.in o zalecanych terminach i normach wysiewu ziarna owsa w systemie ekologicznym.

Aplikacja EKO-ZBOŻE w module „Nawożenie” wskazuje rolnikowi wykazy nawozów i produktów nawozowych, środków poprawiających żyzność gleby i stymulatorów wzrostu dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w postaci LISTY i WYSZUKIWARKI opracowanej przez IUNG-PIB (Rys. 9).

NAWOŻENIE FOSFOREM I POTASEM

ZAOPATRZENIE ROŚLIN W AZOT

NAWOZY I ŚRODKI POPRAWIAJĄCE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY

PRODUKTY O KORZYSTNYM DZIAŁANIU NA WZROST I ROZWÓJ ROŚLIN

WYKAZ NAWOZÓW I ŚRODKÓW UPRAWIAJĄCYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEBY



WYKAZY nawozów, środków poprawiających właściwości gleby, mikrobiologicznych produktów nawozowych i produktów naturalnych innych niż nawozy i środki poprawiające właściwości gleby, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym znajdziesz na stronie:

<https://www.iung.pl/informacje/oferta/badania-i-opiniowanie-nawozow/>

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - PIB w Puławach upoważniony jest do kwalifikacji nawozów i środków poprawiających właściwości gleby przeznaczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Każdy nawóz lub środek poprawiający właściwości gleby zakwalifikowany przez IUNG-PIB do użycia w rolnictwie ekologicznym posiada świadectwo kwalifikacji NE. Instytut prowadzi wykaz:



WYSZUKIWARKA nawozów, środków poprawiających żyzność gleby i stymulatorów wzrostu na stronie IUNG-PIB:

<https://nawozy.iung.pl>

W rolnictwie ekologicznym można korzystać także z nawozów i środków, które nie występują w wykazie IUNG-PIB, a są dozwolone do stosowania w innych państwach członkowskich UE, pod warunkiem, że są one zgodne z przepisami dotyczącymi rolnictwa ekologicznego.

Możliwe jest także zastosowanie w rolnictwie ekologicznym środków, które nie występują w wykazie IUNG-PIB, pod warunkiem, że są one zgodne z odpowiednimi przepisami rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/8481 oraz rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2021/11652, w szczególności z załącznikiem II, a także zostały wprowadzone do obrotu w Polsce zgodnie z obowiązującym prawem. W sytuacji, gdy rolnik zdecyduje się zastosować w gospodarstwie ekologicznym środek spoza wykazu IUNG-PIB, wówczas powinien mieć pewność, że skład tego środka jest zgodny z przepisami ww. rozporządzeń.

Załącznik II do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2021/1165 znajduje się pod adresem:

https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1165/oj?locale=pl

Nie ryzykuj, zapytaj IUNG-PIB o radę!

PODSUMOWANIE:

Rekomenduje się stosowanie nawożenia poszczególnymi składnikami pokarmowymi na podstawie aktualnej analizy gleby.

- Stosuj wyłącznie nawozy i środki poprawiające właściwości gleby, które zostały dopuszczone do obrotu oraz są przeznaczone dla rolnictwa ekologicznego.
- Pamiętaj, że nawozy i środki poprawiające właściwości gleby zakwalifikowane przez IUNG-PIB do stosowania w rolnictwie ekologicznym posiadają numer świadectwa kwalifikacji NE.
- Przestrzegaj dawek i sposobu stosowania nawozów oraz środków poprawiających właściwości gleby podanych w instrukcji stosowania i przechowywania.

¹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2018/848 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 (Dz. Urz. UE L 150 z 14.06.2018).

² Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2021/1165 z dnia 15 lipca 2021 r. zezwalające na stosowanie niektórych produktów i substancji w produkcji ekologicznej oraz ustanawiające ich wykazy.

Rys. 9. Moduł „Nawożenie” zawiera kompendium wiedzy o nawożeniu zbóż w rolnictwie ekologicznym.

Moduł wiedzy dotyczący **AGROTECHNIKI JĘCZMIENIA JAREGO** zawiera niezbędne informacje o uprawie tego gatunku w ekologicznym systemie gospodarowania, począwszy od wymagań siedliskowych (Rys. 10), po moduły dotyczące zalecanych przedplonów, doboru odmian, materiału siewnego, uprawy roli, nawożeniu, regulacji zachwaszczenia i ochrony roślin.

Jęczmień jary wykazuje stosunkowo dużą tolerancję na czynniki klimatyczne, głównie niedostatek opadów, wysokie temperatury oraz długość dnia. Ze względu na tę cechę jęczmień charakteryzuje się większą niż inne zboża stabilnością plonowania w latach. **Spośród zbóż jarych jęczmień wyróżnia się większymi wymaganiami w stosunku do kultury gleby, szczególnie odczynu i stosunków wodno – powietrznych.**

Wymagania glebowe jęczmienia są większe niż żyta i owsa, a mniejsze niż pszenicy. **Największe i najbardziej stabilne plony jęczmienia uzyskuje się na glebach kompleksów pszennych, jednak bardziej konkurencyjna w tych warunkach jest pszenica jara, z tego względu uprawia się go również na glebach średnich należących do kompleksów: żytniego bardzo dobrego i pszennego wadliwego.**

W gospodarstwach ekologicznych uprawa jęczmienia jarego na słabszych glebach jest uzasadniona jedynie w przypadku wysokiej ich kultury (wysoka zawartość próchnicy, obojętny odczyn, duża miąższość poziomu próchnicznego, dobra struktura) oraz doboru bardzo dobrego przedplonu (okopowe nawożone obornikiem lub bobowate).



Rys. 10. Moduł wiedzy „Wymagania siedliskowe jęczmienia”

Moduł „Zwalczania chwastów” w aplikacji EKO-ZBOŻE informuje rolnika o strategii regulacji zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym, niechemicznych metodach zwalczania chwastów, poprawnym wykonywaniu bronowania oraz sposobach radzenia sobie z uciążliwymi gatunkami (Rys. 11).

CEL: ZWIĘKSZANIE KONKURENCYJNOŚCI ROŚLINY UPRAWNEJ W STOSUNKU DO CHWASTÓW

- Regulacja zachwaszczenia w jęczmieniu jarym w rolnictwie ekologicznym ma na celu nie całkowite zwalczanie chwastów, ale takie sterowanie zachwaszczeniem, aby nie powodowało ono istotnego spadku plonu, tzn. nie przekraczało **PROGÓW SZKODLIWOŚCI**.
- Chwastów nie należy traktować wyłącznie jako czynnika ograniczającego plony roślin uprawnych, ale z drugiej strony ich ekologiczne znaczenie w środowisku (zwiększanie bioróżnorodności, pokarm i ostoja dla zwierząt, w tym zapylaczy i in.) nie może usprawiedliwiać ich nadmiernego występowania.
- Strategia regulacji zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym polega na tworzeniu warunków sprzyjających uzyskaniu dominacji przez fan rośliny uprawnej nad chwastami. Jest to osiągane za pomocą metod pośrednich (agrotechnicznych) i bezpośrednich.

METODY REGULACJI ZACHWASZCZENIA W JĘCZMIENIU JARYM W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM

POŚREDNIE

AGROTECHNICZNE

PLODOZMIAN

UPRAWA ROLI

TERMIN SIEWU

DOBÓR GATUNKÓW I ODMIAN

MIESZANKI ODMIANOWE I GATUNKOWE Z OWSEM

MULCZOWANIE/ŚCIÓŁKOWANIE GLEBY

BEZPOŚREDNIE

MECHANICZNE

BIOLOGICZNE

UCIAŹLIWE GATUNKI CHWASTÓW I ICH EKOLOGICZNE ZWALCZANIE



Perz właściwy
(kliknij)



Skrzyp polny
(kliknij)



Ostrożeń polny
(kliknij)

Chwasty są najbardziej konkurencyjne w pierwszym okresie rozwoju rośliny uprawnej. Dlatego należy starannie przygotować pole do siewu i szybko reagować, gdy pojawiają się pierwsze wschody chwastów (przeprowadzić bronowanie zbóż 1-2 krotnie). Należy też pamiętać, że najskuteczniejsze jest połączenie wielu zabiegów, nieraz rozłożonych w czasie. Nie wolno być niecierpliwym! Aby zaznaczyć się efekt płodozmiannu, musi upłynąć kilka lat, prawidłowa uprawa roli natomiast da efekt już w następnym roku.

Rys. 11. Moduł „Zwalczania chwastów” w aplikacji EKO-ZBOŻE

Aplikacja EKO-ZBOŻE wskazuje producentom wykazy środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w postaci listy preparatów i ich wyszukiwarki opracowanej przez IOR-PIB (rys. 12). Zwraca uwagę rolnika na znaczenie bioróżnorodności w kształtowaniu równowagi ekologicznej na polu, która zapewnia naturalną, biologiczną ochronę przed patogenami i szkodnikami. W module „Ochrona roślin” rolnik uzyskuje informację, jakie biologiczne środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym w uprawie danego gatunku.

◀ WRÓĆ
A+ -
🔍
✖ ZAMKNIJ

OCHRONA ROŚLIN

OCHRONA PRZED CHOROBYMI I SZKODNIKAMI

Zapobieganie szkodom wyrządzanym przez choroby i szkodniki polega przede wszystkim na:

- ochronie ich naturalnych wrogów,
- wyborze odpowiednich gatunków, odmian i heterogenicznego materiału,
- zróżnicowaniu płodozmianu,
- zastosowaniu metod mechanicznych, biologicznych, fizycznych i termicznych.



Różnorodność upraw jako narzędzie ochrony roślin

W przypadku gdy odpowiednia ochrona roślin przed chorobami i szkodnikami nie jest możliwa z wykorzystaniem w/w metod lub w przypadku stwierdzonego zagrożenia dla uprawy, można stosować jedynie produkty i substancje dopuszczone do stosowania w produkcji ekologicznej na podstawie art. 9 i 24 Rozp. 2018/848 i tylko w zakresie, w jakim jest to niezbędne.




LISTA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN

których stosowanie jest zgodne z wymogami przepisów dotyczących rolnictwa ekologicznego znajduje się po adresem:

<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/ochrona-roslin-w-rolnictwie-ekologicznym>

Wykaz obejmuje środki ochrony roślin zawierające substancje czynne wymienione w Załączniku I do Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2021/1165, oraz ich stosowanie jest zgodne z warunkami stosowania określonymi w zezwoleniach na produkty, które je zawierają, udzielonych Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

www.ior.poznan.pl/1631,srodki-ochrony-roslin-do-upraw-ekologicznych



WYBIERZ PREPARAT NA PATOGENY GRZYBOWE I SZKODNIKI:

<https://rolnictwo-ekologiczne.ior.poznan.pl>

METODY AGROTECHNICZNE MAJĄCE ZASTOSOWANIE W OCHRONIE JĘCZMIENIA

METODY BIOLOGICZNE MAJĄCE ZASTOSOWANIE W OCHRONIE JĘCZMIENIA

Rys. 12. Moduł „Ochrona roślin” w aplikacji EKO-ZBOŻE

Efektom realizacji tematu badawczego było także nagranie i zamieszczenie w aplikacji EKO-ZBOŻE 9 filmów instruktażowych dotyczących uprawy zbóż w systemie ekologicznym. Opracowano także Moduł „Najczęściej zadawane pytania i odpowiedzi”, w którym umieszczono 12 pytań i odpowiedzi na często występujące problemy w produkcji ekologicznej.

Program przeszedł testy wewnętrzne i zewnętrzne różnych użytkowników, zyskując bardzo pozytywne opinie. Statystyki odwiedzin strony wskazują, że jest ona chętnie i licznie odwiedzana przez użytkowników z różnych lokalizacji, co wskazuje na jej przydatność dla praktyki rolniczej i sektora rolnego oraz potrzebę rozbudowywania o kolejne bloki informacyjne.

Informacje o aplikacji zostały upowszechnione na Krajowych Dniach Pola (Bratoszewice, 13-15 czerwca 2025 r.), Konferencji „Rolnictwo ekologiczne – szansa dla rolników i konsumentów” (Poznań, 25 - 26 września 2025 r.) oraz trzech seminariach z doradcami, rolnikami i nauczycielami szkół rolniczych (fot. 1), jak również na portalach internetowych



Fot. 1 Działania informacyjne na rzecz upowszechniania aplikacji EKO-ZBOŻE wśród decydentów MRiRW, doradców i rolników w 2025 r.

Na koniec realizacji tego tematu został opracowany raport końcowy dla MRiRW dokumentujący prace nad programem wsparcia decyzji dla rolnictwa ekologicznego.

4. Podsumowanie wyników i zalecenia dla praktyki

- Efektem realizacji tematu jest rozbudowanie aplikacji webowej EKO-ZBOŻE o nowe moduły wiedzy dotyczące owsa i jęczmienia, galerię filmów oraz najczęściej zadawane pytania i odpowiedzi.
- Aplikacja EKO-ZBOŻE to bezpłatne narzędzie cyfrowe wspierające rolników i doradców w zakresie prawidłowej uprawy zbóż w systemie ekologicznym oraz pomagające w przejściu z konwencjonalnego na ekologiczny sposób gospodarowania, dostępne online pod adresem: <https://ekozboze.iung.pl>.
- Aplikacja jest dostępna także ze strony IUNG-PIB: www.iung.pl, w serwisie: „Rolnictwo ekologiczne” oraz „Oferta – Programy doradcze online”.
- Nowe rozwiązanie ma służyć lepszemu transferowi wiedzy od nauki do praktyki oraz zwiększeniu udziału rolnictwa ekologicznego w kraju (e-usługi dla rolnictwa ekologicznego) i zwiększa efektywność pracy doradczej.
- **Zachęcamy do wypróbowania aplikacji EKO-ZBOŻE:** <https://ekozboze.iung.pl>



Opracowanie:

Prof. dr hab. Beata Feledyn-Szewczyk

Zakład Agroekologii i Ekonomiki

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czartoryskich 8, 24 100 Puławy

e- mail: bszewczyk@iung.pulawy.pl

Sprawozdanie

z badań podstawowych prowadzonych w 2025 roku

na rzecz rolnictwa ekologicznego

Kierownik Projektu: dr Małgorzata Tartanus

Koordynator projektu: dr hab. Eligio Malusá prof. IO

Sadownictwo metodami ekologicznymi:

Badania w zakresie identyfikacji metod ochrony, dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym, przed chorobami grzybowymi i szkodnikami w uprawie roślin jagodowych i sadowniczych oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi w tym zakresie.

Identyfikacja i ocena metod wspierających efektywne ograniczanie i zwalczanie populacji szkodników oraz wsparcie transferu wiedzy.

na podstawie § 8 ust.1 pkt 2, ust.2 pkt 2 i ust.10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm)

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21.03.2025 r., DEJ.re.765.23.2025 poz.1

Wykonawcy: prof. dr hab. Eligio Malusa, dr hab. Małgorzata Tartanus, mgr Aya El Meziane, mgr Bartłomiej Borowski, inż. Robert Kobierski, Karolina Mrozińska, mgr Agnes Laszlovszky-Zmarlicka, Bożena Pawlik, Irena Tartanus, Tadeusz Mańkowski

Skierniewice, 2025

Wstęp

Komisja Unii Europejskiej do spraw rolnictwa, kładzie duży nacisk na rozwój produkcji ekologicznej w ramach programu Europejskiego Zielonego Ładu, który zakłada **zbudowanie zrównoważonego rolnictwa**. Zaproponowane w ramach tego programu działania takie jak *Strategia od Pola do Stołu (Farm to Fork/F2F)* na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego w tym redukcji stosowania pestycydów oraz wzrost poziomu udziału powierzchni objętej systemem rolnictwa ekologicznego niejako wymusza poszukiwanie niechemicznych metod ochrony roślin przed agrofagami. Oczywiście nie bez znaczenia dla ochrony roślin jest również działanie *Strategia na Rzecz Bioróżnorodności* a dla rozwoju systemu ekologicznego *Plan Działań dotyczący Rozwoju Produkcji Ekologicznej Komisji Europejskiej* (COM (2021) 141 final). Takie cele zostały określone Również na poziomie krajowym w *Ramowym Planie Działań dla Żywności i Rolnictwa Ekologicznego w Polsce na lata 2021-2027* oraz w planie strategicznym tj. „Zapewnienie dostępności żywności wytwarzanej w ramach systemów jakości żywności - żywności ekologicznej, ...”

Również zauważenie przez konsumentów właściwości prozdrowotnych owoców oraz narastające zainteresowanie wytwarzaniem zdrowej, wolnej od pozostałości środków ochrony żywności, powoduje, że największym wyzwaniem dla producentów jest ochrona roślin przed agrofagami. Zaniechanie lub niewystarczająca ochrona uprawianych roślin może skutkować nie tylko słabej jakości produktem, ale również skażonym czynnikiem niekorzystnymi dla zdrowia człowieka (np. mycotoksyny lub inne związki wytwarzane przez zaatakowaną roślinę, lub rozwijające się na odchodach szkodników).

Cel badania:

Celem projektu była identyfikacja i ocena metod wspierających efektywne ograniczanie i zwalczanie populacji szkodników roślin sadowniczych takich jak: mszyce na jabłoni, czereśni lub wiśni, na porzeczce czarnej (Aphididae) oraz muszki plamoskrzydłej (*Drosophila suzukii*). Zaplanowano i zrealizowano następujące działania:

1. Identyfikacja substancji promujących aktywność grzybów entomopatogenicznych oraz ocena skuteczności ich działania w stosunku do mszyc;
2. Identyfikacja i ocena skuteczności innowacyjnej strategii zwalczania mszyc w testach polowych, z zastosowaniem makroorganizmów oraz substancji wspierających ich obecność w koloniach mszyc lub niekorzystnie wpływających na mobilność mszyc, a także ograniczanie obecności mrówek w koloniach mszyc.
3. Identyfikacja i wykorzystanie metody stosowania roślin pułapkowych dla *Drosophila suzukii* oraz identyfikacja optymalnego składu i ocena substancji lotnych zniechęcających samice muszki plamoskrzydłej do składania jaj w owocach.
4. Zwiększenie transferu wiedzy poprzez opracowanie przewodnika stosowania nowatorskich rozwiązań w ekologicznych uprawach sadowniczych, filmu instruktażowego – prawidłowy monitoring mszyc w sadach i plantacjach oraz spotkania warsztatowego dla producentów dotyczącego ochrony roślin.

1. Identyfikacja substancji promujących aktywność grzybów entomopatogenicznych

Od wielu lat trudnym problemem do rozwiązania dla producentów owoców ekologicznych szczególnie jabłek, czereśni i wiśni oraz porzeczki czarnej jest obecność w tych uprawach mszyc. Dla jabłoni jednym z najgroźniejszych gatunków mszyc jest mszyca jabłoniowo-babkowa (*Dysaphis plantaginea*) a dla czereśni mszyca czereśniowa (*Myzus cerasi*). Natomiast na porzeczce czarnej występuje kilka gatunków mszyc np. mszyca porzeczkowo-czyściecowa czy mszyca porzeczkowa. Żerowanie mszyc na liściach powoduje ich skręcanie, co automatycznie utrudnia fotosyntezę i wymianę gazową w roślinie, a w konsekwencji prowadzi do zahamowania wzrostu i wydawania mniejszej i gorszej jakości owoców. Poza tym, przy dużej ich obecności owoce mogą tracić swoją wartość handlową z powodu spadzi wytwarzanej w dużej ilości przez mszyce (szczególnie mszycę czereśniową).

Od dawna znana jest grupa grzybów, które wykazują właściwości entomopatogeniczne. Obecnie w ochronie roślin wykorzystuje się kilka szczepów tych grzybów (*Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Metarhizium anisopliae*), między innymi do zwalczania szkodników glebowych. Jednak stosunkowo mało znana jest ich skuteczność do ograniczania populacji szkodników nalistnych takich jak mszyce. Od niedawna dla biopreparatów opartych na grzybach entomopatogenicznych oprócz poszukiwania ich wielofunkcyjnego działania, ciągle poszukuje się metod lub substancji zwiększających ich efektywność, przeżywalność oraz mogących utrzymać ich wirulencję w stosunku do szkodników na wysokim poziomie.

W tym celu, w projekcie wykonano badania polegające na ocenie łączonego zastosowania różnych substancji dozwolonych w systemie ekologicznym z grzybami entomopatogenicznymi.

Przeprowadzono doświadczenia polegające na łączonym stosowaniu preparatu, którego aktywnym składnikiem biologicznym był grzyb entomopatogeniczny (*Beauveria bassiana* oraz *Metarhizium sp.*) natomiast pozostałymi były składniki pozytywnie wpływające na wirulencję tych grzybów (np. komercyjnie dostępne preparaty na bazie olejków oregano, cynamonowego i goździkowego, naturalne związki imitujące silikony krzemowe, aminokwasy, związki wielocukrowe lub wielofunkcyjne adiuwanty).

Badanie biokompatybilności substancji wykorzystywanych w rolnictwie ekologicznym i grzybów entomopatogenicznych – testy laboratoryjne

Badanie żywotności *Beauveria bassiana* oraz *Metarhizium sp.* w obecności preparatów komercyjnych

Materiały i metody

Badania przeprowadzono na szczepach grzybów entomopatogenicznych wyizolowanych przez pracowników Katedry Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii Uniwersytetu Łódzkiego (KMPiBUŁ). We wszystkich zadaniach badawczych wykorzystywano szczepy *Beauveria bassiana* oraz *Metarhizium sp.*

W badaniach zastosowano następujące preparaty komercyjne:

- Siltac (standardowe związki silikonowe) - działanie mechaniczne na owady,
- Treol (olej parafinowy) – działanie dyszące na owady,
- Emulpar (olej rydzowy pochodzący z lnicznika siewnego (*Camelina sativa*) – działanie mechaniczne na owady,
- Grandmaster - wielofunkcyjny adiuwant nowej generacji,

- Sigma - silikonowe związki krzemowe,
- Attracter - mieszanina sacharozy, dekstrozy i fruktozy w równych proporcjach,
- Protac - silikonowe związki krzemowe,
- Prevam – olejek pomarańczowy
- Crystal –bakterie z rodzaju Bacillus,
- Adjuwant (Microlife) - wielofunkcyjny adiuwant,
- Borlandia (związki aminokwasowe);
- azadyrachtyna - aktywny składnik oleju neem
- olejki eteryczne w formie nanocieczy: cynamonowy, goździkowy, oregano.

Oba gatunki grzybów hodowano na podłożu w specjalnych płytce titracyjnej, do których dodano różne związki, zgodnie z następującą metodą. Do każdego dołka płytki titracyjnej wprowadzano 100 µl podłoża płynnego wg. Lobos'a. Do ostatniej kolumny dodawano po 200 µl badanych substancji. Pierwsza kolumna dołków służyła jako kontrola abiotyczna (próba z samym podłożem hodowlanym, 200 µl). Kontrola biotyczna – zawierała podłoże hodowlane (100 µl) oraz 100 µl zawiesiny zarodników. Pozostałe dołki od 3 do 12 kolumny stanowiły próby badane. Następnie wykonano rozcieńczenia - od 12 do 2 dołka przenoszono po 100 µl zawiesiny. Na koniec, do dołków dodano 100 µl zawiesiny zarodników badanego szczepu, po czym dokładnie wymieszano zawartość. Płytki inkubowano przez 48 lub 72 godziny w temperaturze 28°C. Żywotność w obecności badanych preparatów, oceniano testem z diaoctanem fluoresceiny (FDA). Za 100% przyjęto średnie wartości dla prób kontrolnych (bez dodatku preparatów).

Wnioski z przeprowadzonego badania

Beauveria bassiana

1. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w badanym układzie najbezpieczniejsze zakresy stężeń do łącznego stosowania badanych preparatów z *B. bassiana* (bez istotnego spadku żywotności po 72 h) są następujące: Olejek cynamonowy: $\leq 0,1\%$; Olejek goździkowy: $\leq 0,2-0,4\%$; Olejek oregano: $\leq 0,2-0,4\%$; Emulpar: $\leq 0,2\%$; Siltac: $< 0,1\%$; Treol: $< 0,1\%$; Prevam: $< 0,1\%$
2. Analiza wpływu badanych preparatów na żywotność *Beauveria bassiana* wykazała wyraźne różnice w zakresie kompatybilności chemiczno-biologicznej:
3. Preparat Crystal zachowywał pełną neutralność wobec grzyba w szerokim zakresie stężeń roboczych i może być uznany za bezpieczny komponent formulacji.
4. Sigma oraz Grandmaster wykazywały częściową kompatybilność – w niskich dawkach nie hamowały istotnie wzrostu, a nawet przejściowo stymulowały żywotność, jednak przy wyższych stężeniach ($\geq 0,4\%$ dla Sigmy, $\geq 25\%$ dla Grandmaster) następował istotny spadek przeżywalności, co ogranicza możliwość ich bezpośredniego łączenia.
5. Protac, Adjuwant (Microlife) i Attracter wykazywały silne właściwości toksyczne już przy niskich dawkach, powodując gwałtowne obniżenie żywotności zarodników ($IC_{50} < 0,2\%$) i całkowitą utratę aktywności biologicznej jeszcze przed aplikacją.
6. W badanym układzie najbezpieczniejsze zakresy stężeń do łącznego stosowania badanych preparatów z *B. bassiana* (bez istotnego spadku żywotności po 72 h) są następujące: Crystal: $\leq 6,25\%$; Grandmaster: $\leq 12,5\%$ (zahamowanie dopiero przy 25%); Sigma: $\leq 0,2\%$; Attracter: brak bezpiecznego

zakresu (już 0,1% powoduje istotny spadek); Protac: brak bezpiecznego zakresu ($\leq 0,2\%$ istotny spadek); Adjuwant (Microlife): brak bezpiecznego zakresu (spadki od 0,2–0,4%; $\geq 0,8\%$ całkowite zahamowanie).

Metarhizium sp.

1. Uzyskane wyniki wskazują, że poszczególne preparaty charakteryzowały się odmiennym profilem oddziaływania na *Metarhizium* sp. Preparat Crystal zachowywał pełną neutralność w szerokim zakresie stężeń roboczych, a obserwowany spadek przeżywalności pojawiał się dopiero przy wyższych dawkach ($IC_{50} \approx 17,3\%$), co wskazuje na jego bezpieczeństwo jako komponentu formulacji. Sigma i Grandmaster wykazywały częściową kompatybilność – w niskich dawkach nie hamowały istotnie wzrostu, a nawet przejściowo stymulowały żywotność, jednak przy wyższych stężeniach ($\geq 0,4\%$ dla Sigmy, $IC_{50} \approx 0,72\%$; $\geq 0,8\%$ dla Grandmaster, $IC_{50} \approx 0,42\%$) następował gwałtowny spadek przeżywalności, co ogranicza możliwość ich bezpośredniego łączenia. Z kolei preparaty Protac ($IC_{50} \approx 0,27\%$), Adjuwant (Microlife) ($IC_{50} \approx 0,14\%$) oraz Attracter ($IC_{50} \approx 0,81\%$, brak wyraźnego efektu plateau) wykazywały silne właściwości toksyczne już przy niskich dawkach, powodując szybki spadek żywotności zarodników i niemal całkowitą utratę aktywności biologicznej, co wyklucza ich zastosowanie w połączeniu z *Metarhizium* sp.
2. Podsumowując, w badanym układzie najbezpieczniejsze zakresy stężeń do łącznego stosowania badanych preparatów z *Metarhizium* sp. (bez istotnego spadku żywotności po 72 h) są następujące:
Crystal: $\leq 3,1\%$ (spadek zaznacza się od 6,25%); Grandmaster: $\leq 0,4\%$; Sigma: $\leq 0,2\%$; Attracter: $\leq 0,8\%$; Protac: $\leq 0,1\%$; Adjuwant (Microlife): brak bezpiecznego zakresu (istotny spadek już przy 0,1%).

Ocena stabilności zarodników *M. anisopliae* i *B. bassiana*

Materialy i metody

Skosy hodowlane z grzybami *Metarhizium anisopliae* oraz *Beauveria bassiana* zmyto jałową wodą destylowaną. Uzyskane zawiesiny przesączono przez lejki wypełnione watą szklaną w celu usunięcia resztek podłoża i uzyskania zawiesiny zarodników. Następnie oznaczono liczbę zarodników w obu zawiesinach i doprowadzono ich stężenie do wartości 1×10^6 zarodników na mL. Następnie, po 1 mL zawiesiny każdego z grzybów dodano do probówek typu Eppendorf (po 12 probówek dla każdego szczepu). Następnie próbki odwirowano przy 13 000 obr./min przez 10 minut. Po zakończeniu wirowania supernatant (wodę) ostrożnie usunięto, pozostawiając osad zarodników. Do uzyskanych osadów dodano po jednej z następujących substancji: Borlandia, Attracter i Sigma. Dla każdego szczepu (*M. anisopliae* i *B. bassiana*) przygotowano po dwa powtórzenia dla każdego wariantu substancji. Po dodaniu substancji zawartość probówek zworteksowano w celu dokładnego wymieszania. Wszystkie próbki przechowywano w lodówce (4 °C).

W czasie „0” oraz po 4 tygodniach przechowywania z każdej próbki pobrano materiał do wysiewu na podłoże Sabouraud’a. Płytki inkubowano przez 7 dni w temperaturze pokojowej, po czym oceniono wzrost kolonii grzybów.

Wnioski z przeprowadzonego badania:

1. Wszystkie badane substancje w stężeniu 100% wykazywały silne działanie hamujące względem zarodników *M. anisopliae* i *B. bassiana*;
2. Jedynie substancje Borlandia i Attracter pozwoliły na częściowe zachowanie żywotności zarodników, jednak również w ich przypadku po 4 tygodniach obserwowano wyraźny spadek liczby kolonii;
3. Uzyskane wyniki wskazują, że tak wysokie stężenie badanych substancji nie jest odpowiednie do kontaktu z zarodnikami grzybów entomopatogenicznych, gdyż powoduje ich inaktywację lub znaczną redukcję żywotności;
4. W dalszych badaniach wskazane jest przetestowanie niższych stężeń substancji, które mogłyby ograniczyć efekt toksyczny przy jednoczesnym zachowaniu aktywności biologicznej preparatów.

Analiza skojarzonego stosowania preparatów ekologicznych i grzybów entomopatogenicznych w ograniczaniu szkodników

W ramach zaplanowanych prac badawczych przeprowadzono doświadczenia terenowo-laboratoryjne, których celem była ocena skuteczności skojarzonego stosowania preparatów ekologicznych oraz grzybów entomopatogenicznych w ograniczaniu populacji mszyc.

Material i metody

a) część laboratoryjna

W laboratorium KMPiB UŁ przygotowano zawiesiny zarodników grzybów entomopatogenicznych (*Beauveria* sp., *Metarhizium* sp.) o gęstości 1×10^6 do 1×10^7 zarodników/ml. Dodatkowo przygotowano także jałowe płytki Petriego z podłożem PDA wzbogaconym antybiotykami, zoptymalizowanym pod kątem wzrostu grzybów entomopatogenicznych; płytki te przekazano do INHORT, gdzie umieszczane były martwe mszyce lub wylinki mszyc wykazujące objawy porażenia grzybami. Otrzymane płytki z mszycami inkubowano i określano ilość osobników porażonych przez grzyby entomopatogeniczne (m.in. *Beauveria* spp., *Metarhizium* spp.), a równolegle rejestrowano występowanie innych grzybów porastających mszyce oraz liczebność wszystkich grzybów. Wyniki porażenia mszyc w poszczególnych wariantach (preparat \times grzyb \times roślina) przedstawiono w tabelach.

b) część polowa

Badania w części polowej prowadzono na różnych gatunkach mszyc i różnych uprawach między innymi: mszyca jabłoniowa i jabłoniowo-babkowa na jabłoni, mszyca czereśniowa na czereśni, mszyca agrestowa na porzeczce czarnej.

Na początku każdego polowego eksperymentu wybierano 1-2 pędy z koloniami mszyc, a następnie na miejscu wykonywano opryskiwania przygotowaną zawiesiną grzybów entomopatogenicznych (przygotowanymi w KMPiB UŁ) wraz z odpowiednim preparatem komercyjnym. Następnie po kilku dniach pędy ścinano i przewożono do laboratorium w celu określenia liczby żywych i martwych mszyc.

Przeprowadzono również próby półpolowe, w których pędy z koloniami mszyc ścinano bezpośrednio w polu przewożono je do laboratorium, zabezpieczano przed wędnięciem i wykonywano zabiegi opryskowe zawiesinami grzybów entomopatogenicznych (przygotowanymi w KMPiB UŁ) z odpowiednimi preparatami komercyjnymi. Po kilku dniach liczone żywe i martwe mszyce.

Martwe mszyce lub ich wylinki zarówno z doświadczeń polowych jak i półpolowych przenoszono na przygotowane szalki Petriego z podłożem PDA, po czym zestawy odsyłano do laboratorium KMPiB UŁ.

Zastosowano następujące preparaty (dawki): *Beauveria bassiana* (4 ml/1 l wody), *Metarhizium anisopliae* (2ml/1l wody), Adiuwant (Microlife) (2 ml/1 l wody), Protac (1 ml/ 1 l wody), Sigma (1 ml/1 l wody), Grandmaster (1 ml/1 l wody), Crystal (1,5 g/1 l wody).

Wykaz kombinacji (grzyb x preparat komercyjny):

1. Kontrola (bez zabiegów)
2. *Beauveria bassiana*
3. *Beauveria bassiana* + Adiuwant (Microlife)
4. *Beauveria bassiana* + Protac
5. *Beauveria bassiana* + Sigma
6. *Beauveria bassiana* + Grandmaster
7. *Metarhizium anisopliae*
8. *Metarhizium anisopliae* + Adiuwant (Microlife)
9. *Metarhizium anisopliae* + Protac
10. *Metarhizium anisopliae* + Sigma
11. *Metarhizium anisopliae* + Grandmaster

Wnioski z przeprowadzonych badań

1. W badaniach laboratoryjnych uzyskiwano wyższą skuteczność zastosowanych grzybów entomopatogenicznych z różnymi preparatami komercyjnymi niż w badaniach polowych. Oczywiście w warunkach polowych trudno jest ograniczyć wpływ niektórych czynników na zachowanie mszyc, na przykład preferencje zasiedlania roślin przez mszyce, czy też wpływ fauny pożytecznej na stabilny rozwój kolonii mszyc. W warunkach laboratoryjnych łatwiej jest wyeliminować te czynniki.
2. Niemniej jednak, przy niektórych kombinacjach zanotowano pozytywny trend w ograniczaniu populacji mszyc na jabłoni i porzecze czarnej. Chociaż wydaje się, że środowisko danej uprawy lub też gatunek mszycy może mieć wpływ na efektywne porażanie przez grzyby entomopatogeniczne.
3. Na podstawie analizy wyników stwierdzono, że *Beauveria bassiana* wykazuje wyraźnie wyższą skuteczność infekcyjną wobec mszyc oraz lepszą zdolność zasiedlania środowiska aplikacji niż *Metarhizium* spp., które w badanych warunkach infekowało sporadycznie lub nie wykazywało aktywności.
4. Najwyższą i najbardziej powtarzalną efektywność uzyskiwano dla układów z *B. bassiana* stosowaną pojedynczo oraz w kombinacjach z preparatami Protac i Sigma. Dodatek Adjuwanta (Microlife) dawał wyniki zmienne – dobre, gdy był stosowany na jabłoni, lecz słabe w układach silnie kolonizowanych przez saprotrofy. Połączenie *Beauveria bassiana* z preparatem Grandmaster ma najslabsze działanie (mniejsza liczba infekcji), a w jednym z doświadczeń efekty przypisywane początkowo *B. bassiana* okazały się wynikiem aktywności *Penicillium* sp., co potwierdza wrażliwość układu na konkurencję mikrobiologiczną.
5. We wszystkich środowiskach doświadczalnych istotnym czynnikiem modyfikującym wyniki była dominacja grzybów saprotroficznych (głównie *Mucor*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*,

Curvularia) oraz drożdży, które ograniczały czytelność i/lub skuteczność infekcji. Pomimo tej presji *B. bassiana* była izolowana częściej niż *Metarhizium* sp., co wskazuje na większy potencjał kolonizacyjny i zdolność do przetrwania tego grzyba w badanych warunkach.

6. Podsumowując, w badanych układach warunkach środowiskowych i na badanych roślinach rekomendowanym rozwiązaniem pierwszego wyboru jest zastosowanie *B. bassiana*, preferencyjnie jako samodzielnego preparatu lub w połączeniu z preparatami Protac/Sigma. Zastosowanie Adjuwanta (Microlife) należy rozważać selektywnie (korzystne zwłaszcza na jabłoni), natomiast Grandmaster – ostrożnie, z uwagi na niższą i mniej stabilną efektywność. *Metarhizium* spp. jak na razie nie jest rekomendowane w tych warunkach.
7. Ograniczenia interpretacji obejmują liczne przypadki nadmiernego rozwoju saprotrofów (szczególnie *Mucor*), które lokalnie uniemożliwiały pełną ocenę infekcji entomopatogennej. Dalsze prace powinny uwzględniać procedury ograniczania konkurencji saprotroficznej (np. dostosowanie nośników/adjuwantów, warunków wilgotności i czasu ekspozycji, ewentualnie selektywnych podłoży/markerów), aby umożliwić poprawny pomiar aktywności infekcyjnej oraz bardziej precyzyjne porównania między układami.

Identyfikacja i ocena skuteczności innowacyjnej strategii zwalczania mszyc z wykorzystaniem makroorganizmów

Jak już wspomniano wcześniej duży problem w uprawach ogrodniczych szczególnie uprawianych w systemie ekologicznym stanowią mszyce.

Do biologicznego zwalczania różnych gatunków szkodników w tym mszyc w uprawach pod osłonami stosowane są już powszechnie i z dobrym skutkiem środki oparte o makroorganizmy. Jednak w „otwartej” uprawie taką jaką jest sad czy plantacja roślin jagodowych nie są one wykorzystywane. W tym zadaniu podjęto próbę zidentyfikowania problemów i przyczyn marginalnego stosowania takich preparatów w „otwartych” uprawach. W tym celu przeprowadzono eksperymenty z zastosowaniem preparatów zawierających makroorganizmy na jabłoni, czereśni i porzeczce czarnej.

Poza tym, jak podaje literatura na przykład mszyce występujące na jabłoni (mszyca jabłoniowo-babkowa, mszyca jabłoniowa) wchodzi w specyficzną relację myrmekofilii z mrówkami, co utrudnia dostęp do kolonii mszyc drapieżnikom i pasożytom. Z drugiej strony całkowita eliminacja mrówek w postaci zabiegu zwalczającego te organizmy może skutecznie hamować lub zakłócać bioróżnorodność środowiskową sadu czy plantacji. Przeprowadzono badanie różnych substancji, które potencjalnie mogłyby zwabiać mrówki w wyznaczone miejsce, lub zniechęcające je do poszukiwania kolonii mszyc.

Doświadczenie na jabłoni

Metodyka doświadczenia

Doświadczenie przeprowadzono w 18-letnim sadzie jabłoniowym IO-PIB w Skierniewicach, w którym wystąpiła mszyca jabłoniowo-babkowa i mszyca jabłoniowa.

Do ograniczania populacji tych szkodników zastosowano 4 preparaty zawierające makroorganizmy:

1. *Propylea quatuordecimpunctata* (osobniki dorosłe) w przeliczeniu ok. 2 szt./drzewo (zastosowano na 630 m²)
2. *Chrysopa carnea* (larwy) – w przeliczeniu ok. 5 szt./drzewo (zastosowano na 945 m²)

3. *Aphidoletes aphidimyza* (poczwarki) – w przeliczeniu ok 11 szt./drzewo (zastosowano na 630m²) – wagowo tzn. zawartość opakowania została zważona i podzielona na tyle dawek, ile było punktów introdukcji
4. *Aphidius ervi* (mumie z pasożytem) – w przeliczeniu ok. 4 szt./drzewo (zastosowane na 315 m²) – wagowo tzn. zawartość opakowania została zważona i podzielona na tyle dawek, ile było punktów introdukcji

Dodatkowo stosowano: jako pokarm zastępczy – Nutrimite, który jest wysokoenergetycznym pokarmem uzupełniającym zawierającym specjalnie wyselekcjonowane rodzaje pyłków roślinnych przeznaczonym dla owadów pożytecznych. Umożliwia im zachowanie bardzo dobrej kondycji przy braku naturalnego pożywienia. Znacząco przyspiesza wzrost liczebności populacji utrzymując właściwości odżywcze na uprawie przez okres 2 tygodni. Jest mało atrakcyjny dla trzmieli.

Attracer, który jest mieszaniną sacharozy, dekstrozy i fruktozy w równych ilościach – jako pokarm zastępczy dla owadów oraz jako destabilizator zachowań mszyc.

Aplikacja

Aplikacji makroorganizmów dokonywano ręcznie rozkładając do specjalnie przeznaczonych bioboxów odpowiednią ilość makroorganizmów wraz z materiałem uzupełniającym w którym były przechowywane. Zabiegi przeprowadzono 3-krotnie: 1.05.2025 r., 15.05.2025 r., 30.05.25r. rozkładając je równomiernie na poletkach doświadczalnych. Dodatkowo zastosowano dwa zabiegi, w których użyto zastępczy pokarm dla owadów Nutrimite 14.05.2025 r. w formie rozłożenia dodatkowych karmników z małych papierowych kubków jednorazowych po 8 g zastępczego pokarmu na 1 kubek i 12 karników na 350 m² oraz 20.06.2025 r. w formie zabiegu opryskowego 300 g pokarmu/300 l wody. W dniu 20.06.2025 r. zastosowano preparat Attracer, który z jednej stron miał dostarczyć innego niż pyłek kwiatowy (Nutrimite) pokarmu makroorganizmom, ale także wpłynąć na mobilność mszyc.

Wykonane obserwacje

Przed zastosowaniem oraz po każdej aplikacji preparatów z makroorganizmami przeprowadzano obserwacje liczby żywych mszyc oraz liczby obecnych drapieźców i parazytoidów mszyc. Ze względu na bardzo duże populacje mszyc, w tym sezonie pobierano 4x25 rozet z koloniami mszyc z każdej kombinacji i liczone mszyce żywe i porażone oraz znajdujące się w nich owady pożyteczne. Dodatkowo zastosowano również metodę otrząsania na płachtę entomologiczną po 1 próbie z kombinacji (30 punktów w sadzie po dwa uderzenia w gałąź w każdym punkcie) – licząc również strząśnięte mszyce i owady pożyteczne.

Doświadczenie na czereśni

Metodyka doświadczenia

Doświadczenie przeprowadzono w 1-rocznym sadzie czereśniowym IO-PIB w Nowym Dworze, w którym wystąpiła bardzo wysoka populacja mszycy czereśniowej. Doświadczenie przeprowadzono w warunkach półzamkniętych tzn. na pędy, na których żerowała mszyca czereśniowa zakładano izolatory z szyfonu i wypuszczano do nich makroorganizmy.

Do ograniczania populacji tej mszycy zastosowano następujące makroorganizmy:

1. *Coccinella septempunctata* (imago)
2. *Aphidius ervi* (mumie z parazytoidem)
- 3./4. *Episyrphus balteatus* (larwy i imago)
- 5./6. *Micromus angulatus* (larwy i imago)
7. *Chrysopa carnea* (larwy)
8. *Aphidoletes aphidimyza* (poczwarki)

Aplikacja

Dla każdej kombinacji założono 2 izolatory, do których wpuszczano po 12 szt. makroorganizmu (larwa lub Imago), dla kombinacji 2 i 8 zastosowano miarę wagową tzn. podobnie jak na jabłoni zawartość opakowania została zważona i rozdzielona na tyle dawek, ile było punktów introdukcji.

Wykonane obserwacje

W dniach 10.06. 2025r i 17.06. 2025 r. pobrano po 3 rozety liściowe z mszycami z każdego izolatora, policzono żywe mszyce oraz makroorganizmy i określono ich stadium. Podobnie w ostatniej obserwacji 20.06.2025 r. z tym, że pobrano całe pozostałe pędy.

Doświadczenie na porzeczce czarnej

Metodyka doświadczenia

Doświadczenie przeprowadzono na plantacji porzeczki czarnej położonej w Woli Otaleckiej, gdzie wystąpiła głównie mszyca porzeczkowo-mleczowa. Obszar doświadczenia podzielono na dwie części jedna z zastosowaniem makroorganizmów, a druga stanowiła kontrolę. Dodatkowo część z makroorganizmami podzielono na kolejne 3 części wyznaczając obszar do introdukcji każdego z badanego makroorganizmu.

Zastosowano 3 preparaty zawierające makroorganizmy:

1. *Adalia bipunctata* (osobniki dorosłe) w przeliczeniu ok. 4 szt./m² (zastosowano na 264 m²)
2. *Micromus angulatus* (osobniki dorosłe) – w przeliczeniu ok. 11 szt./m² (zastosowano na 264 m²)
3. *Aphi-mix* (*Aphidius ervi*, *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae* i *Aphelinus abdominalis*) (mumie z pasożytem) – w przeliczeniu ok. 11 szt./m² (zastosowano na 792 m²) – aplikacja wagowo tzn. zawartość opakowania została zważona i podzielona na tyle, dawek, ile było punktów introdukcji

Aplikacja:

Aplikacji makroorganizmów dokonywano ręcznie rozkładając do specjalnie przeznaczonych bioboxów odpowiednia ilość makroorganizmów wraz z materiałem uzupełniającym w którym były przechowywane. Zabiegi przeprowadzono 2-krotnie: 9.05.2025 r. i 16.06.2025 r. rozkładając je równomiernie na poletkach doświadczalnych. Dodatkowo zastosowano dwa zabiegi stosując zastępczy pokarm dla owadów Nutrimite 9.05.2025 r. w formie rozłożenia w dodatkowych karmników (małe papierowe kubki jednorazowe) po 8 g zastępczego pokarmu na 1 kubek i 6 karmników na 264 m² oraz 4.07.2025 r. w formie zabiegu opryskowego

2 g pokarmu/ 1 l wody. Dodatkowo w dniu 4.07.2025 r. zastosowano preparat Attracter 2 l/ha jako wsparcie dla makroorganizmów i zakłócenie mobilności mszyc.

Wykonane obserwacje

Przed zastosowaniem oraz po każdej aplikacji preparatów z makroorganizmami przeprowadzano obserwacje licząc żywe i ewentualnie porażone mszyce oraz obecne drapieżce i parazytoidy. Dodatkowo zastosowano również metodę strząsania na płachtę entomologiczną po 1 próbie z kombinacji (30 punktów na plantacji po dwa uderzenia w pęd w każdym punkcie) – licząc również strząśnięte mszyce i owady pożyteczne.

Wnioski z przeprowadzonych badań:

1. Stosowanie makroorganizmów w uprawach polowych może być skutecznym elementem biologicznych metod ograniczania populacji mszyc. Jednak efekt działania tych organizmów nie będzie natychmiastowy, ponieważ na ich działanie wpływa wiele czynników, takich jak chociażby aklimatyzacja zaintrykowanych makroorganizmów w sadzie lub na plantacji, zwłaszcza, że dawki tych organizmów zastosowane w przeprowadzonych nie dawkami maksymalnymi. Introdukcja makroorganizmów do sadu jabłoniowego i na plantację porzeczek czarnej miała wesprzeć rodzimą faunę pożyteczną.
2. W przypadku przeprowadzonych doświadczeń kluczową oceną będą obserwacje wykonane wiosną/latem 2026 roku w celu stwierdzenia na ile zaintrykowane makroorganizmy zdołały się zaaklimatyzować i rozmnożyć.
3. Jak można było zaobserwować stabilizacja i współistnienie z autochtoniczną fauną pożyteczną w danym sadzie i plantacji jest podstawą dobrej skuteczności tej metody w budowaniu stabilnej populacji owadów pożytecznych, która może ograniczać występowanie mszyc.
4. Ciekawym, spostrzeżeniem jest również to, że owady pożyteczne wyhodowane z materiału bezpośrednio pobranego z sadu (jak miało to miejsce w doświadczeniu z mszycą czereśniową), wykazywały większą aktywność w środowisku niż te z preparatów komercyjnych.
5. Wydaje się również, że na ogólną aklimatyzację introdukowanych makroorganizmów może mieć też wpływ wielkość populacji mszyc, a także jej liczebność w koloniach. Istnieje teza, że makroorganizmy nawet te rodzime chętniej zasiedlają mniej liczne kolonie mszyc.

Ograniczanie obecności mrówek

Wydaje się, że jednym z czynników ograniczających skuteczność makroorganizmów może być obecność mrówek w koloniach mszyc. Być może zakłócenie relacji występującej między mrówką i mszycami może zwiększyć skuteczność biokontroli. Rzeczywiście jak podaje literatura wykluczenie mrówki ogrodowej, *Lasius niger* (L.), na jabłoniach poprzez użycie lepkich taśm na korze drzew lub przekierowanie ich aktywnego poszukiwania pokarmu na przykład poprzez przynęty cukrowe może zmniejszyć kolonie mszyc i/lub zwiększyć obecność naturalnych wrogów. Innym czynnikiem ograniczającym może być duża migracja szczególnie osobników dorosłych makroorganizmów w poszukiwaniu innych źródeł pokarmu. Być może dostarczenie pokarmu zastępczego w formie dodatkowego środka zwiększającego również zainteresowanie i obecność drapieżców i parazytoidów mszyc w ich koloniach może zapobiegać tej

migracji. W projekcie przeprowadzono identyfikację i ocenę skuteczności innowacyjnej metody polegającej na zastosowanie środka ograniczającego obecność mrówek w koloniach mszyc.

Material i metody

Doświadczenie przeprowadzono na 10-letnim sadzie jabłoniowym IO-PIB w Skierniewicach. Zastosowano dwa preparaty, które mogłyby potencjalnie wabić mrówki we wskazane miejsce: Borlanda – preparat zawierający związki aminokwasowe z dodatkiem sacharozy oraz Attracer – mieszanina sacharozy, dekstrozy i fruktozy w równych proporcjach. Doświadczenie wykonano w 3 powtórzeniach (powtórzenie = poletko = 4 drzewa).

W tym doświadczeniu również zastosowano zabiegi opryskowe preparatem mikrobiologicznym (zawierający konsorcjum *B. bassiana* + *M. Anisopliae*) w połączeniu z preparatami Siltac (stadardowe związki silikonowe), Grandmaster (wielofunkcyjny adiuwant), Sigma (krzemowe związki silikonowe), Attracer i Borlanda.

Wykaz zastosowanych kombinacji:

1. Kontrola
2. Attracer – opryskiwanie trawy
3. Attracer – opryskiwanie trawy + karmniki/pułapki dla mrówek
4. Borlanda – opryskiwanie trawy
5. Borlanda – opryskiwanie trawy + karmniki/pułapki dla mrówek
6. Preparat mikrobiologiczny
7. Preparat mikrobiologiczny + Siltac
8. Preparat mikrobiologiczny + Grandmaster
9. Preparat mikrobiologiczny + Attracer
10. Preparat mikrobiologiczny + Sigma
11. Preparat mikrobiologiczny + Borlanda

Aplikacja:

Aplikację preparatów wykonano opryskiwaczem motorowo-plecakowych Stihl, 3-krotnie: 13.05. 20.05.; 27.05.2025 r. Do zabiegów opryskowych trawy znajdującej się pod drzewami zastosowano Borlanda w dawce 9 ml + 1 g cukru spożywczego/100 ml oraz Attracer 9 ml/100 ml wody. Te same preparaty i w tych samych dawkach zastosowano w specjalnie przygotowanym dozowniku/karmniku rozstawionym pod każdym drzewem na wyznaczonych kombinacjach.

W drugiej części doświadczenia preparaty zastosowano w następujących dawkach: preparat mikrobiologiczny – 12 ml/poletko, Borlanda - 9 ml + 1 g cukru spożywczego/poletko, Grandmaster – 1 ml/poletko, Siltac – 3 ml/poletko, Attracer - 9 ml/poletko, Sigma – 2,5 ml/poletko.

Wykonane obserwacje

Przed zastosowaniem (13.05.) oraz 3 i 7 dni po każdej aplikacji preparatów z makroorganizmami tj. 16.05; 20.05; 23.05; 27.05; 30.05; 3.06 przeprowadzano obserwacje licząc liczbę kolonii mszyc na drzewach (6 wybranych drzew na kombinacji), liczbę mszyc w koloniach pobierając każdorazowo po 9 kolonii z kombinacji, a także notowano obecność mrówek i owadów pożytecznych.

Wnioski z przeprowadzonego badania:

1. W przeprowadzonym doświadczeniu zastosowane preparaty komercyjne nie wyeliminowały całkowicie mrówek z kolonii mszyc na drzewach jabłoni. Być może zastosowane dawki nie były wystarczające lub powinny być bardziej zmodyfikowane ich kompozycje, aby uzyskać zamierzony efekt.
2. Mimo tego zaobserwowano trend między wystąpieniem mrówek, a owadami pożytecznymi (szczególnie drapieżcami mszyc) – gdy populacja mrówek była wysoka populacja owadów pożytecznych była niska. Zatem potwierdza się przypuszczenie, że istnieje negatywna korelacja między tymi owadami.
3. Pozytywnym aspektem wykonanego doświadczenia jest to, że aplikacja ewentualnych substancji wabiących mrówki może być stosowana w formie zabiegu opryskowego na trawę znajdującą się pod drzewami.
4. Zastosowane preparaty komercyjne z preparatem mikrobiologicznym zawierającym grzyby entomopatogenicznie ograniczała populację mszyc występujących na jabłoni, chociaż nie wszystkie w takim samym stopniu. Najlepszy efekt uzyskano stosując sam preparat mikrobiologiczny i preparat mikrobiologiczny z Grandmaster, zatem nie do końca potwierdzono pozytywny wpływ pozostałych stosowanych preparatów na zwiększenie skuteczności preparatu mikrobiologicznego. Jednak trzeba zwrócić uwagę, że w warunkach polowych na skuteczność mają wpływ różne czynniki zewnętrzne.

2. Identyfikacja i wykorzystanie metody stosowania roślin pułapkowych dla *Drosophila suzukii* oraz identyfikacja optymalnego składu i ocena substancji lotnych zniechęcających samice muszki plamoskrzydłej do składania jaj w owocach

Muszka plamoskrzydła (*Drosophila suzukii*) jest szkodnikiem, który cały czas występuje w środowisku i może powodować straty ekonomiczne na roślinach jagodowych tak jak miało to miejsce również w minionym sezonie. Muszka plamoskrzydła jest głównym szkodnikiem owoców miękkich, zdolnym do składania jaj w dojrzewające jagody, co prowadzi do inwazji larw i utraty plonów.

Celem badań było określenie przydatności owoców morwy białej (*Morus alba*) jako potencjalnej rośliny pułapkowej w ograniczaniu nasilenia występowania muszki plamoskrzydłej, z uwzględnieniem oceny preferencji szkodnika wobec owoców morwy w porównaniu z owocami agrestu.

Ponadto przeprowadzono badania polegające na ocenie substancji pochodzenia naturalnego (olejki eteryczne) w różnym składzie i wykazujące działanie odstraszające w stosunku do osobników dorosłych muszki plamoskrzydłej.

Testowanie substancji odstraszających osobniki dorosłe muszki plamoskrzydłej

Celem niniejszego eksperymentu była ocena skuteczności olejków eterycznych z mięty (*Mentha* sp.) i czystka (*Cistus* sp.), a także ich roztworów wodnych (hydrolizat) w ograniczaniu składania jaj przez *D. suzukii* i późniejszego rozwoju larw/poczwerek na malinach.

Materialia i metody

Na początku eksperymentu przy pomocy aparatu Derynga przygotowano olejki eteryczne z ziela mięty (*Mentha* sp.) oraz czystka (*Cistus incanus*) ekstrahując po 250 g ziela przez 2 godziny. W doświadczeniach zastosowano również roztwór (hydrolizat), który wydzielił się w kolbie ekstrakcyjnej podczas hydrolizy i skraplania się ekstraktów olejkowych.

Każdy eksperyment przeprowadzono w pojedynczej klatce zawierającej 20 samic i 4 samce *Drosophila suzukii*, którym jako źródło pożywienia podawano pokarm Nekton® *Drosophila*. Dla każdego zabiegu przygotowano dwie szalki Petriego na każdą replikację: jedną z 30 malinami opryskanymi olejkiem eterycznym lub jego roztworem wodnym (poddane zabiegowi) i jedną z 30 malinami niepoddanymi zabiegowi (kontrola).

Testy z olejkami eterycznymi (Ct (czystek) i Mt (mięta)) polegały na zastosowaniu mieszanki olejku i wody w proporcji 1:1, natomiast testy z roztworem wodnym (RCt (roztwór czystka) i RMt (roztwór mięty)) polegały na zastosowaniu rozcieńczonych (50%) roztworów typu hydrolizatu. Jako kontrolę zastosowano owoce maliny (nieotraktowane). Każdy test miał dwie replikacje. Eksperyment rozpoczęto cztery dni przed liczeniem, aby samice mogły złożyć jaja.

W celu oceny pobierano 10 malin z każdej płytki, aby policzyć larwy i poczwarki. Oceny dokonano w następujących terminach: 28.08.2025; 11.09.2025; 15.09.2025; 29.09.2025. Każda data reprezentuje niezależny eksperyment przeprowadzony ze świeżymi muchami i owocami.

Wnioski z przeprowadzonych testów:

1. Jak wykazały badania preferencji owoce morwy mogą być potencjalnie owocami pułapkowymi dla *Drosophila suzuki*.
2. W testowanych warunkach stosowanie olejków eterycznych i rozcieńczonych hydrolizatów nie spowodowało znaczącego zmniejszenia liczby składanych jaj przez *D. suzuki* ani rozwoju larw na malinach. Niemniej jednak niektóre zabiegi, zwłaszcza te z użyciem mięty, wykazały niewielkie zmniejszenie poziomu porażenia, co może uzasadniać dalsze badania.
3. Zaobserwowaną zmienność można przypisać czynnikom środowiskowym, zachowaniu much lub nierównomiernemu rozkładowi związków olejku eterycznego na powierzchni owoców.
4. W przyszłych eksperymentach moglibyśmy uwzględnić: większe rozmiary próbek i dodatkowe powtórzenia; kontrolowaną wilgotność i temperaturę; standaryzowane stężenia olejków eterycznych.
5. Takie ulepszenia pomogłyby wyjaśnić, czy olejki eteryczne mogą odgrywać znaczącą rolę w zintegrowanych strategiach zwalczania szkodników *D. suzuki* w uprawach jagodowych.

3. Działania upowszechnieniowe

Zwiększenie wiedzy rolników ekologicznych i doradców na temat proponowanych nowatorskich strategii zwalczania szkodników jest bardzo ważnym elementem działań. Współpraca z producentami jest najlepszą i najbardziej efektywną metodą transferu wyników badań z nauki do praktyki. W ramach zadania zaplanowano i zrealizowano upowszechnienie wyników badań poprzez przygotowanie spotkania warsztatowego dla producentów owoców ekologicznych, filmu instruktażowego pt. „Prawidłowy monitoring wybranych gatunków mszyc w uprawach sadowniczych”, oraz przewodnika na temat identyfikacji i oceny metod wspierających efektywne ograniczanie populacji szkodników.

Spotkanie warsztatowe

Spotkanie odbyło się w dniu 21 października w Skierniewicach, w siedzibie Instytutu Ogrodnictwa - PIB, na którym zaprezentowano wyniki uzyskane w tym projekcie jak i innych realizowanych w Instytucie Ogrodnictwa - PIB, a dotyczących rolnictwa ekologicznego. Spotkanie cieszyło się dużym zainteresowaniem i wzięło w nim udział ok. 100 osób przede wszystkim doradcy z ośrodków doradczych, producenci, przetwórcy, studenci, inspektoratów WIJHARS, producenci środków biologicznych. Materiały ze spotkania warsztatowego znajdują się: <https://www.inhort.pl/konferencja-innowacje-w-ekologicznej-uprawie-roslin-2/>

Film instruktażowy

Przygotowano film instruktażowy na temat mszyc występujących na jabłoni, czereśni i porzeczce czarnej, w którym oprócz prawidłowego monitoringu tych szkodników zilustrowano inne metody wspierające zwalczanie mszyc na tych uprawach. Dostępny na: <https://www.inhort.pl/projekty-badawcze/projekty-finansowane-przez-mrirw/badania-podstawowe-na-rzecz-rolnictwa-ekologicznego-finansowane-przez-mrirw-w-roku-2025/> (Załącznik 2) lub <https://hortiochrona.inhort.pl/> zakładka materiały audiowizualne

Przewodnik

Opracowano przewodnik na temat: Identyfikacji i oceny metod wspierających efektywne ograniczanie populacji szkodników, w którym zamieszczono i opisano różne innowacyjne sposoby ograniczania populacji mszyc. Dostępny na <https://www.inhort.pl/projekty-badawcze/projekty-finansowane-przez-mrirw/badania-podstawowe-na-rzecz-rolnictwa-ekologicznego-finansowane-przez-mrirw-w-roku-2025/> (Załącznik 3)

4. Zalecenia dla producentów

Na podstawie przeprowadzonych jednorocznych badań, można sformułować następujące zalecenia dla praktyki:

1. Zwalczanie mszyc w sadach i plantacjach ekologicznych nie jest łatwym zadaniem ze względu na bardzo wysoką reprodukcję szkodników i bardzo zróżnicowany cykl biologiczny poszczególnych gatunków. **Tylko strategia łącząca różnorodne środki i praktyki może zapewnić wystarczającą kontrolę i ochronę upraw przed tymi szkodnikami.** Jednak w niektórych przypadkach takich jak bawełnica korówka, która w ostatnich latach powróciła, by zagrozić polskim sadom, nawet holistyczne podejście nie jest w stanie zapewnić pełnej ochrony.
2. Aby skutecznie ograniczać występowanie mszyc w uprawach sadowniczych **należy prowadzić prawidłowy monitoring ich występowania przez cały sezon** czyli od początku wegetacji roślin aż do jej skończenia. Metody i terminy oraz wielkość pobieranej próby muszą być dostosowane do gatunku mszycy oraz uprawianej rośliny. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w filmie instruktażowym.
3. Strategia zwalczania mszyc w sadach lub plantacjach ekologicznych powinna opierać się na różnorodnych metodach i środkach, które razem mogą zapewnić skuteczną kontrolę. **Strategia może się różnić w zależności od uprawy i głównych gatunków mszyc**, które mają być zwalczane, ponieważ cykl biologiczny poszczególnych gatunków mszyc wymusza lub umożliwia stosowanie zróżnicowanych metod w celu osiągnięcia wystarczająco skutecznej kontroli.
4. W celu wsparcia naturalnie występujących w naszych sadach i na plantacjach autochtonicznych drapieżców i parazytoidów można wprowadzać je w postaci **stosowania preparatów zawierających te makroorganizmy.** Przydatni **naturalni antagoniści** mszyc to przede wszystkim: **chrząszcze i larwy z rodziny biedronkowatych** (drapieżniki): biedronka siedmiokropka, biedronka dwukropka, wrzeciązka, itp.; **larwy sieciarek** (drapieżniki): złotook pospolity, wrzecionek mszycojad, itp.; **muchówki z rodziny pryszczarkowatych** (drapieżniki w stadium larwalnym): pryszczarek mszycojad; **muchówki z rodziny bzygowatych** (drapieżniki w stadium larwalnym): bzyg pospolity, bzyg prążkowany, itp.; **pasożytnicze blonkówki**: osiec mszycowy, mszycarz szklarniowy, *Aphelinus abdominalis*, *Praon volucre*, *Ephedrus cerasicola*, itp.
5. Inną możliwością sprzyjającą naturalnej kontroli populacji jest **ograniczenie ochrony kolonii mszyc przez mrówki** (szczególnie obserwowane na drzewach jabłoni). Mszyce występujące na jabłoni (mszyca jabłoniowo-babkowa, mszyca jabłoniowa) wchodzi w specyficzną relację myrmekofilii z mrówkami, co utrudnia dostęp do kolonii mszyc drapieżnikom i parazytoidom. Z drugiej strony całkowita eliminacja mrówek w postaci zabiegu zwalczającego te organizmy może skutecznie hamować lub zakłócać bioróżnorodność środowiskową sadu czy plantacji. Warto więc zwracać uwagę na występowanie mrówek w koloniach i ewentualnie zniechęcać je **poprzez różne substancje wabiące lub odstrasżające.**
6. Jeszcze inną możliwością jest **stosowanie preparatów mikrobiologicznych zawierających grzyby entomopatogeniczne** z innymi środkami, które mogą wspierać wirulencje grzybów lub zakłócać mobilność mszyc. Jednak aby skompletować listę takich środków potrzebne są dalsze badania w celu potwierdzenia wyników uzyskanych w tym sezonie oraz ewentualnie poszukiwać innych spełniających te kryteria.
7. Pozostałe zalecenia dla producentów zamieszczono w przewodniku na

<https://www.inhort.pl/projekty-badawcze/projekty-finansowane-przez-mrirw/badania-podstawowe-na-rzecz-rolnictwa-ekologicznego-finansowane-przez-mrirw-w-roku-2025/>
(Załącznik 3).

Pełny tekst sprawozdania: <https://www.inhort.pl/wp-content/uploads/2025/11/Tartanus-Sprawozdanie-2025.pdf>

Opracowanie: dr hab. Małgorzata Tartanus, prof. IO



**Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Skierniewicach**

Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w celu usprawnienia ekologicznej produkcji sadowniczego materiału rozmnożeniowego w systemie rolnictwa ekologicznego, polegające na określeniu dobrych praktyk, standardów postępowania oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi w zakresie prowadzenia produkcji materiału rozmnożeniowego upraw sadowniczych w systemie rolnictwa ekologicznego

Badania nad możliwością towarowej produkcji sadzonek maliny w mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi – drugi rok prowadzenia plantacji matecznej

Kierownik projektu:

dr Paweł Bielicki

Wykonawcy:

dr Paweł Bielicki, dr Paweł Trzciniński, dr Monika Michalecka, dr Wojciech Piotrowski, dr Anna Poniatowska, mgr Dorota Chałat, mgr Marcin Pąsko, mgr inż. Krzysztof Weszczak, inż. Jakub Zbądzki, Izabella Bełc, Anna Dziąg, Halin Frątczak, Maria Rosińska, Maryla Malinowska, Krzysztof Malinowski, Izabela Popek, Andrzej Walas, Piotr Zasowski

Celem badań prowadzonych w 2024 r. była ocena towarowej produkcji sadzonek na plantacji matecznej maliny prowadzonej metodami ekologicznymi. Szczegółowe badania dotyczyły porównania produkcji sadzonek korzeniowych 6 odmian maliny ('Laszka', 'Poemat', 'Polesie', 'Polana', 'Poranek' i 'Sokolica') uzyskanych z plantacji matecznej prowadzonej konwencjonalnie i uzyskanych z plantacji prowadzonej zgodnie z zasadami produkcji ekologicznej w drugim roku prowadzenia plantacji.

Maliny, po truskawkach i porzeczkach są trzecim pod względem powierzchni i wielkości zbiorów gatunkiem owoców jagodowych uprawianych w kraju. Polska jest największym producentem malin w Unii Europejskiej oraz piątym – po Federacji Rosyjskiej, Meksyku, Serbii i Stanach Zjednoczonych – producentem malin na świecie. Udział Polski w światowej produkcji malin wynosi około 13%, a w produkcji unijnej przekracza 50%.

Duża popularność uprawy malin w kraju jest wynikiem ich właściwości zdrowotnych, walorów smakowych oraz popytu ze strony przemysłu przetwórczego. Maliny spożywane są w postaci świeżej oraz przetworzonej jako mrożonki, konfitury, dżemy, kompoty oraz soki.

W ostatnich latach areał uprawy malin w Polsce jest względnie stabilny i wynosi 27–29 tys. ha, a zbiory w zależności od warunków pogodowych osiągają od 105 tys. ton do 129 tys. ton. Uprawa malin prowadzona jest przede wszystkim w województwie lubelskim, na obszarze, którego zlokalizowane jest około 70% krajowych plantacji.

Znaczna część krajowych zbiorów malin jest przeznaczona na eksport w postaci malin mrożonych, co stanowiło 42% wolumenu produkcji krajowej. Odbiorcami zagranicznymi malin mrożonych były głównie Niemcy, Belgia, Wielka Brytania i Francja. Eksport malin świeżych był znacznie mniejszy i wyniósł 11 tys. ton.

Obecnie świeże maliny są obecne na polskim rynku od czerwca do jesiennych przymrozków. Dzieje się to za sprawą wyhodowania i wdrożenia do szerokiej uprawy odmian owocujących na pędach jednorocznych (tegorocznych). Te genotypy nazywane są malinami jesiennymi. Dziś te tradycyjne odmiany uprawia się w mniejszym zakresie. Znacznie częściej występują w uprawie odmiany jesienne, zawiązujące owoce na pędach tegorocznych lub powtarzające, tj. owocujące i na dwuletnich, i na tegorocznych pędach. To tym właśnie odmianom zawdzięczamy wydłużenie podaży malin na rynku.

W Polsce towarowa produkcja malin metodami ekologicznymi nie jest jeszcze bardzo rozwinięta. Założenia produkcji ekologicznej nakładają na producenta określone wymagania. Przede wszystkim duży reżim odnośnie stosowania zasad produkcji ekologicznej na każdym jej etapie. Przestrzegając tych zasad z czasem osiąga się równowagę biologiczną i łatwiej uzyskuje plony o jakości akceptowanej przez rynek. Wielkość plonów i jakość owoców są podstawowymi kryteriami wszelkiej produkcji. Najlepszym rozwiązaniem dla uzyskania w przyszłości tej równowagi biologicznej na plantacjach owocujących maliny prowadzonych metodami ekologicznymi staje się zakładanie plantacji owocujących z sadzonek wyprodukowanych w matecznikach prowadzonych metodami ekologicznymi. Mateczniki te, będące pod stałym nadzorem jednostek PIORiN i jednostek certyfikujących w rolnictwie ekologicznym powinny być głównym dostawcą materiału nasadzeniowego przeznaczonego do zakładania plantacji towarowych malin „bio”.

Szczegółowy opis badań w 2024 roku

Badania zostały podzielone na dwa podzadania:

1. Porównanie wydajności oraz jakości sadzonek maliny uzyskanych z matecznika prowadzonego metodami ekologicznymi i matecznika konwencjonalnego – drugi rok badań.
2. Badania mikrobiocenozy gleby w mateczniku maliny prowadzonym metodami ekologicznymi i mateczniku konwencjonalnym – drugi rok badań.

Podzadanie 1. Porównanie wydajności oraz jakości sadzonek maliny uzyskanych z matecznika prowadzonego metodami ekologicznymi i matecznika konwencjonalnego – drugi rok badań.

Metodyka badań

Do założenia obu plantacji matecznych zostało wytypowanych 6 odmian maliny, polecanych do zakładania towarowych plantacji produkcyjnych, zarówno tych prowadzonych zgodnie z zasadami IPO oraz tych prowadzonych z zasadami rolnictwa ekologicznego. Są to odmiany polskie, wyhodowane w SZD Brzezna Sp. z o.o. Cztery z nich to odmiany jesienne ‘Polesie’, ‘Polana’, ‘Poemat’ oraz ‘Poranek’. Dwie pozostałe odmiany to również polskie odmiany letnie ‘Laszka’ i ‘Sokolica’, należące do odmian tradycyjnych, tj. zawiązujących owoce głównie na pędach dwuletnich. Wymienione odmiany polecane są do upraw ekologicznych.

Charakterystyka odmian maliny wytypowanych do badań szkółkarskich.

Odmiany jesienne

‘Polesie’ - ta letnio-jesienna odmiana wpisana do Krajowego Rejestru (KR) odmian w 2006r. Dotychczas wśród producentów jest mniej znana niż ‘Polana’ i ‘Polka’, choć jest również bardzo wartościowa, szczególnie w warunkach uprawy ekologicznej. Krzewy rosną średnio silnie, tworzą umiarkowaną liczbę pędów, które są stosunkowo wyrównane. Wykazują małą podatność na choroby grzybowe, zarówno na zamieranie pędów jak i gnicie owoców. Owoce odmiany ‘Polesie’ są duże, sercowatego kształtu, ciemnoczerwone z niewielkim omszeniem. Są one wspaniałe jako deserowe, ale są też przydatne do mrożenia i do przetwarzania. Okres ich dojrzewania trwa zwykle od III dekady lipca do początku października. Owoce zaczynały dojrzewać znacznie wcześniej niż owoce ‘Polany’ i także wcześniej niż ‘Polki’.

‘Polana’ – wpisana do KR w 1991 r. Siła wzrostu ‘Polany’ jest średnia – jej dość sztywne, proste pędy osiągają zazwyczaj długość 1,5 m. Owoce są szeroko stożkowate, dość jędrne, osiągają średnią wielkość. Mają jasnoczerwony kolor i cechują się wysokimi walorami smakowymi, choć maliny zbierane późną jesienią są mniej słodkie. Należy do grupy odmian powtarzających owocowanie. Późnym latem, od połowy sierpnia, na górnych częściach pędów pojawiają się zawiązki owoców na zbiór jesienny. Kończy się on dopiero w listopadzie, po pierwszych przymrozkach.

‘Poemat’ - odmiana wpisana do KR w 2012 r. Rośliny charakteryzują się silnym wzrostem i sztywnymi pędami z nielicznymi kolcami. Ze względu na silny wzrost i obfite plonowanie krzewy wymagają podpór. Ich dojrzewanie zaczyna się w drugiej połowie sierpnia i trwa do pierwszych jesiennych przymrozków. Owoce są duże, o stożkowym kształcie i jasnoczerwonej barwie, z połyskiem. Krzewy kwitną i owocują obficie, bardziej obficie niż rośliny odmiany Polka.

‘Poranek’ - jedna z najnowszych odmian wyhodowanych w Brzeźnej. Do KR wpisana niedawno, w 2020 r. Krzewy charakteryzują się dość silnym wzrostem i dobrym stanem zdrowotnym. Dorastają do wysokości 1,20m i nie potrzebują podpór. Wytwarzają po kilkanaście średnio wyrównanych, sztywnych pędów z nielicznymi, mało agresywnymi kolcami. Krzewy bardzo dobrze plonują. Początek dojrzewania owoców przypada w pierwszej dekadzie sierpnia. Owoce mają stożkowaty kształt, są duże, jasnoczerwone, jędrne, zwarte, łatwo odchodzą od dna kwiatowego i nie kruszą się podczas zbioru. Odmiana jeszcze mało poznana przez producentów, ale perspektywiczna, zwłaszcza na plantacjach ekologicznych.

Odmiany letnie

‘Laszka’ - odmiana tradycyjna, owocująca na dwuletnich pędach wyhodowana w SZD w Brzeźnej. Do Krajowego Rejestru odmian wpisana w 2006 r. Krzewy rosną silnie. Pędy są sztywne, pokryte licznymi, ale mało agresywnymi kolcami. Owoce są duże, a nawet bardzo duże, jasnoczerwone, wydłużone. Dojrzewają wcześniej. Początek ich dojrzewania przypada na koniec czerwca, początek lipca.

‘Sokolica’ - odmiana tradycyjna, zawiązująca owoce na dwuletnich pędach. Do Krajowego Rejestru odmian wpisana w 2010 r. Wzrost roślin jest silny, pędy sztywne, pokryte nielicznymi kolcami. Sokolica, podobnie jak Laszka, jest odmiana wczesnej pory dojrzewania. Jej owoce są duże, stożkowatego kształtu, mocno wydłużone, jasnoczerwone, z połyskiem. Dojrzewać zaczynają w końcu czerwca. W warunkach uprawy ekologicznej zaletą tej odmiany jest dobry stan zdrowotny krzewów i ich wysoka mrozoodporność.

Badania rozpoczęto wiosną 2023 r. na dwóch doświadczalnych plantacjach matecznych maliny. Pierwsze doświadczenie założono na terenie Ekologicznego Sadu Doświadczalnego Instytutu Ogrodnictwa w Nowym Dworze Parceli, w powiecie skierniewickim. Jest to obiekt doświadczalny z zakresu badań sadowniczych metodami ekologicznymi. Sad w Nowym Dworze Parceli jest corocznie kontrolowany przez AGRO BIO TEST Sp. z o.o. z Warszawy – jednostkę certyfikującą w rolnictwie ekologicznym PL-EKO-07.

W Nowym Dworze Parceli i w Prusach mateczniki doświadczalne założono według jednakowego schematu. Rośliny mateczne zostały posadzone w systemie pasowo-rzędowym, w rozstawie 4 x (0,5 +0,5) x 0,5m. Pasy stanowiły dwa rzędy, odległe od siebie 0,5m. W rzędach rośliny mateczne posadzono naprzemianlegle w odległości od siebie co 0,5 m. Odległość między pasami wyniosła 4,0m. Długość rzędów w NDP wynosiła 75 metrów, co umożliwiło posadzenie w jednym rzędzie 150 szt. roślin matecznych, a w pasie było to łącznie 300 roślin. Powierzchnia plantacji matecznej założonej w obiekcie ekologicznym wynosi ok. 0,2ha.

Matecznik na terenie Ośrodka Elitarnego Materiału Szkółkarskiego Instytutu Ogrodnictwa w Prusach, został założony na nieco większej powierzchni. Wynikało to z długości kwatery, na której posadzono rośliny. W wyniku tego, w Prusach długość rzędów matecznika wyniosła 100m, co w przeliczeniu na liczbę sadzonek w pasie dwurzędowym dało 400 szt. (2 x 100 m x 0,5 szt./m). Powierzchnia tej plantacji matecznej wynosi ok. 0,25 ha.

Pielęgnacja matecznika w drugim roku

Pielęgnacja mateczników w drugim roku rozpoczęła się wczesną wiosną od usunięcia resztek pędów maliny i chwastów, wyrównania pola i zastosowania herbicydu w międzyrzędziach. Ten zabieg, z oczywistych względów wykonano jedynie w mateczniku konwencjonalnym na terenie OEMS w Prusach. Przez cały sezon istotne było utrzymywanie gleby wolnej od chwastów. W trakcie sezonu wegetacyjnego chwasty w międzyrzędziach niszczone mechanicznie za pomocą agregatu uprawowego lub glebogryzarki sadowniczej. W obu matecznikach, w pasach roślin matecznych, stosowano odchwaszczanie ręczne.

Nawożenie.

Nawożenie matecznika konwencjonalnego rozpoczęto wczesną wiosną. Zastosowano do tego celu bezchlorkowy nawóz wieloskładnikowy (NPK) z mikroskładnikami, zawierający w przeliczeniu na 1 ha około 50 kg azotu (N), 50 kg fosforu (P_2O_5) i 80 kg potasu (K_2O). Od połowy maja do końca czerwca w mateczniku w Prusach wysiano dwukrotnie nawozy azotowe, w dawce po 50 kg N/ha. W obu zabiegach zastosowano saletrę amonową. W mateczniku prowadzonym metodami ekologicznym, wiosną wysiano obornik granulowany, BIO – OBORNIK NPK 4-3-3 + 9 CaO + 1 MgO, w dawce około 2 t/ha. Jest to nawóz dopuszczony do stosowania w uprawach ekologicznych, posiadający certyfikat z IUNG w Puławach. Nawożenie tym obornikiem powtórzono w maju. Ponadto w mateczniku zastosowano nawożenie preparatem EmFarma, w dawce 20 l/ha. Zaliczany jest on do grupy nawozowych produktów mikrobiologicznych.

Ochrona roślin przed chorobami i szkodnikami

W 2024 roku przeprowadzono lustracje dwóch mateczników malin na obecność szkodników i uszkodzeń przez nie powodowanych zlokalizowanych w Nowym Dworze i Prusach. W obu lokalizacjach uprawiane są następujące odmiany malin: 'Polesie', 'Poemat', 'Polana', 'Poranek', 'Laszka' i 'Sokolica'. Na pierwszej i drugiej plantacji ocen entomologicznych dokonano dwukrotnie tj. 19 czerwca i 2 sierpnia.

W mateczniku ekologicznym, w Nowym Dworze, w obu terminach lustracji zaobserwowano na liściach krzewów chrząszcze kwiecniaka malinowca (*Anthonomus (Anthonomus) rubi*), mszyce malinową (*Aphis (Aphis) idaei*) i pluskwiki zmienika lucernowca (*Lygus rugulipennis*). Ponadto, na wierzchołkach pędów znaleziono objawy żerowania gąsienic zwójkówek, a u podnóża pędów uszkodzenia spowodowane przez larwy przyszczarka namalinka łodygowego (*Resseliella theobaldi*). Poziom zasiedlenia roślin przez szkodniki był wyższy jak w roku poprzednim i wyniósł około 3%, mimo to nie było konieczności wykonywania opryskiwań zwalczających szkodniki. W mateczniku konwencjonalnym, w Prusach na pędach roślin stwierdzono występowanie uszkodzeń spowodowanych przez larwy przyszczarka namalinka łodygowego oraz mszyce malinowej, zaś na liściach objawy żerowania i liczną populację przędziorka chmielowca (*Tetranychus urticae*). Przędziorki zostały ograniczone kilkukrotnymi zabiegami środkami owadobójczymi, dzięki czemu ich populacja obniżyła się do niskiego poziomu. Podczas wykonywania lustracji w jednym i drugim mateczniku nie zaobserwowano różnic w zasiedleniu roślin przez szkodniki w zależności od odmiany.



W drugiej połowie czerwca przeprowadzono lustrację obu plantacji matecznych maliny pod kątem występowania chorób na pędach maliny. Szczegółnej obserwacji poddawano podstawę pędów oraz rośliny wykazujące objawy zamierania, pojedynczych pędów oraz całych krzewów. W przypadku zaobserwowanych zmian chorobowych na pędach, pobierano materiał do badań laboratoryjnych. Pobrano także próbę gleby do badania na obecność lęgniowców z rodzaju *Phytophthora* – sprawców zgnilizny korzeni maliny, która często skutkuje zamieraniem pojedynczych pędów, a nawet całych roślin.

- W przypadku widocznych nekroz na pędach, od jasnobrązowych (Fot. 3) do ciemnobrunatnych lub czarnych, zlokalizowanych w różnych partiach pędów, także wokół pąków, pobierano fragmenty pędów do badań laboratoryjnych. W warunkach wysokiej wilgotności powietrza, jaka zwykle utrzymywana jest w dolnych partiach krzewów, w obrębie spękanych, brunatnych nekroz obserwowano wycieki zarodników o lekko pomarańczowym zabarwieniu (typowe dla grzybów z rodzaju *Fusarium*), zaś w przekroju poprzecznym lub po usunięciu epidermy widoczne były brązowe smugi porażonych wiązek przewodzących – typowe objawy fuzariozy naczyń maliny (Fot 4 i 5). W kilku przypadkach, po usunięciu skórki pędu, widoczne były smugi zbrązowiałych wiązek przewodzących. W każdym przypadku, z pogranicza zdrowej i chorobowo zmienionej tkanki przeprowadzono izolację czynników sprawczych na pożywki do wzrostu mikroorganizmów patogennych dla roślin. W badanym materiale stwierdzono:
 - - plantacja mateczna w OEMS Prusy - obecność grzybów z rodzajów: *Paraconiothyrium* sp. (grzyby te powodują zamieranie podstawy pędów maliny), *Fusarium* spp. (choroba – fuzarioza naczyń maliny), *Alternaria* (grzyby te są słabymi patogenami maliny, jednak w sprzyjających warunkach pogodowych, na osłabionej roślinie lub uszkodzonym pędzie mogą powodować nekrozy, prowadzące niekiedy do zamierania pojedynczych pędów). W badanej glebie nie stwierdzono obecności lęgniowców *Phytophthora* spp.
 - - plantacja mateczna w ESD Nowy Dwór Parcela- obecność grzybów z rodzajów: *Verticillium* spp. (sprawcy wertycyliozy maliny; *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. oraz grzyba *Botrytis cinerea* (grzyb ten jest także sprawcą szarej pleśni owoców maliny). W badanej glebie nie stwierdzono obecności lęgniowców *Phytophthora* spp.

Jesienią zdrowotność roślin na obu plantacjach była bez zastrzeżeń. Nie zaobserwowano nekroz na pędach ani zamierania/zasychania pojedynczych pędów. Na nielicznych owocach (odmian jesiennych) widoczne były objawy szarej pleśni maliny.



W mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi ochrona młodych pędów maliny przed chorobami i szkodnikami była mocno ograniczona, z powodu małej ilości środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania na sadowniczych plantacjach ekologicznych. W 2024 roku do zwalczania i ograniczania chorób grzybowych zastosowano trzykrotny zabieg preparatem miedziowym Miedzian 350 SC w dawce 3 kg/ha. Do zwalczania szkodników, przede wszystkim mszyc, wykorzystano dwukrotnie preparat NeemAzal-T/S w dawce 1,5 kg/ha i jednokrotne opryski preparatami Lepinox Plus, w dawce 1kg /ha oraz Madex Max, w dawce 100 ml/ha.

Nawadnianie

W trakcie sezonu wegetacyjnego 2024 r., w okresach braku opadów, konieczne było nawadnianie plantacji matecznych. Obie plantacje mateczne były nawadniane. Przebieg warunków pogodowych panujących w roku sprawozdawczym był sprzyjający rozwojowi roślin, pod warunkiem dostarczenia roślinom wody. W okresie od marca do października sumy opadów w Nowym Dworze Parceli, jak i w Prusach były wyraźnie mniejsze od średnich wieloletnich, w każdym miesiącu. Praktycznie przez cały okres zaopatrzenie roślin w wodę było niedostateczne.

W mateczniku ekologicznym w Ekologicznym Sadzie Doświadczalnym na początku maja zamontowano zakupione w ubiegłym roku, linie kroplujące. W każdym pasie rozłożono po jednej linii, z emiterami zamontowanymi co 0,5m. Matecznik ten był systematycznie nawadniany, przy zachowaniu orientacyjnej jednorazowej dawki wody 20-30mm.

Wykopywanie i sortowanie sadzonek

W 2024 r. odbieranie sadzonek z plantacji matecznych rozpoczęto w III dekadzie października, po zakończeniu wegetacji przez wszystkie odmiany. Dotyczyło to zwłaszcza odmian owocujących na tegorocznych pędach, u których zbyt wczesny termin odbioru sadzonek mógłby spowodować, że byłyby niepełnowartościowe, ponieważ nie zgromadziły wystarczającej ilości materiałów zapasowych w korzeniach. W ubiegłym roku termin odbioru sadzonek był opóźniony przez duże opady deszczu w październiku. W tym roku sytuacja była nieco inna. Długotrwały brak opadów zmusił do nawadniania plantacji matecznej w Prusach. Dopiero po „przejściu deszczowni” przystąpiono do odbierania sadzonek, było to 21 października.

W 2024 r. sadzonki wykopywano mechanicznie, za pomocą wyorywacza szkółkarskiego. Najsłabszych odrostów nie odbierano, pozostawiając je w ziemi.

Przed wykopywaniem sadzonek wszystkie odrosty zostały skrócone mechanicznie na wysokość około 30-40 cm za kosiarki bijakowej zamontowanej na ciągniku sadowniczym.



Wykopane sadzonki zostały zebrane i złożone do plastikowych skrzyniopalet typu „big box”. Każda odmiana była zebrana do oddzielnych skrzyniopalet. Taki sposób postępowania uniemożliwił zamieszanie odmian w trakcie ich składowania i transportu, a w późniejszym czasie – ich sortowaniu. Skrzyniopalety zostały załadowane na przyczepy i zwiezione do chłodni szkółkarskiej w OEMS, gdzie przystąpiono do sortowania sadzonek na wybory. Posortowane sadzonki były wiązane w pęczki (wiązki) po 25 sztuk, zaetykietowane i złożone do skrzyniopalet. Skrzynie z sadzonkami zostały umieszczone w komorze chłodniczej, o dużej wilgotności, co zabezpieczy rośliny przed wysychaniem!

Zgodnie z obowiązującymi przepisami sadzonki maliny można sortować według obowiązujących wymagań ujętych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2017 r w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału szkółkarskiego (Dz. U. 757). Ustawodawca umożliwia szkółkarzom możliwość, w sposób zgodny z w/w wymaganiami, ustalać własne klasy jakości dla materiału szkółkarskiego wprowadzanego do obrotu. W 2024 roku sadzonki sortowano w oparciu o opracowany w roku ubiegłym podział na 3 wybory jakościowe sadzonek.

Na początku maja z obu mateczników zostały pobrane próbki gleby, z warstwy 0 – 20 cm. Analizy wykazały, że wartości pH gleby w mateczniku ekologicznym były na granicy wartości minimalnej. Natomiast w mateczniku konwencjonalnym wartości pH w próbkach gleby pobranych w rzędach odmian były wyraźnie poniżej wartości minimalnej. Zastosowane jesienią ubiegłego roku wapnowanie gleby w tym mateczniku okazało się niewystarczające. Jesienią tego roku konieczne będzie powtórzenie wapnowania gleby.

Wyniki analizy próbek gleby pod kątem zawartości składników P, K i Mg wykazały, że na plantacji ekologicznej w Nowy Dworze Parceli zawartość tych składników była na wysokim poziomie. W przypadku potasu (K), zawartość tego składnika znacznie przewyższała wartości optymalne. Wyniki dla próbek z matecznika konwencjonalnego w OEMS Prusy były zbliżone do wartości optymalnych (K i Mg), z wyjątkiem zawartości fosforu (P), którego zawartość w glebie była na granicy wartości minimalnej. Dla próbek pobranych z trzech odmian zawartość fosforu była poniżej granicy minimalnej. Wyniki uzyskane dla próbek gleby pobranych we wrześniu wykazały, że zawartość składników była na dobrym poziomie. Zastosowanie w mateczniku konwencjonalnym nawozów mineralnych, wieloskładnikowych, minimalnie wpłynęło na podniesienie zawartości fosforu.

Wyniki 2024

Wyniki szczegółowych pomiarów odebranych z obu mateczników doświadczalnych sadzonek tradycyjnej (letniej) odmiany ‘Laszka’ wykazały, że podobnie jak w ubiegłym roku, w mateczniku prowadzonym metodami ekologicznymi (ESD Nowy Dwór Parcela) uzyskano większą wydajność sadzonek w przeliczeniu na 1 metr bieżący matecznika w porównaniu do matecznika konwencjonalnego. Dla tej odmiany, wydajność ogólna, jak i handlowa sadzonek ekologicznych, były o około 25% większe niż w mateczniku prowadzonym metodami konwencjonalnymi. Podobnie jak w 2023 r. mogło to wynikać z zamontowanych linii kroplujących w rzędach roślin matecznych. Rośliny przez cały sezon były lepiej nawadniane, co przy wysokich temperaturach w miesiącach letnich sprzyjało lepszemu wzrostowi roślin matecznych, w wyniku czego uzyskano większą liczbę sadzonek.

Na podstawie pomiarów grubości i stopnia ukorzenia wykazano, że rośliny pozyskane z matecznika konwencjonalnego były lepiej wyrosnięte i lepiej ukorzone w porównaniu do sadzonek z plantacji prowadzonej metodami ekologicznymi (Tab. 1).

Tabela 1. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Laszka’ w zależności od sytemu uprawy.

Lokalizacja	Średnia grubość [mm]	Śr. liczba korzeni [szt.]	Sadzonki nie-ukorzone [%]	Wydajność* ogólna szt./m.b.	Wydajność* handlowa szt./m.b.	Materiał handlowy [%]	Udział w klasach wyboru [%]		
							2 - 3,9	4 - 6,9	≥7
ESD	6,13	3,61	1,75	114,00	106,00	92,98	21,70	37,74	40,57
OEMS	7,60	4,55	3,41	88,00	85,00	96,59	2,35	30,59	67,06
Średnia	6,86	4,08	2,58	101,00	95,50	94,79	12,03	34,16	53,81

* - wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

Podobne wyniki uzyskano sortując szczegółowo sadzonki drugiej, tradycyjnej odmiany ‘Sokolica’. W 2024 roku wzrost roślin matecznych odmiany ‘Sokolica’ był podobny w obu matecznikach. Jednak, tak jak dla odmiany ‘Laszka’, tak i dla odmiany ‘Sokolica’ większą wydajność ogólną i handlową uzyskano z plantacji ekologicznej. Również sadzonki pochodzące z matecznika konwencjonalnego były nieznacznie lepiej wyrosnięte i lepiej ukorzone.

Analizując wyniki pomiarów jakościowych uzyskanych dla odm. ‘Poemat’ (Tab. 2) można stwierdzić, że sadzonki uzyskane z matecznika konwencjonalnego były nieco lepiej wyrosnięte i lepiej ukorzone niż te z matecznika ekologicznego. Również większą wydajność zarówno ogólną, jak i handlową uzyskano dla roślin matecznych prowadzonych konwencjonalnie. Udział sadzonek w trzech klasach wyboru był podobny w obu matecznikach, zwłaszcza dla sadzonek w klasie 4-6,9 mm.

Tabela 2. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Poemat’ w zależności od sytemu uprawy.

Lokalizacja	Średnia grubość [mm]	Śr. liczba korzeni [szt.]	Sadzonki nie-ukorzone [%]	Wydajność* ogólna szt./m.b.	Wydajność* handlowa szt./m.b.	Materiał handlowy [%]	Udział w klasach wyboru [%]		
							2 - 3,9	4 - 6,9	≥7
ESD	6,61	3,70	0,00	60,00	60,00	100,00	11,67	46,67	41,67
OEMS	6,94	4,86	1,28	78,00	77,00	98,72	5,19	46,75	48,05
Średnia	6,78	4,28	0,64	69,00	68,50	99,36	8,43	46,71	44,86

* - wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

W 2024 r. wydajności sadzonek odmiany ‘Polana’ uzyskanych z plantacji matecznej prowadzonej metodami ekologicznymi, jak i metodami konwencjonalnymi były prawie takie same. Dotyczyło to zarówno wydajności ogólnej, jak i handlowej (Tab. 3). Ponadto jakość sadzonek z obu plantacji była podobna. Rośliny miały zbliżoną grubość i były tak samo ukorzenione. Dla tej odmiany nie zaobserwowano korzystnego wpływu nawadniania matecznika na wydajność i jakość sadzonek.

Tabela 3. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Polana’ w zależności od systemu uprawy.

Lokalizacja	Średnia grubość [mm]	Śr. liczba korzeni [szt.]	Sadzonki nie-ukorzenione [%]	Wydajność* ogólna szt./m.b.	Wydajność* handlowa szt./m.b.	Materiał handlowy [%]	Udział w klasach wyboru [%]		
							2 - 3,9	4 - 6,9	≥7
ESD	6,11	3,75	0,00	64,00	63,00	98,44	25,40	41,27	33,33
OEMS	6,44	4,32	4,88	41,00	39,00	95,12	2,56	56,41	41,03
Średnia	6,27	4,03	2,44	52,50	51,00	96,78	13,98	48,84	37,18

* - w 2024 r. wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

W przypadku odmiany ‘Polesie’ grubość i stopień ukorzenienia sadzonek była podobna w obu matecznikach (Tab. 4). Jednak nieznacznie większą wydajność sadzonek z metra bieżącego matecznika uzyskano z matecznika ekologicznego. Mogło to być wynikiem wpływu nawadniania kropłowego zamontowanego w tym mateczniku.

Tabela 4. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Polesie’ w zależności od systemu uprawy, w roku 2023 i 2024.

Lokalizacja	Średnia grubość [mm]	Śr. liczba korzeni [szt.]	Sadzonki nie-ukorzenione [%]	Wydajność* ogólna szt./m.b.	Wydajność* handlowa szt./m.b.	Materiał handlowy [%]	Udział w klasach wyboru [%]		
							2 - 3,9	4 - 6,9	≥7
ESD	9,02	3,54	8,45	71,00	64,00	90,14	0,00	18,75	81,25
OEMS	7,35	5,14	9,23	65,00	59,00	90,77	3,39	45,76	50,85
Średnia	8,19	4,34	8,84	68,00	61,50	90,46	1,69	32,26	66,05

* - w 2024 r. wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

Rośliny mateczne odmiany ‘Poranek’ zostały posadzone do obu mateczników dość późno, bo na początku czerwca. Jakość sadzonek tej odmiany uzyskanych ubiegłej jesieni była zbliżona na obu plantacjach. Jednak wydajność roślin matecznych na plantacji ekologicznej była czterokrotnie większa w porównaniu do roślin konwencjonalnych (Tab. 5). W 2024 r. podobnie jak w ub. roku parametry jakościowe sadzonek z obu plantacji miały zbliżone wartości, jednak zaobserwowano widoczne różnice w wydajności mateczników z zależności od systemu produkcji. W mateczniku konwencjonalnym na terenie OEMS uzyskano prawie dwukrotnie większą wydajność sadzonek odmiany ‘Poranek’ w porównaniu do matecznika ekologicznego.

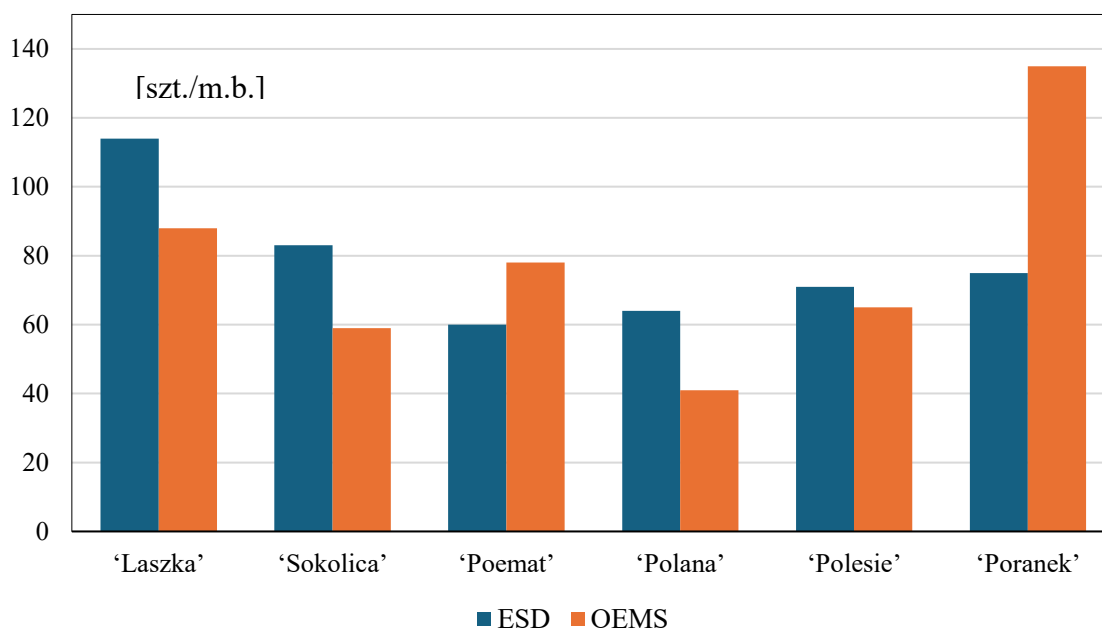
Tabela 5. Jakość oraz wydajność sadzonek maliny odm. ‘Poranek’ w zależności od systemu uprawy.

Lokalizacja	Średnia grubość [mm]	Śr. liczba korzeni [szt.]	Sadzonki nie-ukorzone [%]	Wydajność* ogólna szt./m.b.	Wydajność* handlowa szt./m.b.	Materiał handlowy [%]	Udział w klasach wyboru [%]		
							2 - 3,9	4 - 6,9	≥7
ESD	5,43	3,88	0,00	75,00	71,00	94,67	19,72	59,15	21,13
OEMS	5,30	3,28	1,46	137,00	133,00	97,08	19,55	64,66	15,79
Średnia	5,36	3,58	0,73	106,00	102,00	95,87	19,63	61,91	18,46

* - w 2024 r. wydajność ogólną i handlową podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący (m.b.) matecznika

W drugim roku prowadzenia plantacji matecznej zaobserwowano wyraźne różnice w wydajności sadzonek w zależności od odmiany i metody prowadzenia (wyk.1). Dla czterech odmian: ‘Laszka’, ‘Sokolica’, ‘Polana’ i ‘Polesie’ wykazano większą wydajność ogólną sadzonek odebranych z 1 metra bieżącego dla matecznika prowadzonego metodami ekologicznymi. Dla pozostałych dwóch odmian zależność ta była odwrotna. W przypadku jednej z tych odmian ‘Poranka’ różnice te były bardzo duże.

Wykres 1. Wydajność ogólna sadzonek 6 odmian maliny z metra bieżącego matecznika (m.b.) w zależności od systemu prowadzenia plantacji matecznej w drugim roku.



WNIOSKI

1. Założenie plantacji matecznej maliny z roślin matecznych pochodzących bezpośrednio z kultur in vitro ma wpływ na jakość sadzonek i ich wydajność w drugim roku prowadzenia plantacji matecznej.
2. Wyniki uzyskane dla sadzonek roślin matecznych 4 odmian maliny wskazują na korzystny wpływ nawadniania kropłowego roślin matecznych na wydajność sadzonek.
3. Jakość sadzonek uzyskanych w drugim roku prowadzenia plantacji matecznej prowadzonej metodami ekologicznymi jest zbliżona do jakości sadzonek pozyskanych z plantacji konwencjonalnej.
4. Według przepisów dopuszcza się prowadzenie plantacji reprodukcyjnej maliny do 8 lat. W przypadku badań dla uzyskania wiarygodnych wyników mateczniki winne być prowadzone przez 3-4 lat. Dopiero wtedy wnioski będą miały wymiar praktycznych i będą mogły zostać w pełni upowszechniane.

Podzadanie 2. Badania mikrobiocenozy gleby w mateczniku maliny prowadzonym metodami ekologicznymi i mateczniku konwencjonalnym – drugi rok badań

Celem badań mikrobiologicznych było określenie zmiany składu mikroflory gleby w mateczniku sadzonek maliny założonym i prowadzonym metodami ekologicznymi oraz w mateczniku maliny założonym i prowadzonym metodami konwencjonalnymi. Na tej podstawie będzie można wskazać najbardziej optymalny sposób nawożenia plantacji matecznej sadzonek maliny, przy obu sposobach produkcji, z uwzględnieniem specyfiki różnych odmian.

Metodyka badań

Glebę do badań pobierano z obu mateczników doświadczalnych. Próbkę pobrano dwukrotnie – wiosną oraz w jesieni, po zakończeniu wegetacji, przed wykopywaniem sadzonek z matecznika, ze strefy rizosfery, oddzielnie dla każdej odmiany, w ilości co najmniej 0,5 kg gleby. Badania gleby były wykonane w laboratorium zakładu Mikrobiologii i Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa - PIB.

W laboratorium próbki gleby zostały przesiane przez sito, o średnicy oczek - 1 mm, a następnie zawieszono w jałowej wodzie destylowanej, tak aby uzyskać rozcieńczenie 1:9. Tak przygotowane próbki zhomogenizowano na wytrząsarce, przez 30 minut, z uzyskanych w ten sposób roztworów sporządzono serie kolejnych rozcieńczeń (10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶). W celu oszacowania liczby mikroorganizmów odpowiednie rozcieńczenia były wysiewane na płytki z pożywkami: 10% agar tryptonowo sojowego (dla oszacowania ogólnej populacji bakterii oraz ogólnej populacji bakterii formujących formy przetrwalnikowe), Rose Bengal Chloramphenicol Agar (oszacowanie ogólnej populacji grzybów), pożywkę S1 (oszacowanie populacji bakterii rodzaju *Pseudomonas* produkujących fluoresceiny) oraz płynną pożywkę wg Burka (oszacowanie najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii wiążących azot atmosferyczny). W celu oszacowania liczby przetrwalników bakteryjnych oraz bioróżnorodności i aktywności bakterii wytwarzających formy przetrwalnikowe, zawiesina glebowa była inkubowana przez 25 minut w temperaturze 80°C.

Do oznaczenia różnorodności funkcjonalnej i aktywności bakterii glebowych został wykorzystany system BIOLOG wyposażony w płytki do charakteryzacji populacji mikroorganizmów Ecoplate.

Zainokulowane pożywki były inkubowane przez 168 godzin w temperaturze 26°C (ogólna populacja bakterii), 48-72 godziny w temperaturze 30°C (bakterie z rodzaju *Pseudomonas* oraz diazotrofy) oraz 120-168 godzin w temperaturze 26°C (bakterie wytwarzające formy przetrwalnikowe, grzyby). Przy obliczaniu liczby bakterii pod uwagę brano płytki, na których liczba kolonii była w granicach 30-300, a przy obliczaniu liczby grzybów - płytki zawierające 10-50 kolonii. Każda próbka była badana w 4 powtórzeniach, a wyniki końcowe stanowiły średnie JTK (jednostki tworzące kolonie) lub w przypadku diazotrofów jako NPL (najbardziej prawdopodobna liczba). Końcowe wyniki zostały przeliczone na 1g suchej masy gleby.

W celu oszacowania suchej masy dla próbki gleby, były one umieszczane w suszarce i przetrzymywane w temperaturze 80°C, po czym została wyliczona różnica masy odpowiednich próbek i obliczony został współczynnik.

Aktywność enzymów w glebie szacowana przy użyciu metody kolorymetrycznej przy użyciu zestawów komercyjnych lub wg metod opisanych przez Wyczółkowski i Dąbek-Szreniawska (2005)¹.

Wyniki badań laboratoryjnych

Nie odnotowano istotnego wpływu lokalizacji na aktywność (wskaźnik AWCD) oraz aktywność funkcjonalną bakterii (wskaźnik Index H). Zaobserwowano, natomiast, istotny wpływ odmian roślin uprawianych w obydwu lokalizacjach na aktywność i różnorodność bakterii (tab. 6) W czerwcu, istotnie mniejszą aktywność bakterii odnotowano w próbkach spod roślin odmiany ‘Laszka’ w porównaniu od pozostałych odmian. W przypadku różnorodności funkcjonalnej, najmniejszą wartość wskaźnika Index H odnotowano w próbkach spod roślin odmiany ‘Laszka’, a największe spod roślin odmian ‘Poranek’, ‘Polana’ i ‘Sokolica’. We wrześniu, największą aktywność bakterii zaobserwowano w glebie spod odmian ‘Poranek’ oraz ‘Poemat’ i ‘Polana’, natomiast najmniejszą w glebie spod odmiany ‘Sokolica’. Istotnie mniejszą różnorodnością bakterii glebowych cechowały się próbki spod roślin odmian ‘Sokolica’ oraz ‘Polesie’.

Tabela 6. Wpływ odmiany roślin na aktywność i bioróżnorodność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę ryzosferową.

Odmiana	Czerwiec 2024		Wrzesień 2024	
	AWCD	Index H	AWCD	Index H
‘Laszka’	1,03 a	2,92 a	1,06 bc	3,07 b
‘Poemat’	1,16 b	3,04 b	1,28 cd	3,09 b
‘Polana’	1,25 b	3,11 bc	1,22 cd	3,13 b
‘Polesie’	1,22 b	3,08 b	0,86 ab	2,86 a
‘Poranek’	1,23 b	3,16 c	1,35 d	3,15 b
‘Sokolica’	1,25 b	3,09 bc	0,8 a	2,86 a

Metoda analizy: metoda kolorymetryczna, pomiar absorbancji, dł fali 590 nm; Typ testów – EcoPlate; temperatura inkubacji: 26°C; czas inkubacji: 72 godziny; rozcieńczenie zawiesiny glebowej do pomiaru aktywności i bioróżnorodności bakterii – 10⁻³, AWCD – Average well color development; Index H – Wskaźnik Shannona-Wienera.

W przypadku malin uprawianych w NDP ESD odnotowano wpływ odmiany na aktywność i różnorodność funkcjonalną bakterii. W próbkach pobranych w czerwcu najmniejszą wartość wskaźnika AWCD zanotowano w glebie spod roślin odmiany ‘Laszka’ a największą spod odmiany ‘Sokolica’. Najmniejszą różnorodnością funkcjonalną cechowały się bakterie zasiedlające glebę spod roślin odmiany ‘Laszka’, a największą spod odmian ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. W próbkach pobranych we wrześniu najmniejszą aktywność zanotowano w glebie spod roślin odmiany ‘Polesie’ a największą spod odmian ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. W porównaniu do próbek spod roślin odmiany ‘Polesie’, odmiany ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polana’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’ cechowały się istotnie większą różnorodnością funkcjonalną bakterii glebowych. W przypadku malin uprawianych w OEMS Prusy odnotowano wpływ odmiany na aktywność i różnorodność funkcjonalną bakterii. W próbkach pobranych w czerwcu, najmniejszą aktywność bakterii glebowych zaobserwowano w próbkach spod odmian ‘Laszka’ i ‘Sokolica’ a największą spod odmian ‘Poemat’, ‘Polana’ i ‘Poranek’. Największą różnorodność bakterii glebowych odnotowano w próbkach spod malin odmian ‘Poemat’, ‘Polana’ i ‘Poranek’ a najmniejszą spod odmiany ‘Laszka’. W próbkach pobieranych we

¹ Wyczółkowski A. I., Dąbek-Szreniawska M. (2005) Enzymy biorące udział w mineralizacji azotu organicznego. Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie, 200 5(3), 37-61.

wrześniu, istotnie mniejszą aktywność bakterii zaobserwowano w glebie spod odmiany ‘Poemat’, w porównaniu do próbek spod pozostałych odmian malin.

Zaobserwowano, wpływ lokalizacji na liczebność wybranych grup mikroorganizmów. W czerwcu, w porównaniu do próbek pochodzących z NDP ESD, gleba z OEMS Prusy posiadała istotnie większą populację grzybów mikroskopowych. Natomiast, w próbkach z pochodzących z NDP ESD, we wrześniu 2024, odnotowano istotnie większą liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w porównaniu do gleby pochodzącej z OEMS Prusy (Tab. 7).

Tabela 7. Wpływ lokalizacji na liczebność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę ryzosferową (wrzesień 2024).

Lokalizacja	Ogólna liczebność bakterii [x 10 ⁶ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność przetrwalników bakteryjnych [x 10 ⁵ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność <i>Pseudomonas</i> spp [x 10 ³ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność bakterii <i>Pseudomonas</i> spp wytwarzających fluorescencyjny pigment [x 10 ³ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność grzybów mikroskopowych [x 10 ⁴ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Miano diazotrofów [NPL x g ⁻¹]
NDP ESD	20 b	11,16 a	43,49 b	*	19,85 a	2812,5 a
OEMS Prusy	13,73 a	12,39 a	9,93 a	*	17,92 a	2854,17 a

Metoda analizy: posiew powierzchniowy kolejnych seryjnych rozcieńczeń na pożywki agarowe; użyte pożywki: 10% TSA (Tryptic Soy Agar 4 g, agar bakteriologiczny 13.5 g, woda destylowana 1000 g); *Pseudomonas* Isolation Agar (BTL, nr. kat. P-0526); Rose Bengal Lab Agar (BTL, nr kat. P-0527); spory uzyskano poprzez pasteryzację próbek w 80°C przez 15 minut; temperatura inkubacji 26°C; czas inkubacji 72-168 godzin; jtk – jednostki tworzące kolonie. s.m.g. – suchej masy gleby; * — poniżej poziomu detekcji. Wyniki analiz zweryfikowano testem Duncana dla $\alpha=0.05$, przy użyciu programu Statistica 13. Średnie oznaczone tą samą literą nie różniły się statystycznie.

W 2024 r. odnotowano wpływ odmian malin na liczebność wybranych grup mikroorganizmów w zależności od terminu poboru próbek. W czerwcu, istotnie większą populację przetrwalników bakteryjnych zaobserwowano w glebie spod odmiany ‘Polesie’. Z kolei, najmniejszą populację przetrwalników bakteryjnych odnotowano w próbkach spod malin odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polesie’ i ‘Sokolica’. W przypadku grzybów mikroskopowych, największą ich populację odnotowano w glebie spod odmian ‘Polana’ i ‘Polesie’, a najmniejszą w próbkach pochodzących spod odmiany ‘Poemat’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Nie odnotowano różnic statystycznych w przypadku ogólnej liczebności bakterii i mianie diazotrofów. We wrześniu, istotnie większą liczebność przetrwalników bakteryjnych zaobserwowano w próbkach spod odmiany ‘Poranek’ w porównaniu do gleb spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polesie’ i ‘Sokolica’. W przypadku, grzybów mikroskopowych, istotnie większą ich populację odnotowano w glebie spod odmian ‘Sokolica’ oraz ‘Poemat’ w porównaniu do odmian ‘Laszka’, ‘Polana’, ‘Polesie’ oraz ‘Poranek’. Nie zanotowano istotnych statystycznie różnic w ogólnej populacji bakterii, bakterii *Pseudomonas* oraz diazotrofów pomiędzy odmianami. Populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności.

W przypadku lokalizacji NDP ESD odnotowano istotny wpływ odmian na liczebność wybranych grup mikroorganizmów w zależności od terminu poboru próbek. W czerwcu, zaobserwowano istotnie większą ogólną populację bakterii w glebie spod odmiany ‘Sokolica’, w porównaniu do gleby spod odmiany ‘Polesie’. Istotnie mniejszą liczebność przetrwalników bakteryjnych zaobserwowano w glebie spod odmiany ‘Polana’, w porównaniu do pozostałych odmian. W przypadku bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, istotnie mniejszą ich populację odnotowano w glebie spod odmian ‘Poemat’ i ‘Polesie’ w porównaniu do próbek spod odmian ‘Laszka’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Nie zaobserwowano różnic w liczebności grzybów mikroskopowych oraz mianie diazotrofów. We wrześniu 2024 r., odnotowano istnie mniejszą liczebność przetrwalników bakteryjnych w próbkach spod roślin odmiany ‘Poranek’ w porównaniu do pozostałych odmian. Populacja bakterii z rodzaju *Pseudomonas* była istotnie większa w glebie spod odmian ‘Polana’ i ‘Polesie’, a najmniejsza w glebie spod odmiany ‘Poranek’. W przypadku grzybów mikroskopowych największą populację zaobserwowano w próbkach spod odmiany ‘Poranek’ a najmniejsza spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’ i ‘Sokolica’. Nie odnotowano różnic w ogólnej liczebności bakterii oraz mianie diazotrofów pomiędzy odmianami. Populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności.

W przypadku lokalizacji OEMS Prusy odnotowano istotny wpływ odmian na liczebność wybranych grup mikroorganizmów w zależności od terminu poboru próbek. W czerwcu, zanotowano istotnie większą ogólną liczebność bakterii w glebie spod odmian ‘Polana’ i ‘Polesie’ w porównaniu do próbek spod odmian ‘Poemat’, i ‘Sokolica’ (tab. 8). Populacja przetrwalników bakteryjnych była istotnie większa w glebie spod roślin odmian ‘Polana’, ‘Polesie’ i ‘Poranek’ w porównaniu do odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’ i ‘Sokolica’. Ogólna populacja w glebie spod odmiany ‘Poranek’ była istotnie mniejsza w porównaniu do próbek spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Polana’, ‘Polesie’ i ‘Sokolica’. W przypadku grzybów mikroskopowych, istotnie większą ich populację zaobserwowano w glebie spod roślin odmian ‘Polana’ i ‘Polesie’ w porównaniu do próbek spod odmian ‘Laszka’, ‘Poemat’, ‘Poranek’ i ‘Sokolica’. Nie zanotowano różnic statystycznych w mianie diazotrofów.

Tabela 8. Wpływ odmiany roślin na liczebność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę ryzosferową (OEMS Prusy, czerwiec 2024).

Odmiana	Ogólna liczebność bakterii [x 10 ⁶ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność przetrwalników bakteryjnych [x 10 ⁵ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność <i>Pseudomonas</i> spp [x 10 ³ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność bakterii <i>Pseudomonas</i> spp wytwarzających fluorescencyjny pigment [x 10 ³ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność grzybów mikroskopowych [x 10 ⁴ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Miano diazotrofów [NPL x g ⁻¹]
‘Laszka’	7,7 ab	9,68 a	6,95 b	*	2,8 a	2750 a
‘Poemat’	6,92 a	15,65 b	9,57 b	*	1,56 a	2750 a
‘Polana’	9,33 b	21,12 c	9,04 b	*	6 b	2750 a
‘Polesie’	9,39 b	20,18 c	8,09 b	*	5,89 b	2625 a
‘Poranek’	8,94 ab	20,78 c	3,92 a	*	2,74 a	2750 a
‘Sokolica’	6,96 a	8,61 a	8,87 b	*	1,81 a	3125 a

Opis jak w tabeli 7.

We wrześniu 2024 roku zaobserwowano istotnie mniejszą ogólną populację bakterii w glebie spod odmiany 'Polesie' w porównaniu do odmian 'Laszka', 'Poemat', 'Polana', 'Poranek' i 'Sokolica'. Największą ogólną populację bakterii odnotowano w próbkach spod odmiany 'Sokolica'. Najmniejszą liczebność przetrwalników bakteryjnych zanotowano w próbkach spod odmiany 'Poranek' a największą spod odmian 'Laszka' i 'Poemat'. W przypadku bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, istotnie większą ich liczbę zaobserwowano w glebie spod roślin odmiany 'Laszka', w porównaniu do próbek spod odmian 'Poemat', 'Polana', 'Polesie', 'Poranek' i 'Sokolica'. Istotnie mniejszą populację grzybów mikroskopowych odnotowano w próbkach spod roślin odmian 'Laszka', 'Polana', 'Polesie' i 'Sokolica' w porównaniu do gleby spod odmian 'Poranek' i 'Poemat'. Populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności (tab. 9).

Tabela 9. Wpływ odmiany roślin na liczebność wybranych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę ryzosferową (OEMS Prusy, wrzesień 2024).

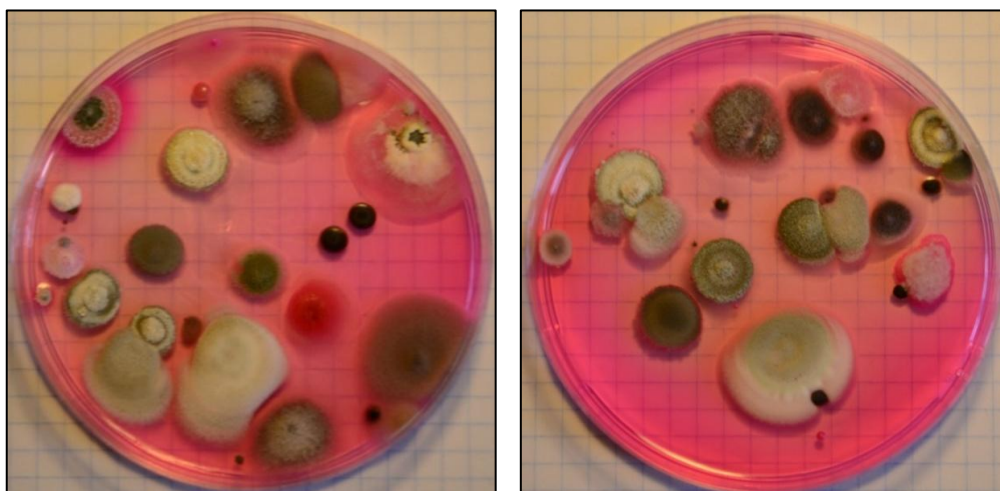
Odmiana	Ogólna liczebność bakterii [x 10 ⁶ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność przetrwalników bakteryjnych [x 10 ⁵ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność <i>Pseudomonas</i> spp [x 10 ³ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność bakterii <i>Pseudomonas</i> spp wytwarzających fluorescencyjny pigment [x 10 ³ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Ogólna liczebność grzybów mikroskopowych [x 10 ⁴ jtk x g ⁻¹ s.m.g.]	Miano diazotrofów [NPL x g ⁻¹]
'Laszka'	14,71 c	12,4 d	49,72 b	*	6,67 a	3125 a
'Poemat'	13,98 c	12,19 d	3,19 a	*	46,6 c	3000 a
'Polana'	10,84 b	11,92 cd	5,36 a	*	6,69 a	2750 a
'Polesie'	8,35 a	9,36 bc	6,68 a	*	9,09 a	2625 a
'Poranek'	16,46 d	5,33 a	1,33 a	*	32,65 b	2625 a
'Sokolica'	18,01 e	8,37 b	8,04 a	*	5,83 a	3000 a

Opis jak w tabeli 7

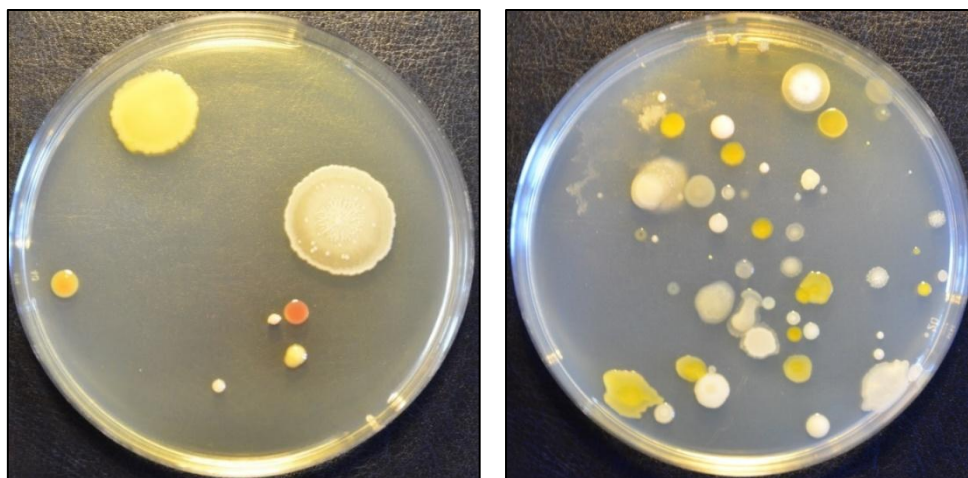
Wnioski

1. W 2024 r. nie odnotowano istotnych różnic dotyczących wpływu lokalizacji uprawy na aktywność i różnorodność funkcjonalną bakterii glebowych.
2. Najkorzystniejszy wpływ na mikrobiom glebowy miała odmiana 'Poranek' oraz 'Poemat' i 'Polana' (aktywność i różnorodność funkcjonalna bakterii glebowych badana w czerwcu i wrześniu).
3. Odnotowano wpływ lokalizacji na liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas* (wrzesień) oraz grzybów mikroskopowych (czerwiec). Wpływ ten był zależny od terminu poboru próbek.
4. Zaobserwowano wpływ odmiany roślin na populację badanych grup mikroorganizmów. Wpływ ten zależał od terminu poboru próbek.
5. W 2024 r. populacja bakterii *Pseudomonas* wytwarzających fluorescencyjny pigment była poniżej poziomu umożliwiającego oszacowanie ich liczebności.

Fot. 1 – 2. Kolonie grzybów strzępkowych (Rose Bengal Chloramphenicol Agar)



Fot. 3



Streszczenie

sprawozdania z prowadzenia w 2025 roku badań w zakresie rolnictwa ekologicznego na podstawie § 8 ust. 6 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm.)

pod tytułem:

Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania w zakresie identyfikacji metod ochrony dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym przed chorobami grzybowymi i szkodnikami w uprawie roślin jagodowych i sadowniczych oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi w tym zakresie.

Realizowany przez: **Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie**

Kierownik tematu:

prof. dr hab. Ewa Solarska

Główni wykonawcy:

prof. dr hab. Adam Waśko

dr Kamila Borowiec

dr Monika Czernecka

mgr, Magdalena Mielnik

inż. Piotr Szypiło.

Lublin 2025

Produkty naturalne, takie jak ekstrakty roślinne, czy preparaty mikrobiologiczne są rozpatrywane jako alternatywy dla tradycyjnych środków chemicznych. Te naturalne środki są w stanie stymulować wzrost roślin, zmniejszać skutki stresu abiotycznego i biotycznego oraz zmniejszać zależność systemu uprawy od nawozów i pestycydów. W niniejszym projekcie badaniami objęto produkty na bazie wodnych ekstraktów roślinnych z wrotczyu, mniszka lekarskiego i pokrzywy w mieszaninie z preparatem mikrobiologicznym. Wykorzystano płynne niemikrobiologiczne ekstrakty roślinne na bazie wymienionych ziół zawierające bogate spektrum związków aktywnych występujących w roślinach tj. witamin, polifenoli, fitohormonów, substancji wzrostowych, NPK, aminokwasów, mikroelementów i innych. W badaniach stwierdzono w zależności od składu produktu wielokierunkowe ich działanie takie jak: przyrost długości oraz grubości pędów i korzeni, wzrost intensywności fotosyntezy, wspomaganie naturalnej odporności roślin na choroby i szkodniki, wzrost i wyrównanie plonu. Jako surowiec do ekstrakcji wodnej wykorzystywana jest sucha biomasa. Ekstrakcja z wodą jako rozpuszczalnikiem jest metodą efektywną i bezpieczną, dzięki czemu można je stosować na dużą skalę i otrzymane w ten sposób produkty nie sprawiają trudności rolnikom przy przygotowaniu cieczy użytkowej do opryskiwania. Jeśli chodzi o mechanizm wpływu różnych ekstraktów roślinnych na kiełkowanie nasion i wzrost roślin to polega on na wzmacnianiu fotosyntezy i reakcji obronnych antyoksydacyjnych. Ponadto poprawę cech wzrostu roślin można przypisać obecności hormonów roślinnych, takich jak auksyna w ekstraktach, a także zaangażowaniu różnych procesów stymulujących wzrost i odporność roślin po zastosowaniu tych produktów. Korzenie roślin i wydzieliny stanowią ryzosferę, w której interakcje między roślinami a mikroorganizmami są najbardziej intensywne. Ponadto mikroorganizmy kolonizują również wnętrza roślin tj. tkanki i komórki. Te dwie ścieżki interakcji roślina-mikroorganizmy znacząco wpływają na rozwój i produktywność roślin. Natomiast metabolity wtórne uwalniane przez rośliny, takie jak aminokwasy i rozpuszczalne cukry, mogą również zmieniać skład i funkcję mikrobiomu korzeniowego. Ekstrakty roślinne, znane z bogactwa biologicznie aktywnych metabolitów wtórnych, mogą wpływać na interakcje gleba-roślina i pośrednio na zdrowie roślin. Badania roślin traktowanych ekstraktami roślinnymi i mieszaninami ekstraktów z preparatem mikrobiologicznym wykazały większe zasiedlenie korzeni badanych roślin przez grzyby mykoryzowe w stosunku do obiektu kontrolnego, w którym nie stosowano ekstraktów. W wyniku symbiozy z roślinami grzyby te zaopatrywane są w związki organiczne, wytwarzane przez rośliny w procesie fotosyntezy. W zamian rośliny otrzymują związki mineralne, głównie fosforowe, azotowe i mikroelementy pozyskiwane przez strzępki tych mikroorganizmów. Grzyby mykoryzowe wytwarzają także hormony roślinne: auksyny, gibereliny i cytokininy, które po wnikięciu do rośliny regulują jej wzrost i rozwój. Inne substancje o charakterze antybiotyków wydzielane są przez grzyby do gleby zmniejszając prawdopodobieństwo porażenia roślin przez patogeny obecne w glebie. Stwierdza się również wzrost odporności roślin z mykoryzą na warunki stresowe.

Produkt mikrobiologiczny EMA 5 zawiera różnorodne szczepy produktów probiotycznych. Należą do nich bakterie kwasu mlekowego, takie jak *Lactobacillus* spp. i *Streptococcus* spp.; drożdże *Saccharomyces* spp.; bakterie fotosyntetyczne, takie jak *Rhodospseudomonas* spp. oraz inne pożyteczne bakterie, takie jak *Bacillus* spp. Te mikroorganizmy są bardzo efektywne w ograniczaniu rozwoju patogenów i szkodników roślin. Konsorcjum tych mikroorganizmów działa synergicznie, hamując wzrost patogennych bakterii poprzez konkurencyjne wykluczenie. Konsorcja probiotycznych mikroorganizmów współdziałając ze sobą oddziałują korzystnie w każdym środowisku, do którego zostaną wprowadzone. Efekty konkurencyjnego wykluczenia, metabolity wytwarzane przez konsorcja i ich właściwości chemiczne przyczyniają się do właściwości przeciwdrobnoustrojowych. Stosowanie mikroorganizmów w konsorcjach pozwala na ich lepsze przetrwanie w każdym środowisku w stosunku do jednogatunkowych preparatów, ze względu na ich synergizm działania oraz tworzenie przez nie biofilmu, który jest efektywniejszy w przypadku

konsorcjów mających bardziej wydajny metabolizm i przez to będących bardziej opornymi na stres oksydacyjny jak również na czynniki toksyczne. Średnie pH produktu wynosi od 3,5 do 3,8. Produkt zawierający żywe mikroorganizmy pozwala na obniżenie dawki nawozów organicznych dzięki zwiększeniu wydajności pobierania składników mineralnych z gleby przez rośliny. Ponadto stymuluje on rozwój systemu korzeniowego i zwiększa jego objętość, co jest dodatkowym korzystnym efektem.

W niniejszym projekcie innowacją jest opracowanie mieszanin wymienionych produktów. W badaniach przeprowadzonych na truskawce, malinie i czarnej porzeczce stwierdzono, że ekstrakty roślinne i ich mieszaniny z konsorcjami mikroorganizmów zwiększają odporność roślin na patogeny grzybowe, a część z nich ogranicza występowanie szkodników. Te wyniki zdecydowanie popierają stosowanie mieszanin ekstraktów roślinnych z mikroorganizmami jako środków o działaniu ochronnym, które pomagają roślinom opierać się patogenom, oferując realny substytut syntetycznych pestycydów i przyczyniając się do bardziej zrównoważonych praktyk rolniczych.

Przygotowane mieszaniny niemikrobiologicznych ekstraktów z wrotyczu, mniszka i pokrzywy z konsorcjum mikrobiologicznym EMA 5 testowano w dwóch proporcjach: 3 części każdego z ekstraktów i jedna część konsorcjum mikrobiologicznego (3:1) oraz każdy z ekstraktów i konsorcjum mikrobiologiczne w jednakowych ilościach (1:1). Obiekty kontrolne stanowiły: 1-bez traktowania, 2 – EMA 5, niemikrobiologiczny, ekstrakty z wrotyczu, pokrzywy i mniszka, 3 - EMA 5 z fermentowanym wrotyczem.

We wszystkich badanych roślinach największą efektywność fotosyntezy, przyrostu masy nadziemnej, korzeni i przyrostu plonu odnotowano w wariantach mieszanin niefermentowanych ekstraktów z wrotyczu, mniszka i pokrzywy z EMA 5 w obu proporcjach, przy czym w większości lepsze efekty otrzymano dla proporcji 3:1. Mieszanina ekstraktu z wrotyczu z mikroorganizmami w proporcji 3:1 wykazała efektywne działanie ochronne na truskawce przeciw szarej pleśni, drutowcom, przedziorkom, w malinie w ograniczaniu mszyc, kwieciaka malinowca oraz w czarnej porzeczce w ograniczaniu przedziorka chmielowca. Mieszanina niemikrobiologicznego ekstraktu z mniszka z konsorcjum mikrobiologicznym EMA 5 w proporcji 3:1 spowodowała całkowite wyeliminowanie szarej pleśni oraz znaczące ograniczenie mączniaka prawdziwego i białej plamistości liści na truskawce. W malinie mieszanina ta w proporcji 3:1 przyczyniła się do ograniczenia występowania mszyc. i kwieciaka malinowca. W owocach truskawki, maliny i porzeczki czarnej po zastosowaniu mieszanin ekstraktów wrotyczu, mniszka i pokrzywy z EMA 5 zaobserwowano zmniejszenie zawartości azotynów i azotanów oraz wzrost magnezu, wapnia, wit. C i cukru.

Preparat biostymulujący- mieszanina ekstraktu z wrotyczu z konsorcjum mikrobiologicznym EMA 5 wpływa na intensywniejsze formowanie się struktur mikoryzowych w korzeniach badanych roślin niż w kontroli, przy czym w przypadku truskawki i czarnej porzeczki efektywniejsza w tym aspekcie jest mieszanina tego preparatu w proporcji 3:1, a w przypadku maliny w proporcji 1:1. Preparat biostymulujący- mieszanina ekstraktu z mniszka z konsorcjum mikrobiologicznym EMA 5 wpływa na słabsze formowanie się struktur mikoryzowych w korzeniach truskawki niż w kontroli, natomiast dla maliny lepszy efekt zasiedlania korzeni przez te grzyby osiąga się w przypadku użycia preparatu w proporcji 3:1, a w przypadku czarnej porzeczki w proporcji 1:1. Preparat biostymulujący- mieszanina ekstraktu z pokrzywy z konsorcjum mikrobiologicznym EMA 5 wpływa na słabsze formowanie się struktur mikoryzowych w korzeniach truskawki niż w kontroli, natomiast dla maliny lepszy efekt zasiedlania korzeni przez te grzyby osiąga się w przypadku użycia preparatu w proporcji 3:1, a w przypadku czarnej porzeczki 1:1.

Przeprowadzona analiza metabolomiczna trzech ekstraktów i płynu po hodowli mikroorganizmów EMA 5 (EMA5 z dodatkiem 10% każdego ekstraktu) ujawniła wyraźne i biologicznie uzasadnione różnice w

profilach metabolitów o znaczeniu promującym wzrost roślin oraz ich odporności. Zastosowanie klasyfikacji związków do siedmiu funkcjonalnych kategorii pozwoliło na wnioskowanie o potencjalnym wpływie każdego preparatu na rośliny oraz o komplementarności ich działania.

Zalecenia stosowania

Zalecana ilość cieczy roboczej do oprysku dolistnego wynosi 500 l/ha. Zabiegi na roślinach jagodowych powinno się przeprowadzić przed kwitnieniem, w trakcie kwitnienia i po kwitnieniu.



STRESZCZENIE

*z przeprowadzonych w 2025 r. badań podstawowych
na rzecz rolnictwa ekologicznego, pt.:*

**Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych.
Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków
glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby – wytyczne dla
prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem
produkcji materiału siewnego**

Realizowanych przez:

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

w związku z decyzją Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr DEJ.re.765.5.2025 z dnia 01.04.2025 r., wydaną na podstawie § 8 ust. 1 pkt 1, ust. 2 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z 2016 r. poz. 1614 oraz z 2017 r. poz. 1470).

Kierownik tematu: dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM

Główni wykonawcy:

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM

dr hab. Marta Damszel, prof. UWM

dr hab. Kazimierz Obremski, prof. UWM

dr inż. Sebastian Przemieniecki

dr inż. Paweł Wojtacha

mgr Edyta Kwiatkowska

OLSZTYN, 2025 r.

1. Wprowadzenie

W ramach projektu „*Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby – wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego*”, zespół wykonawców z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, zajął się doskonaleniem agrotechniki ekologicznych plantacji nasiennych niewymłacalnej pszenicy samopszy oraz płaskurki, celem uzyskania dobrej wydajności i jakości materiału siewnego.

Wysokiej jakości materiał siewny to jeden z ważniejszych czynników plonotwórczych. Niestety, w praktyce, wykorzystanie nasion kwalifikowanych w systemie konwencjonalnym wynosi ok. 20% powierzchni zasiewów, a w ekologicznym, jeszcze mniej [Skrajna, 2010].

Materiał siewny z własnego gospodarstwa lub od innego rolnika, bywa zanieczyszczony nasionami chwastów, a kłoski lub ziarniaki mają obniżoną siłę i energię kiełkowania, co skutkuje słabszymi wschodami i mniejszym wigorem siewek. Ponadto ziarniaki często porażone są chorobami przenoszonymi przez ziarno, w tym groźnymi, jak fuzarioza kłosów, czy śnieć cuchnąca pszenicy, które powodują obniżenie wydajności i jakości zbóż. Należy unikać takich problemów, stosując wysokiej jakości (kwalifikowany) materiał siewny.

Podstawowe parametry oceniane w materiale siewnym to kiełkowanie ziarna wyrażone w %, masa 1 000 ziaren (w przypadku pszenic niewymłacalnych również masa 1 000 kłosków) wyrażona w gramach, obecność chwastów lub innych gatunków roślin uprawnych. Chwasty są podstawowym czynnikiem obniżających plon roślin w uprawie ekologicznej [Tyburski i in., 2013]. Jednym z ważnych źródeł zachwaszczenia zbóż jest zanieczyszczony materiał siewny [Hołdyński i Woźniak 1994, Kornaś, 1987, Małek 1974, Małuszyńska 1996, Pawłowski i Wesołowski 1984, Pawłowski 1986]. Wysiewanie niekwalifikowanego materiału, wynika m.in. ze słabej kondycji finansowej gospodarstw lub braku dostępności certyfikowanego materiału siewnego pszenic niewymłacalnych (z wyjątkiem pszenicy orkisz).

Nie wolno dopuścić do silnego zachwaszczenia, by nie zanieczyścić ziarna diasporami chwastów. Nasiona niektórych chwastów trudno jest oddzielić od ziarna zbóż, jak: przytulia czepna, chaber, chwastnica jednostronna, czarnuszka polna, czosnek winnicowy, gorczyca polna, komosa biała, mak polny, nawrot polny, ostróżeczka polna, owies głuchy, poziewniki, rdesty (kolankowy i powojowy), szelężnik większy, tobołki polne, włośnica sina i zielona, wyka. W uprawie konwencjonalnej największy problem stanowi przytulia czepna, a ekologicznej większym problemem jest owies głuchy. Jednak u pszenic niewymłacalnych, a w szczególności samopszy, największy problem stanowi stokłosa żytnia. Jej „chude” ziarniaki bardzo ściśle przylegają do „szorstkich” kłosków samopszy i prawie żadna maszyna do czyszczenia zboża nie potrafi ich oddzielić. W konsekwencji zanieczyszczony materiał siewny jest źródłem zachwaszczenia stokłosą na coraz to nowych polach.

Materiał siewny z gospodarstw bywa silnie zachwaszczony, w stopniu wielokrotnie przewyższającym dopuszczalne normy (PN – R/65023) [Skrajna, 2010]. Polska norma nie obejmuje pszenic niewymłacalnych.

Pszenica samopsza

Samopsza (*Triticum monococcum*), zwana też pszenicą jednoziarnową, to najwcześniej udomowiony gatunek pszenicy. Po zbiorze kombajnem ziarno pozostaje w kłoskach (plewach), podobnie jak u innych gatunków pszenic niewymłacalnych. Materiałem siewnym są kłoski, które poddawane są obróbce ułatwiającej ich wysiew.

Pszenica samopsza wróciła do uprawy w Polsce za sprawą rolnictwa ekologicznego, głównie zaś starań M. Babalskiego, który wysiewał materiał z przechowalni długoterminowej Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR-PIB w Radzikowie. Obecnie jej forma ozima i jara uprawiane są głównie przez rolników ekologicznych.

Wydajność samopszy jest mniejsza niż pszenicy zwyczajnej - w Polsce jest to ok. 1 do 2 ton kłosków z hektara. Samopsza łatwo się zachwaszcza, co nastęrcza ogromnych problemów podczas zbioru: nie można zwiększyć nawiewu w kombajnie, bo razem z chwastami wywiano by większość kłosków samopszy (są bardzo lekkie). Podobnie jest już po zbiorze - lekkie kłoski są trudne do oddzielenia od chwastów. Zachwaszczenie jest dużym problemem nasiennictwa.

Przed siewem kłoski oczyszcza się z nasion chwastów i usuwa (obłamuje) ości, używając maszyn do czyszczenia kłosków i ziarna (m.in. kruszek, Petkus). Chodzi m.in. o wypolerowanie kłosków (usunięcie ości i końcówek osadki kłosowej), by nie utrudniały siewu.

Pszenica płaskurka

Płaskurka (*Triticum dicococcum*) również należy do najwcześniej udomowionych, niewymłacalnych gatunków pszenic. Ma po dwa ziarniaki w kłosku (stąd druga nazwa - pszenica dwuziarnowa). W czasach biblijnych była najważniejszym zbożem w starożytnym Egipcie oraz w Izraelu, aż do późnej epoki żelaza. W Europie najdłużej była głównym zbożem w północno-wschodniej części kontynentu. Obecnie na znaczną skalę uprawiana jest w Etiopii, Indii, we Włoszech i w Turcji.

Powrót płaskurki do uprawy w Polsce dokonał się za sprawą M. Babalskiego. Obecnie dwa jare genotypy uprawiane są przez rolników ekologicznych. Z płaskurką wiąże się nadzieje na przyszłość z uwagi na mniejszą wrażliwość na suszę, a także wysoką zawartość błonnika, przeciwutleniaczy i niski indeksem glikemicznym. Plonuje o ok. 25% gorzej od orkisz.

Cel badań

W badaniach przyjęto, że zwiększone nawożenie pszenic niewymłacalnych ograniczy ich zachwaszczenie oraz podniesie wydajność i dorodność kłosków. Oczekiwano zmniejszenia nakładów na zbiór, a dzięki większej dorodności ziarna, zmniejszenia strat wynikających podczas oczyszczania plonu z nasion chwastów. Przetestowano również wpływ zaprawiania materiału siewnego na zdrowotność i wydajność kłosków i ziarniaków.

2. Metody badań polowych i laboratoryjnych

Badania polowe przeprowadzono w dwóch lokalizacjach: na glebie ciężkiej w Budziszewie k/Jabłonowa Pomorskiego, a także na glebie średnio-zwięzłej w Bałczynach k/Ostródy.

2.1. Czynniki doświadczalne

Doświadczenia w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym UWM w Bałczynach k / Ostródy (samopsza Jara, płaskurka Jasna i Złota)

- I. Czynnikiem doświadczalnym było zaprawianie materiału siewnego:
 - wysiew kłosek niezaprawianych (w wariacie ekstensywnym) (E 1)
 - wysiew kłosek zaprawianych (30 g mączki z gorczycy na 1 kg kłosek pszenicy + 45 ml wody) (E 2)
- II. Czynnikiem doświadczalnym było nawożenie:
 - w systemie ekologiczny ekstensywnym – nie stosowano nawożenia (E 1)
 - w systemie ekologicznym intensywny (E 2), zastosowano: 200 kg/ha siarczanu potasu; 100 kg/ha G18, 600 kg/ha Bioilsy (75 kg N) – jesienią, oraz wiosną 750 l/ha ASL (60 kg N)

Doświadczenia w Budziszewie k/Jabłonowa Pomorskiego (samopsza Jara, płaskurka Jasna)

Schemat doświadczenia jak wyżej, z tym, że do zbioru udało się utrzymać wyłącznie poletka w wariacie ekstensywnym (E 1).

2.2. Zakres i metody chemicznych analiz gleby

Określono odczyn (pH) gleby, zasobność w N-NO₃ (z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej), przyswajalny P (kolorymetrycznie), K, Mg i Ca (z zastosowaniem AAS).

2.3. Ocena zdrowotności pszenic niewymłaczalnych

W każdym obiekcie doświadczalnym przeprowadzono ocenę zdrowotności pszenic koncentrując się na ocenie zdrowotności: liścia flagowego, podstawy źdźbła i kłosek.

Oceniając zdrowotność wzięto pod uwagę po 50 organów z obiektu. Dodatkowo, ze względu na morfotyp aparatu asymilacyjnego na roślinach samopszy jarej „Jara” weryfikowano również zdrowotność liści podflagowych. Diagnostykę chorób liści przeprowadzono w fazie 49 BBCH, kłosek w fazie 59 BBCH, a kondycji podstawy źdźbła w fazie 87 BBCH. Określano procentowy udział powierzchni porażenia wraz z identyfikacją sprawcy/sprawców zgodnie z metodyką EPPO: PP1/026(4), EPPO PP 1/28(3), 1/262(1). Objawy chorób weryfikowano z uwzględnieniem typowych i specyficznych względem sprawców septorioz liści (*Zymoseptoria tritici*, *Parastagonospora nodorum*), brunatnej plamistości liści (*Pyrenophora tritici-repentis*), mączniaka prawdziwego zbóż i traw (*Blumeria graminis*), rdzy brunatnej (*Puccinia recondita*) na blaszkach liściowych, septoriozy plew (*Parastagonospora nodorum*) i fuzariozy kłosek (*Fusarium* spp.) oraz w kompleksie chorób podsuszkowych: łamliwości źdźbła zbóż i traw (*Oculimacula yallundae* i *O. aciformis*) i fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.).

2.4. Ocena zachwaszczenia pszenic niewymłaczalnych

Zachwaszczenie pszenic określono na kilka dni przed ich zbiorem, by odzwierciedlić trudności podczas ich zbioru oraz ryzyko zanieczyszczenia materiału siewnego diasporami chwastów. Określono: skład botaniczny chwastów i ich biomasę.

2.5. Określenie wydajności i dorodności ziarna pszenic niewymłaczalnych

Plony kłosek określono na podstawie zbioru przeprowadzonego kombajnem poletkowym. Plon ziarna ustalono poprzez określenie uziarnienia kłosa w % (łuskanie ręczne), po czym wartość tę pomnożono przez plon kłosek. Określono również MTZ.

2.6. Określenie mikrobioty zasiedlającej ziarno i plewy

Plon oczyszczono z diaspor chwastów oraz wypolerowano (na maszynie „Kruszek”). Badania przeprowadzono na podstawie procedury sekwencjonowania nanoporowego, stosując metabarkodowanie ampliconów regionu rybosomowego eukariotów. Odczyt wyników sekwencjonowania wykonano na platformie EPI2ME wobec bazy danych 8-PFP.

Mikrobiotę określono na:

- plewach z wypolerowanych kłosek (*materiał siewny pszenic niewymłaczalnych*)
- oraz na ziarniakach.

2.7. Ocena zanieczyszczenia plew i ziarna mikotoksynami

Określono występowanie mikotoksyn w oddzielnie w plewach oraz w ziarniakach. Analizy zawartości mikotoksyn (aflatoksyny, deoksyniwalenol, fumonizyny B1 i B2, toksyna T-2 i H-T-2, ochratoksyna i zearalenon) wykonano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją podwójnie masową – HPLC MS/MS.

2.8. Warunki siedliskowe

Doświadczenia z uprawą samopszy (genotyp „Jara”) oraz płaskurki (genotyp „Jasna’ i „Złota”): prowadzono na glebie średniej w ZP-D w Bałcynach k. Ostródy, oraz na glebie ciężkiej w gospodarstwie Józefa Brzozowskiego w Budziszewie k/Jabłonowa Pomorskiego.

Właściwości chemiczne gleby oceniono metodą ogrodniczą. W Bałcynach odczyn gleby był zasadowy, a w Budziszewie obojętny, a zasolenie bardzo niskie (Tab. 1). Zasobność gleby w N azotanowy w Bałcynach była niska do średniej, a w Budziszewie - średnia. Zasobność gleb w przyswajalny P i K w Bałcynach była średnia, natomiast w Budziszewie w P niska, a w K bardzo niska. Zasobność gleby z Bałcyn w Mg była średnią, a w Budziszewie była ona bardzo wysoka. Generalnie analizy badanych próbek gleb potwierdziły potrzebę uzupełniającego nawożenia N, P i K. Stąd też w Bałcynach zastosowano nawożenie nawozami G 18 (fosfor), Patentkali (potas i magnez, a także siarka), Bioilsa i ASL (N). W Budziszewie oprócz P nawożono K w postaci siarczanu potasu (nie zawiera magnezu, którego dodatek do tej gleby byłby szkodliwy).

Tabela 1. Wyniki chemicznej analizy gleby, Bałcyny, Budziszewo, 2025 r.

Miejsce badań	Odczyn i zasobność gleby						
	pH - H ₂ O	zasolenie , g/dm ³	N-N ₀₃ , mg/dm ³	P, mg/dm ³	K, mg/dm ³	Ca, mg/dm ³	Mg, mg/dm ³
Bałcyny*	7,86	0,18	18,9	48	65	710	31
Budziszewo**	7,19	0,20	23,2	43	78	820	114

(*) gleba średnio-zwięzła; (**) gleba ciężka

3. Wyniki badań

3.1. Ocena zdrowotności pszenic niewymłaczalnych

Diagnostyka fitopatologiczna samopszy (genotyp Jara) oraz płaskurki (genotyp Jasna, Złota) w uprawie ekologicznej ujawniły symptomy: brunatnej plamistości liści na blaszkach liściowych, na kłosach: septoriozy plew i fuzariozy kłosów oraz w kompleksie chorób podsuszkowych: łamliwości źdźbła zbóż i traw oraz fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła.

W analizie zdrowotności samopszy wykazano, że genotyp Jasna intensywnie infekował sprawca brunatnej plamistości liści w Bałcynach, a w dużo mniejszej skali w Budziszewie (Tab. 2). W kompleksie chorób podsuszkowych dominowały objawy łamliwości źdźbła zbóż i traw nad symptomami fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła. Głównym sprawcą chorób liści był grzyb *Pyrenophora tritici-repentis*, powodujący brunatną plamistość liści. Na kłosie dominowała septorioza plew, nad symptomami fuzariozy kłosów. Stwierdzono trend wyższego nasilenia chorób w uprawie intensywnej (E2) - kłoski zaprawiono mączką z gorczycy oraz wykonano nawożenie przedsiewne i pogłównie N, w stosunku do nienawożonej N uprawą ekstensywną (E1). Stwierdzono mniejsze nasilenie chorób w Budziszewo niż w Bałcynach.

W płaskurce „Jasna” w wyższym nasileniu występowała łamliwość źdźbła zbóż i traw niż fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła. Rośliny uprawiane ekstensywnie (E1), były silniej porażane przez *Oculimacula yallundae*, *O. aciformis* i grzyby rodzaju *Fusarium*, niż w systemie intensywnym (E2). Na liściach dominowała brunatna plamistość z trendem niższej presji *Pyrenophora tritici-repentis* w uprawie ekstensywniej. Na kłosie dominowała septorioza plew z wyższym nasileniem w intensywnej uprawie, natomiast nasilenie fuzariozy kłosów nie przekroczyło 5% i było na podobnym poziomie niezależnie od intensywności uprawy.

Tabela 2. Zdrowotność pszenicy samopszy genotyp Jara, w ZPD w Bałcynach k. Ostródy oraz w gospodarstwie w Budziszewie (w % powierzchni porażenia organów roślinnych)

Wyszczególnienie	Intensywność uprawy ekologicznej		
	ZPD Bałcyny		Budziszewo
	E 1	E 2	E 1
Łamliwość źdźbła zbóż (<i>Oculimacula yallundae</i> , <i>O. aciformis</i>)	3,4	4,6	0,8
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (<i>Fusarium</i> spp.)	3,3	3,2	2,8
Brunatna plamistość liści (<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>)	20,6	31,6	3,5
Rdza brunatna (<i>Puccinia recondita</i>)	0,0	0,0	0,0
Septoriozy liści (<i>Zymoseptoria tritici</i> , <i>Parastagonospora nodorum</i>)	0,0	0,0	0,0
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (<i>Blumeria graminis</i>)	0,0	0,0	0,0
Septorioza plew pszenicy (<i>Parastagonospora nodorum</i>)	12,2	19,1	3,5
Fuzarioza kłosów (<i>Fusarium</i> spp.)	0,4	1,5	0,4

Na płaskurce „Złota”, objawy łamliwości źdźbła zbóż i traw, brunatnej plamistości liści oraz chorób kłosa: septoriozy plew i fuzariozy kłosów, z wyższym nasileniem wystąpiły w uprawie intensywnej (E2); odwrotny trend dotyczył jedynie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła. W próbkach płaskurki „Złota” z Budziszewa stwierdzono objawy śnieci cuchnącej (*Tilletia caries*).

Tabela 3. Zdrowotność płaskurki genotyp Jasna i Złota, w ZPD w Bałcynach k/Ostródy oraz w gospodarstwie w Budziszewie (w % powierzchni porażenia organów roślinnych)

Wyszczególnienie	Intensywność uprawy ekologicznej		
	ZPD Bałcyny		Budziszewo
	E 1	E 2	E 1
Płaskurka jara, genotyp Jasna			
Łamliwość źdźbła zbóż (<i>Oculimacula yallundae</i> , <i>O. acuformis</i>)	17,2	9,4	-
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (<i>Fusarium</i> spp.)	16,2	7,3	-
Brunatna plamistość liści (<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>)	20,2	19,6	-
Rdza brunatna (<i>Puccinia recondita</i>)	0,0	0,0	-
Septoriozy liści (<i>Zymoseptoria tritici</i> , <i>Parastagonospora nodorum</i>)	0,0	0,0	-
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (<i>Blumeria graminis</i>)	0,0	0,0	-
Septorioza plew pszenicy (<i>Parastagonospora nodorum</i>)	9,6	11,4	-
Fuzarioza kłosów (<i>Fusarium</i> spp.)	4,4	4,2	-
Płaskurka jara, genotyp Złota			
Łamliwość źdźbła zbóż (<i>Oculimacula yallundae</i> , <i>O. acuformis</i>)	6,5	10,2	2,8
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (<i>Fusarium</i> spp.)	22,7	10,8	4,5
Brunatna plamistość liści (<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>)	15,8	18,9	5,6
Rdza brunatna (<i>Puccinia recondita</i>)	0,0	0,0	0,0
Septoriozy liści (<i>Zymoseptoria tritici</i> , <i>Parastagonospora nodorum</i>)	0,0	0,0	0,0
Mączniak prawdziwy zbóż i traw (<i>Blumeria graminis</i>)	0,0	0,0	0,0
Septorioza plew pszenicy (<i>Parastagonospora nodorum</i>)	15,2	25,1	2,1
Fuzarioza kłosów (<i>Fusarium</i> spp.)	2,5	4,2	0,8

Podsumowując, zdrowotność pszenic niewymłaczalnych determinowana była przebiegiem pogody, z tendencją do obniżonej zdrowotności roślin w uprawie ekstensywnej.

3.2. Ocena zachwaszczenia pszenic niewymłaczalnych

Generalnie samopsza silnie się krzewiąc i będąc wysokim zbożem, dosyć skutecznie konkuruje z chwastami. Na glebie średniej zachwaszczenie było niewielkie, tak w ekstensywnej jak i w intensywnej uprawie, stanowiąc < 1% biomasy ładu. Na glebie ciężkiej dominował ostrożeń polny, obsada samopszy była mniejsza, a udział chwastów w ładzie większy – 1,4%, jednak wciąż mniejszy od poziomu mogącego zredukować plon samopszy (Tab. 4).

Tabela 4. Zachwaszczenie pszenicy samopszy w ZPD w Bałcynach k. Ostródy oraz w gospodarstwie ekologicznym w Budziszewie (g na 1m²)

Wyszczególnienie	Intensywność uprawy ekologicznej		
	ZPD Bałcyny		Budziszewo
	E 1	E 2	E 1
Gatunki dominujące			
<i>Chenopodium album</i>	6,22	5,84	2,85
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	9,72
<i>Polygonum convolvulus</i>	2,71	2,48	1,94
<i>Polygonum aviculare</i>	1,24	1,32	0,58
<i>Spergula arvensis</i>	1,12	0,35	-
<i>Anthemis arvensis</i>	0,80	1,14	2,12
Obsada źdźbeł samopszy, szt. m ⁻²	836	884	686
Biomasa ładu, g m ⁻²	1 508	1 488	1 270
Masa chwastów, g m ⁻²	12,72	11,81	18,38

W składzie botanicznym chwastów na glebie średniej uwagę zwraca dominująca pozycja komosy, a na glebie ciężkiej ostrożnia polnego.

Pszenica płaskurka nie krzewi się tak silnie jak samopsza, pozostawiając nieco więcej przestrzeni dla chwastów. Na glebie średniej zachwaszczenie płaskurki, zarówno genotypu Jasna jak i Złota, było nieco większe niż samopszy, ale wciąż niewielkie. Dotyczy to zarówno uprawy ekstensywnej jak i intensywnej, aczkolwiek w tej drugiej zaznaczyła się tendencja do wzrostu zachwaszczenia. Biomasa chwastów stanowiła poniżej 2% biomasy ładu. Na glebie średniej dominowała komosa oraz rdest powojowaty, natomiast na glebie ciężkiej dominował ostrożeń polny. Obsada płaskurki była mniejsza niż samopszy. Biomasa i udział chwastów w ładzie był nieco większy w genotypie Złota niż Jasna. Warto przy tym podkreślić, że stwierdzona wielkość zachwaszczenia nie zagrażała istotnie wielkości plonu płaskurki (Tab. 5).

Zachwaszczenie płaskurki genotyp Złota w uprawie na glebie ciężkiej nie odbiegało od tego na glebie średnio zwięzłej. Zaznaczyły się jednak różnice w składzie botanicznym chwastów na glebie średniej i ciężkiej. Na tej ostatniej uwagę zwraca dużo mniejszy udział komosy, a także dominująca pozycja ostrożnia polnego.

Tabela 5. Dominujące gatunki chwastów w pszenicy płaskurce w ZPD w Bałcynach k. Ostródy oraz w gospodarstwie ekologicznym w Budziszewie (g na 1m²)

Wyszczególnienie	Intensywność uprawy ekologicznej		
	ZPD Bałcyny		Budziszewo
	E 1	E 2	E 1
Płaskurka jara, genotyp Jasna			
Gatunki dominujące			
<i>Chenopodium album</i>	6,96	8,08	-
<i>Polygonum convolvulus</i>	3,92	3,62	-
<i>Polygonum aviculare</i>	2,40	2,72	-
Obsada źdźbeł, szt. m ⁻²	624	586	-
Biomasa łąnu, g m ⁻²	1 328	1 280	-
Masa chwastów, g m ⁻²	15,36	17,19	-
Płaskurka jara, genotyp Złota			
Gatunki dominujące			
<i>Chenopodium album</i>	8,22	10,07	3,05
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	8,68
<i>Polygonum convolvulus</i>	4,12	4,54	3,16
<i>Polygonum aviculare</i>	2,75	3,02	1,08
Obsada źdźbeł, szt. m ⁻²	676	604	654
Biomasa łąnu, g m ⁻²	1 312	1 208	1 246
Masa chwastów, g m ⁻²	18,38	21,47	20,32

3.3. Wydajność i dorodność ziarna pszenic niewymłaczalnych

Wydajność jarej formy pszenicy samopszy genotyp Jara, była bardzo wysoka (zwykle forma jara znacząco ustępuje wydajnością formie ozimej). Zapewne wynikało to z przebiegu pogody, który był inny niż w ostatnich latach – od czerwca aż do zbioru padało. Na glebie średnio zwięzłej w ZPD Bałcyny, w obiekcie ekstensywnym wydajność samopszy była bardzo wysoka, a w intensywnym – wysoka (Tab. 6). W reakcji na zwiększone nawożenie (głównie N), samopsza obniżyła wydajność kłosek z 4,57 t z ha do 3,8 t z ha. Ziarno w obydwu obiektach było dorodne (wysoki plon i dorodność ziarna jest przede wszystkim zasługą dobrego rozkładu opadów).

W gospodarstwie ekologicznym J. Brzozowskiego w Budziszewie również uzyskano wysoki plon samopszy, głównie za sprawą korzystnego rozkładu opadów i dobrej gleby. Co ważne z punktu widzenia jakości materiału siewnego ziarniaki były dorodne.

Tabela 6. Plon kłosków, ziarna oraz uziarnienie kłosów i MTZ pszenicy samopszy w Bałcynach k. Ostródy oraz w gospodarstwie ekologicznym w Budziszewie

Wyszczególnienie	Intensywność uprawy ekologicznej		
	ZPD Bałcyny		Budziszewo
	E 1	E 2	E 1
Plon kłosków, t ha ⁻¹	4,57	3,80	3,62
Plon ziarna, t ha ⁻¹	3,18	2,61	2,53
Uziarnienie kłosa, %	69,5	68,6	69,8
MTZ, g	29,4	29,1	31,6

Wydajność pszenicy płaskurki genotyp Jasna, na glebie średnio zwięzłej w Bałcynach była dobra, osiągając 4 t z ha, zarówno w obiekcie ekstensywnym, jak i intensywnym (tab. 7). W reakcji na zwiększone nawożenie, wystąpiła tendencja do obniżania wydajności kłosków i ziarna. Ziarno w obydwu obiektach było niezbyt dorodne.

W uprawie płaskurki Złota (genotypu bardziej poszukiwanego na rynku od płaskurki Jasna), uzyskano o ok. 5% mniejsze plony w stosunku do genotypu Jasna. Ziarno płaskurki genotypu Złota było dorodniejsze od ziarna genotypu Jasna. Wysoka wydajność oraz dorodność ziarna genotypu Złota jest w głównej mierze zasługą dobrego rozkładu opadów.

Tabela 7. Plon kłosków, ziarna oraz uziarnienie kłosów i MTZ pszenicy płaskurki w Bałcynach k. Ostródy oraz w gospodarstwie ekologicznym w Budziszewie

Wyszczególnienie	Intensywność uprawy ekologicznej		
	ZPD Bałcyny		Budziszewo
	E 1	E 2	E 1
Płaskurka jara, genotyp Jasna			
Plon kłosków, t ha ⁻¹	4,12	4,00	-
Plon ziarna, t ha ⁻¹	2,95	2,85	-
Uziarnienie kłosa, %	71,5	71,3	-
MTZ, g	27,3	27,1	-
Płaskurka jara, genotyp Złota			
Plon kłosków, t ha ⁻¹	3,81	3,79	3,62
Plon ziarna, t ha ⁻¹	2,76	2,74	2,60
Uziarnienie kłosa, %	72,4	72,2	71,8
MTZ, g	32,4	31,9	32,0

W gospodarstwie ekologicznym J. Brzozowskiego w Budziszewie uzyskano wysoki plon pszenicy płaskurki genotypu Złota, aczkolwiek nieco mniejszy niż w Bałcynach. Główną przyczyną nieco mniejszej wydajności na glebie ciężkiej były niepełne wschody, a stąd mniejsza obsada roślin płaskurki. Co ważne - ziarniaki były dorodne.

3.4. Mykobiota zasiedlająca ziarno i plewy

W większości próbek ziarna nie stwierdzono występowania grzybów lub marginalne występowanie saprotrofów. W przypadku dwóch próbek samopszy (E1) wystąpił grzyb z rodzaju *Pyrenophora* (prawdopodobnie *Pyrenophora tritici-repentis*).

W plewach wystąpiło duże zróżnicowanie grzybów. Płaskurka Jasna była najmniej podatna na *Rhizoctonia* sp. oraz na *Pyrenophora* (DTR), ale wykazała podatność na *Fusarium* spp.. Płaskurka Złota cechowała niską podatność na *Fusarium* spp. Złota była podatna na porażenie przez *Pyrenophora* (DTR). Samopsza Jara cechowała się umiarkowaną podatnością na *Rhizoctonia* sp., odpornością na fuzariozę kłosów oraz podatnością na *Pyrenophora* (DTR).

Zwiększona intensywność uprawy E2, jest korzystna dla zdrowotności samopszy Jara i płaskurki Jasnej. W tym przypadku stwierdzono najniższe występowanie fitopatogenów. W badanych genotypach pszenic, istotne różnice w zasiedlaniu plew przez fitopatogeny zaobserwowano jedynie w przypadku *Pyrenophora* sp. Patogen ten najliczniej zasiedlał płaskurkę Złotą, umiarkowanie samopszę Jarą, a płaskurka Jasna wykazywała najniższą podatność. W przypadku płaskurki Złotej stwierdzono wysoką liczebność niegrzybowych organizmów eukariotycznych.

Podsumowując: w większości próbek ziarna pszenic nie stwierdzono obecności grzybów patogennych, a saprotrofy występowały marginalnie. Oznacza to niskie ryzyko chorób ziarna i dobre warunki przechowywania plonów. W pojedynczych przypadkach wykryto obecność grzyba *Pyrenophora* (DTR) – zwłaszcza w samopszy Jarej (E1), co oznacza, że w wybranych warunkach i genotypach może dochodzić do lokalnych ognisk patogenów. Rośliny w obydwu wariantach intensywności uprawy wymagają monitoringu pod kątem DTR. Plewy wykazały największe zróżnicowanie gatunkowe – to tam gromadzą się zarówno patogeny, jak i neutralne oraz pożyteczne mikroorganizmy.

Charakterystyka podatności / odporności genotypów pszenic niewymłaczalnych

Płaskurki Jasna ma najmniejszą podatność na *Rhizoctonia* i *Pyrenophora*. Jej wybór pozwala rolnikowi ograniczyć najważniejsze zagrożenia chorobotwórcze, choć występuje podatność na fitopatogeny rodzaju *Fusarium* (zależnie od sezonu i agrotechniki).

Płaskurka Złota ma niską podatność na fitopatogeny z rodzaju *Fusarium*, wyższą na *Rhizoctonia* sp. i *Pyrenophora* sp. (więcej lokalnych ognisk). Genotyp ten wymaga kontroli pod kątem zgorzeli i chorób liści. Typowe dla Złotej jest duża obecność organizmów eukariotycznych nie będących grzybami – może to wspierać bioróżnorodność.

Samopszę g. Jara cechuje umiarkowana podatność na *Rhizoctonia* sp., dobra odporność na *Fusarium* spp., ale możliwa podatność na *Pyrenophora* (DTR). Jej wybór jest wskazany do uprawy w gospodarstwach ekstensywnych, a zwłaszcza ekologicznych.

Wpływ intensywności uprawy

Najniższe porażenie plew wystąpiło w **E2** (uprawa intensywna) – szczególnie dla samopszy Jarej i płaskurki Jasnej. Świadczy to o wysokiej skuteczności zabiegów ochrony roślin. Uprawa intensywna **E2** sprawdziła się jako najlepsze rozwiązanie dla w/w genotypów -fitopatogeny wystąpiły tam w najmniejszym nasileniu.

Praktyczne wskazówki dla rolników na podstawie uzyskanych wyników badań:

- wybór genotypu pszenicy o niskiej podatności na fitopatogeny z rodzajów *Rhizoctonia* i *Pyrenophora* (np. płaskurka Jasna) zmniejsza ryzyko strat plonów i kosztów ochrony;
- uprawa ekologiczna intensywna (**E2**), szczególnie dla genotypów samopsza Jara i płaskurka Jasna, sprzyja ograniczaniu fitopatogenów i wspiera bezpieczeństwo fitosanitarne plonów;
- wysoka obecność organizmów antagonistycznych (rodzaje *Metarhizium* i *Trichoderma*) w wybranych systemach uprawy roślin świadczy, że promowanie naturalnej bioróżnorodności (dobry płodozmian, zasiewy wielogatunkowe) dodatkowo wspiera ochronę plonów;
- cykliczne badania mikrobiologiczne plew i ziarna pomagają przewidzieć i minimalizować ryzyko epidemii chorób.

3.5. Zanieczyszczenie plew i ziarna mikotoksynami

Obecność mikotoksyn w ziarnie zbóż może negatywnie wpływać na proces kiełkowania poprzez hamowanie syntezy białek, zaburzenia hormonalne oraz uszkodzenia komórek zarodka [*Uwineza i wsp. 2024*].

Tabela 8. Występowanie mikotoksyn w ziarnie i plewach jarej pszenicy samopszy, genotyp Jara, Bałcyny i Budziszewo, [$\mu\text{g kg}^{-1}$]

Badany materiał	DON	ZEN	T-2	HT-2	FB1	FB2	AB1	OTA
Uprawa ekstensywna E 1 , Bałcyny								
Ziarno E1	415	75,7	8,12	85,7	<2	<2	<2	<2
Plewy E1	211	127,5	<2	22,3	<2	<2	<2	<2
Uprawa intensywna E 2 , Bałcyny								
Ziarno E2	1614	492,6	3,16	20,1	<2	<2	<2	<2
Plewy E2	2,25	5,84	<2	11,7	<2	<2	<2	<2
Uprawa ekstensywna E 1 , Budziszewo								
Ziarno E1	218	57,8	5,14	15,4	<2	<2	<2	<2
Plewy E1	22,6	28,6	<2	12,1	<2	<2	<2	<2

Wyniki poniżej granicy oznaczalności metody (LOD = $2 \mu\text{g kg}^{-1}$ oznaczono jako <2 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Wartości te należy interpretować jako brak wykrywalnych ilości mikotoksyny w badanej próbce.

W ziarnie i plewach pszenic niewymłaczalnych wykryto mikotoksyny DON, ZEN, toksynę T-2 i HT-2, podczas gdy fumonizyny FB1, FB2, aflatoksyna AFB1 i ochratoksyna A były niewykrywalne. We wszystkich przypadkach stężenia mikotoksyn były wyższe w ziarnie niż w plewach, co potwierdza, że mikotoksyny gromadzą się głównie w bielmie i zarodku, a nie w okrywie nasiennej [Ederli i wsp. 2021; Kelman i wsp. 2024].

W samopszy uprawianej ekstensywnie (Bałcyny i Budziszewo), stężenia DON i ZEN były umiarkowane, a w uprawie intensywnej - były bardzo wysokie (Tab. 8). Wariant **E2** wykazał wzrost stężenia mikotoksyn, szczególnie DON, co może prowadzić do hamowania kiełkowania (spadek energii i zdolności kiełkowania, nawet o 40–60%).

Tabela 9. Występowanie mikotoksyn w ziarnie i plewach jarej pszenicy płaskurki, genotyp Jasna, Bałcyny, [$\mu\text{g kg}^{-1}$]

Badany materiał	DON	ZEN	T-2	HT-2	FB1	FB2	AB1	OTA
Uprawa ekstensywna E 1 , Bałcyny								
Ziarno E1	49,7	2077	<2	4,79	<2	<2	<2	<2
Plewy E1	0	11,3	<2	2	<2	<2	<2	<2
Uprawa intensywna E 2 , Bałcyny								
Ziarno E2	674	854	<2	2,86	<2	<2	<2	<2
Plewy E2	<2	66,6	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności metody (LOD = 2 $\mu\text{g kg}^{-1}$ oznaczono jako <2 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Wartości te należy interpretować jako brak wykrywalnych ilości mikotoksyny w badanej próbce.

W płaskurce Jasna uprawianej w Bałcynach w systemie **E2** stwierdzono fitotoksyczne stężenia DON i ZEN oraz ZEN w uprawie ekstensywnej **E1** (tab. 9). W genotypie Żłota, wariant **E2** miał mniejsze zawartości DON, a więc i ryzyko uszkodzenia zarodka. Mimo wzrostu ZEN, ziarno „Żłotej” w warunkach **E2** zachowało dobrą zdolność kiełkowania (tab. 10).

Stężenie mikotoksyn silnie zależało od intensywności nawożenia, w szczególności N. System **E2** nie zawsze ograniczał ryzyko (u samopszy zaobserwowano w nim wzrost DON i ZEN), natomiast w płaskurce genotyp Żłota – powodował obniżenie zawartości mikotoksyn. Wpływ nawożenia na mikotoksyny jest odmianowo specyficzny, co potwierdzają badania Kelmana i in. (2024). DON i ZEN były głównymi determinantami odgraniczania zdolności kiełkowania, wykazując synergiczne działanie toksyczne. Wartości > 500 $\mu\text{g/kg}$ prowadzą do istotnych zaburzeń metabolicznych zarodka i hamowania wzrostu korzeni. Z kolei ZEN w stężeniach >1000 $\mu\text{g/kg}$, wywołuje efekty podobne do stresu hormonalnego (antagonizm auksyn i cytokin), co tłumaczy obserwowany spadek wigoru siewek w płaskurce Jasna.

Podsumowując:

- ziarno wszystkich genotypów zawierało mikotoksyny w ilościach mogących wpływać na proces kiełkowania;
- największe zagrożenie stanowiły wysokie stężenia DON i ZEN, zwłaszcza w samopszy E2 oraz w płaskurce Jasnej E1;

- płaskurka „Złota” (E2) wykazała najniższy poziom ryzyka, co sugeruje jej lepsze przystosowanie do zwiększonej intensywności nawożenia ekologicznego;
- współwystępowanie DON, ZEN i toksyny HT-2 może mieć efekt synergiczny i znacząco ograniczać kiełkowanie i wigor siewek.

Tabela 10. Występowanie mikotoksyn w ziarnie i plewach jarej pszenicy płaskurki, genotyp Złota, Bałcyny i Budziszewo, [$\mu\text{g kg}^{-1}$]

Badany materiał	DON	ZEN	T-2	HT-2	FB1	FB2	AB1	OTA
Uprawa ekstensywna E 1, Bałcyny								
Ziarno E1	639	341	<2	2,24	<2	<2	<2	<2
Plewy E1	409	351	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Uprawa intensywna E 2, Bałcyny								
Ziarno E2	14,3	486	<2	3,35	<2	<2	<2	<2
Plewy E2	1,81	25,0	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Uprawa ekstensywna E 1, Budziszewo								
Ziarno E1	228	122	<2	3,02	<2	<2	<2	<2
Plewy E1	103	114	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności metody (LOD = $2 \mu\text{g kg}^{-1}$ oznaczono jako $<2 \mu\text{g kg}^{-1}$. Wartości te należy interpretować jako brak wykrywalnych ilości danych mikotoksyn w badanej próbce.

4. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania te pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Wzrost intensywności uprawy ekologicznej nie zawsze pozytywnie wpływa na wielkość plonu i zdrowotność roślin, występowanie mikotoksyn, czy dorodność ziarna. Intensyfikacja ekologicznej uprawy samopszy skutkowałą spadkiem jej wydajności i zdrobnieniem ziarna;
2. Uprawiane genotypy samopszy i płaskurki generalnie cechowały się dobrą zdrowotnością;
3. Samopsza miała lepszą zdrowotność w uprawie na glebie ciężkiej (Budziszewo) niż średnio zwięzłej (Bałcyny). Intensyfikacja agrotechniki niekorzystnie wpłynęła na jej zdrowotność.
4. Płaskurka wykazała lepszą zdrowotność na glebie ciężkiej (Budziszewo) niż średnio zwięzłej (Bałcyny). Intensyfikacja uprawy genotypu Jasna poprawiała jej zdrowotność, a intensyfikacja uprawy genotypu Złota – część chorób ograniczyła, inne zaś zwiększały nasilenie.
5. Zachwaszczenie pszenic było niewielkie i nie zależało od intensywności uprawy. W składzie botanicznym chwastów nie było gatunków zagrażających jakości materiału siewnego.
6. Uprawa intensywna (E2), szczególnie samopszy (genotyp Jara) i płaskurki genotyp Jasna, sprzyjała ograniczaniu fitopatogenów. Obecność organizmów antagonistycznych (rodzaje *Metarhizium* i *Trichoderma*) dodatkowo wspierała ochronę plonów;

7. Ziarno wszystkich genotypów przebadanych pszenic zawierało mikotoksyny w ilościach mogących negatywnie wpływać na proces kiełkowania. Największe zagrożenie dla jakości materiału siewnego stanowiły wysokie stężenia DON i ZEN, zwłaszcza w samopszy **E2** oraz płaskurce Jasnej **E1**;
8. Współwystępowanie DON, ZEN i toksyny HT-2 może mieć efekt synergiczny i znacząco ograniczać kiełkowanie i wigor siewek.

PIŚMIENNICTWO

- Castagna R., Minoia C., Porfiri O., Rocchetti G. 1996. Nitrogen level and seeding rate effects on the performance of hulled wheats (*Triticum monoccocum* L., *T. diocococum* Schubler and *T. spelta*) evaluated in contrasting agronomic environments. *J. Agron. Crop Sci.* 176. 173–181.
- Codianni P., Paoletta G., Castagna R., Li Destri Nicosia O., Di Fonzo N. 1993. Agronomical performance of farro in southern Italy environments (in Italian) *L'Informatore Agrario*: 38; 45–48.
- Ederli, L.; Beccari, G.; Tini, F.; Bergamini, I.; Bellezza, I.; Romani, R.; Covarelli, L. Enniatin B and Deoxynivalenol Activity on Bread Wheat and on Fusarium Species Development. *Toxins* 2021, 13, 728.
- Han, X.; Huangfu, B.; Xu, T.; Xu, W.; Asakiya, C.; Huang, K.; He, X. Research Progress of Safety of Zearalenone: A Review. *Toxins* 2022, 14, 386.
- Hassani, F.; Zare, L.; Khalediet, N. Evaluation of germination and vigour indices associated with Fusarium-infected seeds in pre-basic seeds wheat fields. *J. Plant Prot. Res.* 2019, 59(1): 69–85.
- Kelman, M.J.; Miller, J.D.; Renaud, J.B.; Baskova, D.; Sumarah, M.W. A Multi-Year Study of Mycotoxin Co-Occurrence in Wheat and Corn Grown in Ontario, Canada. *Toxins* 2024, 16, 372.
- Kościelniak, J.; Ostrowska, A.; Biesaga-Kościelniak, J.; Filek, W.; Janeczko A.; Mohamed Kalaji, H.; Stalmach, K. The effect of zearalenone on PSII photochemical activity and growth in wheat and soybean under salt (NaCl) stress. *Acta Physiol. Plant.* 2011, 33:2329–2338.
- Li, X.-Z.; Hassan, Y.I.; Lepp, D.; Zhu, Y.; Zhou, T. 3-keto-DON, but Not 3-epi-DON, Retains the in Planta Toxicological Potential after the Enzymatic Biotransformation of Deoxynivalenol. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 7230.
- Marino S., Tognetti R., Alvino A. 2009. Crop yield and grain quality of emmer populations grown in central Italy, as affect by nitrogen fertilization. *Europ. J Agron.* 31; 233–240
- Meneely, J.; Greer, B.; Kolawole, O.; Elliott, C. T-2 and HT-2 Toxins: Toxicity, Occurrence and Analysis: A Review. *Toxins* 2023, 15, 481.
- Podyma W., Kuszewska K., Tyburski J. 2013. Charakterystyka oraz możliwości wykorzystania współcześnie niedocenianych zbóż. W: *Biologiczna różnorodność ekosystemów rolnych oraz możliwości jej ochrony w gospodarstwach ekologicznych* (red. Tyburski J., Kostrzevska M.), UWM w Olsztynie: 17–41.
- Sun, C.; Mao, C.; Zhou, Z.; Xiao, J.; Zhou, W.; Du, J.; Li, J. In Vitro Assessment of Ozone-Treated Deoxynivalenol by Measuring Cytotoxicity and Wheat Quality. *Toxins* 2024, 16, 64.
- Tyburski J., Sienkiewicz S. (red.) 2013. *Chemiczne uwarunkowania żyzności gleby w rolnictwie ekologicznym*. UWM w Olsztynie, ss. 174.
- Uwineza PA, Urbaniak M, Stepień Ł, Gramza-Michałowska A and Waśkiewicz A. Efficacy of *Lamium album* as a natural fungicide: impact on seed germination, ergosterol, and mycotoxins in *Fusarium culmorum*-infected wheat seedlings. *Front. Microbiol.* 2024, 15:1363204.



STRESZCZENIE

z przeprowadzonych w 2025 r. badań podstawowych

na rzecz rolnictwa ekologicznego, pt.:

Badania w zakresie opracowania efektywnych metod produkcji wysokobiałkowych ekologicznych komponentów pasz dla trzody chlewnej i drobiu.

Realizowanych przez:

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Na podstawie § 8 ust. 1 pkt 2, ust. 2 pkt 2 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170, z późn. zm.).

Kierownik tematu: dr hab. Kazimierz Obremski, prof. UWM

Główni wykonawcy:

dr hab. Józef Tyburski, *prof. UWM*

dr Paweł Wojtacha

OLSZTYN, 2025

1. WPROWADZENIE

W ramach zadania pt. „Badania w zakresie opracowania efektywnych metod produkcji wysokobiałkowych ekologicznych komponentów pasz dla trzody chlewnej i drobiu” zespół badawczy Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie przeprowadził kompleksową ocenę wartości pokarmowej czterech odmian soi: Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia. Analizie poddano surowe pełnotłuste nasiona, ekstrudowane pełnotłuste nasiona, makuch po tłoczeniu oleju na zimno oraz makuch poddany dodatkowo procesowi ekstruzji. Badania wpisują się w strategiczne działania zmierzające do zwiększenia krajowej samowystarczalności białkowej oraz rozwoju ekologicznych źródeł komponentów paszowych dla zwierząt monogastrycznych.

Soja stanowi najcenniejszą roślinę strączkową wykorzystywaną w żywieniu świń i drobiu, głównie ze względu na wysoką koncentrację białka oraz korzystny profil aminokwasowy, z dużym udziałem lizyny. W warunkach rolnictwa ekologicznego, gdzie niedozwolone jest stosowanie syntetycznych aminokwasów, jakość białka surowca paszowego nabiera szczególnego znaczenia. W 2024 roku areał uprawy soi w Polsce osiągnął około 80 tys. ha, jednak potencjał agroklimatyczny kraju umożliwia zwiększenie zasiewów nawet do 700 tys. ha, co pozwoliłoby pokryć znaczną część zapotrzebowania krajowego przemysłu paszowego na białko sojowe. Obecnie Polska w dużym stopniu uzależniona jest od importu śruty sojowej pochodzącej głównie z krajów, w których dominuje uprawa odmian genetycznie modyfikowanych. W kontekście planowanego ograniczenia stosowania GMO w żywieniu zwierząt zasadne staje się rozwijanie krajowej produkcji soi niemodyfikowanej genetycznie oraz doskonalenie technologii jej przetwarzania.

W systemach ekologicznych podstawową metodą pozyskiwania oleju jest tłoczenie na zimno, bez użycia rozpuszczalników chemicznych i wysokiej temperatury. Produktem ubocznym tego procesu jest makuch sojowy, który mimo częściowej utraty tłuszczu, zachowuje wysoką zawartość białka (35–45% s.m., w zależności od odmiany i warunków uprawy), a także znaczące ilości energii metabolicznej, włókna surowego, witamin, składników mineralnych oraz związków biologicznie czynnych. W makuchach pozostaje zwykle 4–7% tłuszczu, co zwiększa ich wartość energetyczną. Czynnikiem ograniczającym wykorzystanie makucha, szczególnie w żywieniu świń, jest poziom włókna surowego, wpływający na strawność i wykorzystanie składników pokarmowych.

Pełnotłuste nasiona soi charakteryzują się wyższą koncentracją tłuszczu, w tym nienasyconych kwasów tłuszczowych (m.in. linolowego i linolenowego), co czyni je wartościowym komponentem energetycznym. Z kolei produkty po ekstrakcji tłuszczu cechują się wyższą koncentracją białka i aminokwasów. Istotnym ograniczeniem stosowania surowych nasion jest obecność substancji antyżywniowych, w tym inhibitorów proteaz i β -konglicyniny, które obniżają strawność białka i mogą negatywnie wpływać na funkcjonowanie trzustki. Związki te mają charakter termolabilny, dlatego procesy obróbki cieplnej, w szczególności ekstruzja, pozwalają skutecznie ograniczyć ich aktywność i poprawić wartość żywieniową surowca.

Dodatkowym zagrożeniem w produkcji pasz są mikotoksyny wytwarzane przez grzyby pleśniowe. Związki te wykazują działanie toksyczne (m.in. kancerogenne, mutagenne, estrogenne i immunotoksyczne), a ich obecność nawet w niskich stężeniach może prowadzić do pogorszenia zdrowotności i obniżenia produktywności zwierząt, a także do przenikania metabolitów do produktów pochodzenia zwierzęcego. W Unii Europejskiej kwestie te regulowane są m.in. przez Rozporządzenie Komisji (UE) 2023/915, Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007, Rozporządzenie Komisji (WE) nr

889/2008 oraz Zalecenie Komisji 2013/165/UE, określające dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń i zasady produkcji ekologicznej.

Analizowane odmiany różnią się istotnie profilem chemicznym i przydatnością żywieniową. Abelina charakteryzuje się podwyższoną zawartością tłuszczu (ok. 18% s.m.) i umiarkowaną koncentracją białka, co predysponuje ją do zastosowań wymagających wyższej koncentracji energii. Bilyavka wyróżnia się najwyższą zawartością białka w nasionach i makuchu oraz korzystnym profilem aminokwasowym, szczególnie pod względem lizyny i argininy. Lajma cechuje się najwyższą jakością białka i najwyższą koncentracją kluczowych aminokwasów, a po ekstruzji osiąga najwyższy poziom białka ogólnego przy stosunkowo niskiej zawartości włókna, co czyni ją szczególnie przydatną w żywieniu drobiu i innych monogastrycznych. Magnolia natomiast odznacza się nieco niższą zawartością białka w nasionach surowych, wyższym udziałem włókna oraz korzystnym poziomem składników mineralnych; po obróbce technologicznej uzyskuje konkurencyjną koncentrację białka i wykazuje dobrą adaptację do zróżnicowanych warunków siedliskowych.

Celem badań była porównawcza ocena wartości pokarmowej czterech odmian soi w różnych formach technologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem ich przydatności jako ekologicznych, wysokobiałkowych komponentów pasz dla trzody chlewnej i drobiu. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do optymalizacji technologii przetwarzania oraz racjonalnego doboru odmian w zależności od kierunku produkcji i wymagań żywieniowych zwierząt.

2. Metodyka badań

2.1. Materiał badawczy

Soję uprawiano w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym Bartosza Piskorskiego w Kołodziejewie (pow. inowrocławski, woj. kujawsko-pomorskie). Pierwotnie do badań planowano włączyć odmiany Erica i Accassa, jednak ze względu na ich przedłużający się okres wegetacji, który mógł utrudnić terminowy zbiór i dalsze etapy doświadczenia, zostały one ostatecznie zastąpione odmianami Bilyavka i Lajma. Proces ekstruzji pełnotłustych nasion soi, produkcję makucha po tłoczeniu oleju na zimno oraz ekstruzję makucha przeprowadzono w ekologicznej, certyfikowanej wytwórni pasz SBP Pasze Sp. z o.o. w Suszu (woj. warmińsko-mazurskie). W czterech formach materiału paszowego tj. surowych pełnotłustych nasionach soi, ekstrudowanych pełnotłustych nasionach, makuchu po tłoczeniu oleju na zimno oraz makuchu poddanym ekstruzji, przeprowadzono szczegółowe analizy laboratoryjne obejmujące oznaczenie składu chemicznego i wybranych parametrów jakościowych.

2.2. Analizy laboratoryjne

2.2.1. Analiza składników pokarmowych i antyżywniowych

- a) sucha masa (metoda suszarkowo-wagowa), popiół surowy (metoda wagowa, spalanie w 580°C), białko surowe (metoda Kjeldahla), tłuszcz surowy (metoda wagowa wg Soxhleta), włókno surowe (metoda wagowa) i jego frakcje (NDF – włókno detergentowo neutralne, ADF – włókno detergentowo kwaśne i ADL – lignina kwaśno-detergentowa) - metoda Van Soest'a;
- b) profil wybranych aminokwasów (alanina, arginina, fenyloalanina, glicyna, histydyna, kwas asparaginowy, kwas glutaminowy, leucyna/izoleucyna, lizyna, metionina, prolina, seryna, treonina i walina) – wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC);
- c) składniki mineralne – wapń, fosfor ogólny, potas, magnez) - Spektrometria Absorpcji Atomowej

(ASA/AAS);

- d) mikotoksyny: aflatoksyna B1 (AFB1), deoksynivalenol (DON), fumonizyny B1 i B2 (FB1 i FB2), toksyna T-2, toksyna HT-2, ochratoksyna A (OTA) oraz zearalenon (ZEN) – metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją masową HPLC-MS/MS.

3. Wyniki badań

3.1. Składniki pokarmowe surowych nasion soi

Analiza chemiczna surowych nasion czterech odmian soi wykazała bardzo zbliżoną zawartość suchej masy, co świadczy o porównywalnym stopniu dojrzałości i warunkach zbioru materiału (Tabela 1). Wyraźniejsze różnice dotyczyły koncentracji białka surowego i tłuszczu surowego. Najwyższą zawartością białka surowego charakteryzowały się odmiany Bilyavka i Lajma, co potwierdza ich wyraźnie białkowy profil i wysoką przydatność do produkcji komponentów wysokobiałkowych. Abelina i Magnolia zawierały mniej białka surowego, wykazując jednocześnie relatywnie wyższy udział frakcji lipidowej, co wskazuje na bardziej oleisty charakter użytkowy, szczególnie w przypadku odmiany Abelina. Zawartość włókna surowego oraz frakcji włókna detergentowego była zróżnicowana między odmianami, co może istotnie wpływać na strawność i wykorzystanie składników pokarmowych. Najkorzystniejsze parametry struktury ścian komórkowych, zwłaszcza najniższą zawartość ligniny, odnotowano w odmianie Lajma, co wskazuje na potencjalnie wyższą biodostępność białka i lepszą przyswajalność. Wyższy poziom ligniny w odmianie Abelina, a także większa zawartość włókna surowego odmianie Magnolia, mogą w pewnym stopniu ograniczać strawność. Zawartość popiołu surowego była wyrównana we wszystkich odmianach, co świadczy o podobnym poziomie składników mineralnych w badanym materiale.

Tabela 1. Skład chemiczny surowych nasion soi odmian Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [% s.m.].

Odmiana	SM [%]	BS	TS	WS	NDF	ADF	ADL	PS
Abelina	93,71	41,75	18,08	5,04	15,47	13,64	2,52	4,86
Bilyavka	93,74	45,66	16,28	5,16	13,92	11,51	1,46	4,63
Lajma	93,68	45,46	16,19	5,41	16,79	12,48	0,76	4,84
Magnolia	93,73	41,11	16,81	6,70	16,66	14,01	1,68	4,74

SM – sucha masa, BS – białko surowe; TS – tłuszcz surowy; WS – włókno surowe; NDF – włókno detergentowo neutralne; ADF – włókno detergentowo kwaśne; ADL – lignina kwaśno-detergentowa; PS – popiół surowy

3.2. Składniki pokarmowe ekstrudowanych nasion soi

Zawartość suchej masy była wyrównana, co potwierdza prawidłowy przebieg procesu ekstruzji i stabilność parametrów wilgotnościowych materiału (Tabela 2). Najwyższą koncentrację białka ogólnego po ekstruzji wykazała odmiana Lajma, co potwierdza jej bardzo wysoką wartość paszową i korzystny profil użytkowy. Wysoką zawartością białka charakteryzowała się również Bilyavka, natomiast Abelina i Magnolia cechowały się nieco niższym udziałem tej frakcji, co wiąże się z większym udziałem tłuszczu. Abelina utrzymała najwyższy poziom tłuszczu surowego, potwierdzając swój oleisty charakter także po obróbce termicznej. Zawartość włókna surowego oraz frakcji włókna detergentowego była umiarkowana, przy czym Lajma wyróżniała się najkorzystniejszym układem – niską zawartością włókna surowego i bardzo małym udziałem ligniny, co wskazuje na dobrą strawność i wysoką biodostępność składników pokarmowych. Niska zawartość ligniny we wszystkich odmianach świadczy o skuteczności procesu ekstruzji w poprawie właściwości żywieniowych. Poziom popiołu surowego był wyrównany, co oznacza, że obróbka technologiczna nie wpłynęła istotnie na zawartość składników mineralnych.

Tabela 2. Skład chemiczny ekstrudowanych nasiona odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [% s.m.].

Odmiana	SM [%]	BS	TS	WS	NDF	ADF	ADL	PS
Abelina	93,52	42,81	17,30	6,21	9,22	6,18	0,40	5,39
Bilyavka	94,16	44,44	15,50	5,98	8,65	6,32	0,32	4,84
Lajma	93,53	49,62	15,40	5,38	9,90	6,60	0,14	5,48
Magnolia	93,52	45,77	16,00	5,97	9,98	8,57	0,30	5,49

SM – sucha masa. BS – białko surowe; TS – tłuszcz surowy; WS – włókno surowe; NDF – włókno detergentowo neutralne; ADF – włókno detergentowo kwaśne; ADL – lignina kwaśno-detergentowa; PS – popiół surowy

3.3. Składniki pokarmowe makucha sojowego po tłoczeniu oleju na zimno

Makuch sojowy otrzymany po tłoczeniu oleju na zimno charakteryzował się wyrównaną zawartością suchej masy, co potwierdza stabilny przebieg procesu technologicznego (Tabela 3.). Po oddzieleniu oleju nastąpiła koncentracja frakcji białkowej, przy czym najwyższy potencjał białkowy zachowały odmiany Bilyavka i Lajma. Abelina i Magnolia wykazywały nieco niższą zawartość białka surowego, co może wiązać się z większym udziałem pozostałości tłuszczu i frakcji włóknistych. Zawartość tłuszczu surowego w makuchu była wyraźnie obniżona w porównaniu z surowymi nasionami, jednak Abelina utrzymała relatywnie najwyższy poziom frakcji lipidowej, co potwierdza jej oleisty charakter. Najkorzystniejszy skład strukturalny, obejmujący najniższy udział włókna surowego oraz frakcji detergentowych, stwierdzono w odmianie Lajma, co wskazuje na potencjalnie wyższą strawność i lepszą wartość żywieniową. We wszystkich odmianach zawartość ligniny pozostawała niska, co oznacza, że proces tłoczenia nie zwiększył udziału składników niestrawnych. Poziom popiołu surowego był wyrównany, świadcząc o podobnej zawartości składników mineralnych w badanych makuchach.

Tabela 3. Skład chemiczny makucha sojowego po tłoczeniu oleju na zimno odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [% s.m.].

Odmiana	SM [%]	BS	TS	WS	NDF	ADF	ADL	PS
Abelina	94,59	43,38	12,30	6,05	9,98	7,23	0,62	4,96
Bilyavka	94,41	45,17	11,70	5,49	9,40	8,91	0,63	4,95
Lajma	94,37	44,86	11,60	5,06	8,88	6,90	0,33	5,09
Magnolia	94,78	43,33	11,90	5,44	9,34	7,32	0,46	4,92

SM – sucha masa. BS – białko surowe; TS – tłuszcz surowy; WS – włókno surowe; NDF – włókno detergentowo neutralne; ADF – włókno detergentowo kwaśne; ADL – lignina kwaśno-detergentowa; PS – popiół surowy

3.4. Składniki pokarmowe ekstrudowanego makucha po tłoczeniu oleju na zimno

Ekstrudowany makuch sojowy charakteryzował się wyrównaną zawartością suchej masy, co potwierdza stabilność parametrów materiału po obróbce cieplno-ciśnieniowej (Tabela 4). Zawartość białka surowego pozostała wysoka we wszystkich odmianach, przy czym najwyższą koncentrację frakcji białkowej odnotowano w odmianach Lajma i Magnolia. Wskazuje to, że proces ekstruzji nie spowodował degradacji białek, a mógł sprzyjać poprawie ich strawności poprzez denaturację struktur białkowych. Zawartość tłuszczu surowego była zbliżona między odmianami i świadczyła o zachowaniu reszkowej frakcji lipidowej po tłoczeniu i ekstruzji. Zróżnicowanie dotyczyło głównie udziału włókna surowego – najwyższy poziom stwierdzono w odmianie Magnolia, natomiast najniższy w Lajma, co przekłada się na potencjalnie lepszą strawność i wyższą wartość pokarmową tej ostatniej. Analiza frakcji włókna detergentowego potwierdziła korzystniejszy profil strukturalny Lajmy oraz niski udział ligniny we wszystkich odmianach, co wskazuje na dobrą przyswajalność składników pokarmowych. Zawartość popiołu surowego była wyrównana, co świadczy o braku istotnego wpływu ekstruzji na poziom składników mineralnych.

Tabela 4. Skład chemiczny ekstrudowanego makucha po tłoczeniu oleju na zimno odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [% s.m.].

Odmiana	SM [%]	BS	TS	WS	NDF	ADF	ADL	PS
Abelina	94,20	44,79	11,80	6,17	10,12	7,31	0,21	5,41
Bilyavka	94,28	47,11	11,20	5,68	9,54	7,11	0,58	5,38
Lajma	94,13	48,66	11,10	5,60	9,07	6,17	0,43	5,50
Magnolia	94,25	48,20	11,40	6,41	11,67	7,93	0,47	5,63

SM – sucha masa. BS – białko surowe; TS – tłuszcz surowy; WS – włókno surowe; NDF – włókno detergentowo neutralne; ADF – włókno detergentowo kwaśne; ADL – lignina kwaśno-detergentowa; PS – popiół surowy

3.5. Profil aminokwasowy surowych nasion soi

W badaniu porównano profil aminokwasowy nasion odmian soi: Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia. Oceniano zarówno aminokwasy egzogenne, jak i endogenne (Tabela 5.). Najwyższą zawartością większości analizowanych aminokwasów wyróżniała się odmiana Lajma, co wskazuje na jej najwyższą wartość biologiczną białka i korzystny profil paszowy. Dotyczyło to aminokwasów kwaśnych, rozgałęzionych, siarkowych oraz pozostałych analizowanych związków. Najniższe poziomy wielu aminokwasów stwierdzono w odmianie Bilyavka. Odmiana Abelina wyróżniała się natomiast najwyższą zawartością aminokwasów zasadowych, w tym lizyny, co ma istotne znaczenie w żywieniu zwierząt.

Tabela 5. Zawartość aminokwasów w surowych nasionach soi odmian Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [$\mu\text{g}/\text{mg}$].

Aminokwas	Abelina	Bilyavka	Lajma	Magnolia	Najwyższa wartość
Alanina	13,17	10,57	14,78	12,80	Lajma
Arginina	7,67	7,15	7,03	5,66	Abelina
Fenylalanina	17,46	11,60	20,30	16,20	Lajma
Glicyna	12,68	11,10	14,28	12,90	Lajma
Histydyna	9,43	8,35	6,62	6,20	Abelina
Kwas asparaginowy	43,13	32,45	48,27	41,53	Lajma
Kwas glutaminowy	57,27	44,01	68,11	56,06	Lajma
Leucyna/Izoleucyna	21,17	14,79	24,42	19,98	Lajma
Lizyna	6,80	5,72	3,88	3,40	Abelina
Metionina	2,52	1,90	2,85	2,44	Lajma
Prolina	9,93	8,86	11,61	10,24	Lajma
Seryna	14,77	11,76	16,13	14,19	Lajma
Treonina	13,05	8,92	15,12	12,41	Lajma
Walina	13,29	9,24	14,31	11,79	Lajma

3.6. Profil aminokwasowy ekstrudowanych nasion soi

Odmiana Lajma charakteryzowała się najwyższą zawartością większości analizowanych aminokwasów (m.in. kwaśnych, rozgałęzionych, siarkowych i pozostałych), co wskazuje na jej najwyższą wartość biologiczną i przydatność paszową (Tabela 6). Najniższe poziomy wielu aminokwasów stwierdzono w odmianie Bilyavka. W grupie aminokwasów zasadowych wyróżniała się odmiana Abelina, szczególnie pod względem zawartości lizyny, istotnej w żywieniu zwierząt.

Tabela 6. Zawartość aminokwasów w ekstrudowanych nasionach soi odmian Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [$\mu\text{g}/\text{mg}$].

Aminokwas	Abelina	Bilyavka	Lajma	Magnolia	Najwyższa wartość
Alanina	13,52	7,57	14,47	6,62	Lajma
Arginina	3,78	4,24	3,46	3,61	Bilyavka
Fenylalanina	16,59	7,34	18,97	5,90	Lajma
Glicyna	12,87	7,33	13,55	7,03	Lajma
Histydyna	5,37	5,42	6,08	4,88	Lajma
Kwas asparaginowy	37,60	20,86	39,17	16,46	Lajma
Kwas glutaminowy	52,49	27,72	58,01	23,65	Lajma
Leucyna/Izoleucyna	20,64	9,63	23,98	8,10	Lajma
Lizyna	2,57	2,89	2,26	2,73	Bilyavka
Metionina	2,52	1,30	2,79	1,11	Lajma
Prolina	10,65	6,54	11,91	5,78	Lajma
Seryna	13,40	7,37	13,83	6,35	Lajma
Treonina	12,52	5,99	14,16	4,95	Lajma
Walina	12,2	5,88	14,22	4,82	Lajma

3.7. Profil aminokwasowy makucha sojowego po tłoczeniu oleju na zimno

Zawartość aminokwasów w makuchu była zróżnicowana w zależności od odmiany soi (Tabela 7). Najwyższy poziom większości analizowanych aminokwasów (kwaśnych, rozgałęzionych, siarkowych i obojętnych) stwierdzono w makuchu z odmiany Lajma, co wskazuje na jego najwyższą wartość biologiczną i paszową. Odmiana Abelina wyróżniała się podwyższoną zawartością aminokwasów zasadowych, zwłaszcza lizyny, argininy i histydyny, istotnych w żywieniu zwierząt. Makuchy z odmian Bilyavka i Magnolia charakteryzowały się niższą ogólną zawartością aminokwasów, co może świadczyć o mniejszej stabilności białek podczas procesu tłoczenia.

Tabela 7. Zawartość aminokwasów w makuchu sojowym po tłoczeniu oleju na zimno odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [$\mu\text{g}/\text{mg}$].

Aminokwas	Abelina	Bilyavka	Lajma	Magnolia	Najwyższa wartość
Alanina	13,17	10,57	14,78	12,80	Lajma
Arginina	7,67	7,15	7,03	5,66	Abelina
Fenylalanina	17,46	11,60	20,3	16,20	Lajma
Glicyna	12,68	11,10	14,28	12,90	Lajma
Histydyna	9,43	8,35	6,62	6,20	Abelina
Kwas asparaginowy	43,13	32,45	48,27	41,53	Lajma
Kwas glutaminowy	57,27	44,01	68,11	56,06	Lajma
Leucyna/Izoleucyna	21,17	14,79	24,42	19,98	Lajma
Lizyna	6,80	5,72	3,88	3,40	Abelina
Metionina	2,52	1,90	2,85	2,44	Lajma
Prolina	9,93	8,86	11,61	10,24	Lajma
Seryna	14,77	11,76	16,13	14,19	Lajma
Treonina	13,05	8,92	15,12	12,41	Lajma
Walina	13,29	9,24	14,31	11,79	Lajma

3.8. Profil aminokwasowy ekstrudowanego makucha sojowego po tłoczeniu oleju na zimno

W ekstrudowanym makuchu sojowym zawartość aminokwasów różniła się w zależności od odmiany (Tabela 8). Najwyższy poziom większości aminokwasów, w tym kwaśnych, rozgałęzionych, siarkowych i obojętnych, odnotowano w odmianie Lajma, co wskazuje na jej korzystny profil żywieniowy i wysoką wartość biologiczną białka po procesie ekstruzji. Odmiana Bilyavka wyróżniała się natomiast najwyższą zawartością aminokwasów zasadowych, istotnych dla wzrostu i odporności zwierząt. Uzyskane różnice potwierdzają, że odmiana soi wpływa na jakość i stabilność białka w makuchu po obróbce technologicznej.

Tabela 7. Zawartość aminokwasów w makuchu sojowym po tłoczeniu oleju na zimno odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [$\mu\text{g}/\text{mg}$].

Aminokwas	Abelina	Bilyavka	Lajma	Magnolia	Najwyższa wartość
Alanina	13,17	10,57	14,78	12,80	Lajma
Arginina	7,67	7,15	7,03	5,66	Abelina
Fenylalanina	17,46	11,60	20,3	16,20	Lajma
Glicyna	12,68	11,10	14,28	12,90	Lajma
Histydyna	9,43	8,35	6,62	6,20	Abelina
Kwas asparaginowy	43,13	32,45	48,27	41,53	Lajma
Kwas glutaminowy	57,27	44,01	68,11	56,06	Lajma
Leucyna/Izoleucyna	21,17	14,79	24,42	19,98	Lajma
Lizyna	6,80	5,72	3,88	3,40	Abelina
Metionina	2,52	1,90	2,85	2,44	Lajma
Prolina	9,93	8,86	11,61	10,24	Lajma
Seryna	14,77	11,76	16,13	14,19	Lajma
Treonina	13,05	8,92	15,12	12,41	Lajma
Walina	13,29	9,24	14,31	11,79	Lajma

3.8. Profil aminokwasowy ekstrudowanego makucha sojowego po tłoczeniu oleju na zimno

W ekstrudowanym makuchu sojowym zawartość aminokwasów różniła się w zależności od odmiany (Tabela 8). Najwyższy poziom większości aminokwasów, w tym kwaśnych, rozgałęzionych, siarkowych i obojętnych, odnotowano w odmianie Lajma, co wskazuje na jej korzystny profil żywieniowy i wysoką wartość biologiczną białka po procesie ekstruzji. Odmiana Bilyavka wyróżniała się natomiast najwyższą zawartością aminokwasów zasadowych, istotnych dla wzrostu i odporności zwierząt. Uzyskane różnice potwierdzają, że odmiana soi wpływa na jakość i stabilność białka w makuchu po obróbce technologicznej.

Tabela 8. Zawartość aminokwasów w ekstrudowanym makuchu sojowym odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [$\mu\text{g}/\text{mg}$].

Aminokwas	Abelina	Bilyavka	Lajma	Magnolia	Najwyższa wartość
Alanina	13,64	13,66	15,01	13,88	Lajma
Arginina	6,22	8,45	7,52	5,97	Bilyavka
Fenylalanina	17,46	16,86	19,46	18,74	Lajma
Glicyna	14,1	14,37	15,59	14,41	Lajma
Histydyna	7,07	9,00	7,75	6,72	Bilyavka
Kwas asparaginowy	40,07	40,16	45,38	41,80	Lajma
Kwas glutaminowy	57,76	57,77	65,51	61,20	Lajma
Leucyna/Izoleucyna	21,60	20,18	23,77	22,23	Lajma
Lizyna	3,54	5,18	4,20	3,21	Bilyavka
Metionina	2,61	2,68	2,91	2,65	Lajma
Prolina	10,67	11,11	12,41	11,54	Lajma
Seryna	14,61	14,08	16,42	15,64	Lajma
Treonina	13,45	13,43	15,07	14,72	Lajma
Walina	11,69	10,55	12,74	11,93	Lajma

3.9. Pierwiastki mineralne (makroelementy) ziaren soi i produktów ich przetworzenia

Oznaczono zawartość wapnia, magnezu, fosforu i potasu w surowych nasionach czterech odmian soi (Tabela 9). Stwierdzono różnicowanie składu mineralnego między odmianami, wynikające z uwarunkowań genetycznych i środowiskowych. Najwyższą zawartością wapnia i magnezu wyróżniała się Magnolia, natomiast Lajma charakteryzowała się najniższym poziomem tych pierwiastków. Najwięcej fosforu odnotowano w odmianie Abelina, a najmniej w Bilyavka. Lajma cechowała się najwyższą zawartością potasu, podczas gdy Abelina – najniższą. Różnice te wskazują na istotny wpływ odmiany na wartość mineralną nasion soi.

Tabela 9. Makroelementy w surowych nasionach odmian soi odmian Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [mg/kg].

Badany materiał	Ca	Mg	P	K
Abelina	1737,87	2121,42	7893,76	16828,56
Bielawka	1956,43	2101,99	6023,32	16991,16
Lajma	1492,94	2004,40	7283,59	18956,63
Magnolia	1974,92	2616,17	6057,82	18171,38

W ekstrudowanych nasionach soi odmian Abelina, Bielawka, Lajma i Magnolia stwierdzono zróżnicowanie zawartości wapnia, magnezu, fosforu i potasu (Tabela 10). Najwyższą zawartością wapnia, magnezu i potasu wyróżniała się Magnolia, natomiast najwięcej fosforu odnotowano w odmianie Abelina. Proces ekstruzji mógł wpłynąć na poziom i biodostępność makroelementów. Wysoka temperatura i ciśnienie sprzyjają częściowej degradacji fitynianów, co może zwiększać przyswajalność minerałów, mimo możliwych niewielkich strat ilościowych.

Tabela 10. Makroelementy w ekstrudowanych nasionach odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [mg/kg].

Badany materiał	Ca	Mg	P	K
Abelina	1913,80	2505,92	8175,45	17892,49
Bielawka	1997,68	1913,34	5240,19	15515,88
Lajma	1875,35	2184,76	5254,53	15454,68
Magnolia	2105,75	2871,47	7190,61	21058,93

W makuchach po tłoczeniu oleju na zimno stwierdzono zróżnicowaną zawartość wapnia, magnezu, fosforu i potasu w zależności od odmiany soi (Tabela 11). Najwyższą ogólną zawartością makroelementów wyróżniała się Abelina, szczególnie pod względem wapnia i fosforu, natomiast Magnolia cechowała się wyższym poziomem magnezu i potasu. Najniższe wartości większości pierwiastków odnotowano w odmianie Bielawka. Proces tłoczenia na zimno sprzyja zagęszczeniu składników mineralnych w makuchu, ponieważ nie przechodzą one do frakcji olejowej. Różnice między odmianami mogą wynikać z budowy nasion i efektywności oddzielania tłuszczu.

Tabela 11. Makroelementy w makuchu po tłoczeniu oleju na zimno odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [mg/kg].

Badany materiał	Ca	Mg	P	K
Abelina	2129,41	2471,11	7490,28	16420,82
Bielawka	1708,51	1995,48	5461,49	15731,10
Lajma	1735,41	2071,27	6447,70	17522,34
Magnolia	1851,73	2563,94	6227,56	18041,86

W ekstrudowanym makuchu po tłoczeniu na zimno stwierdzono zróżnicowaną zawartość wapnia, magnezu, fosforu i potasu w zależności od odmiany soi (Tabela 12). Najwyższą ogólną zawartością makroelementów wyróżniały się Magnolia i Abelina, natomiast najniższe wartości odnotowano w odmianie Bielawka. Proces ekstruzji mógł zwiększyć biodostępność składników mineralnych poprzez rozpad struktur komórkowych i częściową degradację fitynianów, sprzyjając jednocześnie stabilizacji i ujednoczeniu składu mineralnego produktu.

Tabela 12. Makroelementy w ekstrudowanym makuchu po tłoczeniu oleju na zimno odmian soi Abelina, Bilyavka, Lajma i Magnolia [mg/kg].

Badany materiał	Ca	Mg	P	K
Abelina	2057,59	2584,98	8356,19	17910,72
Bielawka	2014,94	2113,46	5522,37	15961,94
Lajma	1709,54	2272,18	7211,88	20061,63
Magnolia	2153,68	3075,98	7184,74	21644,70

3.10. Zanieczyszczenie soi i produktów jej przetwarzania mikotoksynami

We wszystkich odmianach soi (Abelina, Bilyavka, Lajma, Magnolia) oraz w produktach ich przetwarzania poziomy mikotoksyn były wielokrotnie niższe od limitów UE.

Najwyższe stężenia sumy T-2 + HT-2 odnotowano w odmianie Magnolia (do ok. 132 µg/kg; limit 200 µg/kg), natomiast najwyższe poziomy ZEN stwierdzono również w Magnolii (do ok. 41 µg/kg; limit 500 µg/kg). W odmianie Bilyavka obserwowano relatywnie wyższe wartości T-2 + HT-2 w części produktów (do ok. 120 µg/kg). W przypadku Abeliny i Lajmy poziomy mikotoksyn były niższe; DON osiągał maksymalnie ok. 9 µg/kg (limit 5000 µg/kg). Fumonizyny, aflatoksyna B1 (<20 µg/kg) i ochratoksyna A (<100 µg/kg) pozostawały poniżej granicy oznaczalności lub występowały w śladowych ilościach.

Ekstruzja sprzyjała częściowej redukcji mikotoksyn, a tłoczenie na zimno nie zwiększało skażenia. Wszystkie próbki spełniały wymagania bezpieczeństwa paszowego UE.

4. Podsumowanie

Badania wykazały istotne różnice między odmianami soi w zakresie składu chemicznego, profilu aminokwasowego, zawartości makroelementów i poziomu mikotoksyn.

Odmiana Lajma charakteryzowała się najwyższą zawartością białka oraz najkorzystniejszym profilem aminokwasowym, co wskazuje na jej najwyższą wartość biologiczną, szczególnie w żywieniu drobiu. Abelina wyróżniała się wyższą zawartością lizyny oraz fosforu i wapnia, co predysponuje ją do wykorzystania w żywieniu świń. Magnolia cechowała się podwyższoną zawartością wybranych makroelementów, a Bilyavka prezentowała przeciętne wartości badanych parametrów.

Procesy tłoczenia i ekstruzji nie obniżały wartości odżywczej surowca, a ekstruzja mogła poprawiać biodostępność składników i ograniczać poziom mikotoksyn. Wszystkie produkty spełniały normy bezpieczeństwa paszowego UE.

5. Wnioski

1. Wszystkie badane odmiany soi i produkty ich przetwarzania charakteryzowały się wysoką wartością odżywczą i niskim poziomem zanieczyszczeń, co potwierdza ich przydatność paszową.
2. Odmiana Lajma wykazała najlepszy profil białkowy i aminokwasowy, co predysponuje ją do stosowania w żywieniu drobiu.
3. Odmiana Abelina dzięki wyższej zawartości lizyny, fosforu i wapnia może stanowić cenne źródło składników dla świń.
4. Procesy tłoczenia i ekstruzji poprawiały właściwości paszowe surowca, ponieważ zwiększały

biodostępność składników mineralnych i obniżały zawartość mikotoksyn.

5. Wszystkie analizowane surowce (nasiona surowe, nasiona ekstrudowane, makuch tłoczony na zimno oraz makuch ekstrudowany), spełniały normy bezpieczeństwa paszowego UE, co potwierdza, że produkty sojowe badanych odmian są bezpieczne i wartościowe żywieniowo dla zwierząt monogastycznych.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Nr decyzji: DEJ.re.765.8.2025 (punkt 2) z dnia 21.03.2025 r.



Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy W Puławach

Streszczenie ze zrealizowanego w 2025 roku zadania badawczego pt.

Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej.

Oszacowanie możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii rolnictwa 4.0, w tym robotów rolniczych jako wsparcia krótkich łańcuchów dostaw w warunkach rolnictwa ekologicznego.”

Kierownik zadania badawczego: dr inż. Adam Kleofas Berbeć

PUŁAWY, styczeń 2026

1. Kontekst badawczy i cele strategiczne zadania.

Podstawowym paradygmatem podjętych badań była próba dostarczenia odpowiedzi na wyzwania współczesnego rolnictwa ekologicznego w obliczu postępującej cyfryzacji i automatyzacji sektora rolno-spożywczego. Zadanie badawcze, realizowane na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, skoncentrowało się na ocenie efektywności autonomicznego nośnika narzędzi rolniczych Agroboti Robotti LR jako innowacyjnej alternatywy dla tradycyjnych ciągników rolniczych. Kluczowym aspektem było oszacowanie, w jakim stopniu technologie Rolnictwa 4.0 mogą być wykorzystane w ramach rolnictwa ekologicznego, przy jednoczesnym wsparciu modelu krótkich łańcuchów dostaw. Dodatkowym celem było zwiększenie świadomości o rolnictwie ekologicznym jako nowoczesnym systemie produkcji żywności wysokiej jakości, potencjale innowacyjnych technologii rolniczych w ograniczaniu negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko oraz promocja zarówno rolnictwa ekologicznego, krótkich łańcuchów dostaw jak też narzędzi autonomicznych w rolnictwie ekologicznym.



Rys. 1. Widok na doświadczenie oraz maszyny wykorzystywane w doświadczeniu w roku 2025.

2. Metodyka badań i charakterystyka obiektu badawczego

Doświadczenie polowe założone zostało w 2025 roku w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB „Kępa” w Puławach, na glebie o charakterze mady rzecznej (mada średnia). Całkowita powierzchnia doświadczenia wynosiła 2 hektary i została podzielona na dwa systemy gospodarowania: ekologiczny (EKO) oraz konwencjonalny (KONW). Wykorzystany w badaniach robot Agroboti Robotti LR to autonomiczny nośnik narzędzi rolniczych napędzany silnikami Diesla (jednym lub dwoma, w zależności od modelu robota). Platforma wyposażona jest w system nawigacji RTK-GPS, umożliwiającym prowadzenie zabiegów z dokładnością do 2 cm, z wykorzystaniem narzędzi zawieszanych na standardowym TUZ (Trzypunktowy Układ Zawieszenia narzędzi rolniczych). Wysoka precyzja prowadzenia narzędzi rolniczych pozwala na wykonywanie precyzyjnych zabiegów w bardzo bliskim sąsiedztwie rzędów roślin uprawnych. Uprawy roślin prowadzone były na polach płodozmianowych o

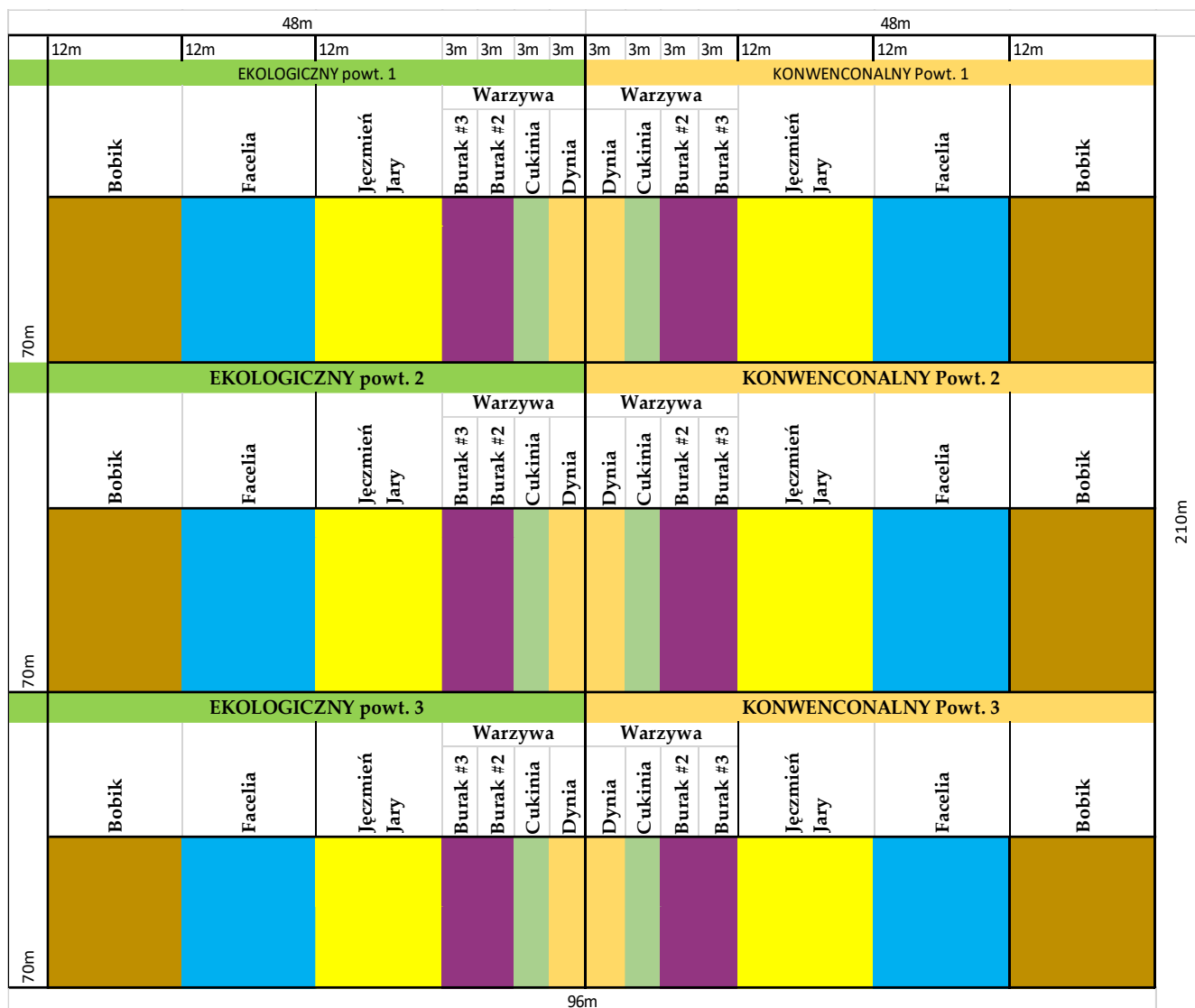
powierzchni 0.25ha każde (12m szerokości). Założono wykorzystanie robota w maksymalnym możliwym wymiarze – od siewu, poprzez prowadzenie zabiegów uprawowych mechanicznych, ale także opryskowych w części konwencjonalnej. Jedynie przygotowanie gleby do siewu (orka, doprawianie gleby do siewu) prowadzono za pomocą ciągnika rolniczego – ze względu na brak odpowiednich maszyn przystosowanych do pracy z robotem na glebie ciężkiej (mąda rzeczna). W części ekologicznej eksperymentu założono uprawę w zgodzie z zasadami certyfikowanego rolnictwa ekologicznego, natomiast w części konwencjonalnej – w zgodzie z zasadami rolnictwa integrowanego – tj. wybierając najpierw metody mechaniczne i prewencyjne, a zwalczanie chwastów i szkodników w sposób chemiczny dopiero po przekroczeniu tzw. progów szkodliwości.

W ramach badań prowadzonych w 2025 roku zaplanowano monitorowanie podstawowych parametrów agrotechnicznych z wykorzystaniem robota rolniczego. Monitorowane parametry zestawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Parametry (czynniki doświadczenia) monitorowane w ramach badania w roku 2025.

	Parametr	Warzywa / Okopowe	Zboża	Bobowate	Poplon
Obserwacje polowe	Plon roślin	X	X	X	
	Wybrane Parametry biometryczne	X	X	X	
	Środki Produkcji	X	X	X	X
	Zabiegi agrotechniczne	X	X	X	X
	Chwasty jednoliścienne	X	X	X	
	Chwasty dwuliścienne	X	X	X	
	Uszkodzenia roślin mechaniczne, choroby i szkodniki	X	X	X	X
Teledetekcja z poziomu gruntu (Agrointelli Robotti)	Chwasty jednoliścienne	X	X	X	X
	Chwasty dwuliścienne	X	X	X	X

W wyniku wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych wiosną 2025 oraz konieczności likwidacji części zasiewów i wykonania dodatkowych, późnych siewów (po likwidacji upraw cebuli i marchwi) modyfikowano pierwotne założenia doświadczenia, dostosowując je do realiów. Ostateczny schemat doświadczenia, z gatunkami uprawianymi w doświadczeniu aż do zebrania plonu, zestawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat przestrzenny doświadczenia realizowanego w RZD „Kępa” Puławy (układ roślin taki, jak po ostatnim siewie/sadzeniu roślin).

3. Przebieg doświadczenia w 2025 r.

Rośliny uprawne biorące udział w planowanych badaniach dobrane zostały tak, aby spełniać jednocześnie trzy wymagania: 1) tak, aby gatunki wykorzystane w doświadczeniu stanowiły kompletny płodozmian możliwy do wdrożenia w gospodarstwach ekologicznych 2) tak, aby plon roślin uprawnych możliwy był do zagospodarowania w gospodarstwie rolnym w ramach krótkich łańcuchów dostaw w sposób bezpośredni (warzywa, ziemniaki) lub w sposób pośredni (mąka pszenna, produkcja miodu) 3) agrotechnika uprawy gatunków musi być możliwa do dostosowania do warunków uprawy w sposób zautomatyzowany z wykorzystaniem Agroboty.

Doświadczenie w obu systemach gospodarowania prowadzono z wykorzystaniem 4 pól płodozmianowych – 1) pole zbóż (jęczmień jary w 2025 roku), pole z uprawą roślin strączkowych (bobik w 2025 roku), pole z uprawą roślin miododajnych (facelia błękitna w 2025 roku) oraz pole warzyw, przy czym pole warzyw podzielone było na wąskie pasy (odpowiadające szerokości roboczej robota Agroboty) na których uprawiano różne gatunki roślin – początkowo cebulę, marchew i buraka ćwikłowy. Całość doświadczenia tworzyła układ tzw. strip cropping (uprawy równoległe). Wykorzystanie wąskich pasów pól w układzie

lustrzanym, oprócz względów eksperymentalnych, podyktowane było kilkoma dodatkowymi przyczynami: 1) zademonstrowanie możliwości pracy robota nawet na największych działkach, charakterystycznych dla południowo-wschodniej polski 2) wykorzystanie wąskich pól jako naturalnych barier dla rozprzestrzeniania się chorób i szkodników w obrębie doświadczenia 3) zwiększenie różnorodności gatunkowej ale także krajobrazowej (co ma szczególne znaczenie dla doświadczenia znajdującego się w sąsiedztwie kompleksu pałacowo-parkowego książąt Czartoryskich) 4) zwiększenie atrakcyjności wizualnej i zainteresowania uprawą wśród lokalnej społeczności (plony przeznaczone na sprzedaż w ramach krótkich łańcuchów dostaw w lokalnym sklepie).



Rys. 3. Siew doświadczenia w RZD Kępa z wykorzystaniem Agroboty Robotti w dniu 16 kwietnia 2025.

Już w początkowej fazie realizacji doświadczenia wystąpiły poważne utrudnienia wynikające z ekstremalnych zjawisk pogodowych. W dniu 18 kwietnia 2025 r. obszar pola doświadczalnego został dotknięty przez ulewne opady deszczu i silny wiatr, które doprowadziły do lokalnych podtopień. W konsekwencji wschody cebuli (*Allium cepa L.*) i marchwi (*Daucus carota L.*) zostały poważnie ograniczone, a znaczna część siewek uległa zniszczeniu. Pomimo podjętych prób ponownego siewu, nadmierne uwilgotnienie gleby oraz niskie temperatury w maju uniemożliwiły prawidłowy rozwój roślin, co ostatecznie doprowadziło do konieczności zlikwidowania upraw cebuli i marchwi. Uprawę buraka ćwikłowego kontynuowano jeszcze przez kilka dni, ale ostatecznie jego uprawa została zlikwidowana i zdecydowano o jego ponownym siewie (podobnie jak cebuli i marchwi). Jednocześnie wschody roślin rolniczych (Jęczmienia jarego, Bobiku i Facelii błękitnej) nie zostały ograniczone w tak znacznym stopniu jak wschody warzyw, w związku z czym uprawę roślin rolniczych kontynuowano. W konsekwencji niekorzystnego przebiegu pogody, skutkującym także zaskorupieniem powierzchni gleby, rośliny, które zdołały wzejść, charakteryzowały się słabym systemem korzeniowym i nierównomiernym wzrostem. Dodatkowym wyzwaniem był długotrwałe grząski grunt. Uprawa w takich warunkach była niemożliwa do przeprowadzenia, także ze względu na ryzyko uszkodzenia struktury gleby lub jej nadmiernego ugniatania. Opóźnienie w realizacji zabiegów mechanicznego odchwaszczania oraz pielęgnacji upraw dodatkowo pogłębiło stres roślin związany z niekorzystnymi warunkami wilgotnościowymi i glebowymi.



Rys. 4. Lokalizacja doświadczenia w RZD Kępa Puławy. Widoczne wschody roślin uprawnych (Jęczmień jary, Facelia siewna, Bobik) – 24 kwietnia 2025.

6 maja ponowiono siewy cebuli (2 pasy), marchwi (1 pas) i buraka ćwikłowego (1 pas) jednak przebieg pogody ponownie ograniczył ich wschody, stąd zdecydowano o przerwaniu uprawy marchwi i cebuli (pod koniec maja), a kontynuowano uprawę buraka ćwikłowego. Warunki pogodowe w maju – charakteryzujące się rekordowo niską temperaturą powietrza oraz częstymi, intensywnymi opadami – sprzyjały rozwojowi chwastów i utrudniały prowadzenie zabiegów pielęgnacyjnych, zarówno w systemie ekologicznym jak i konwencjonalnym. W takich warunkach szczególnie trudne było zapewnienie odpowiedniej obsady i kondycji roślin warzywnych. Pomimo niesprzyjających warunków pogodowych, uprawy rolnicze prowadzone w ramach doświadczenia zarówno w części ekologicznej jak też konwencjonalnej charakteryzowała się dobrą kondycją. Dotyczyło to jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.), bobiku (*Vicia faba* L.) oraz facelii siewnej (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Gatunki te dobrze znosiły nadmierne uwilgotnienie gleby. Bobik, który zakończył kwitnienie w maju, stanowił cenne źródło pożytku dla pszczół, natomiast kwitnąca facelia w dalszym ciągu dostarczała nektaru dla owadów zapylających, jednocześnie ograniczając ryzyko erozji gleby. W miejsce zlikwidowanej uprawy cebuli (2 pasy) i marchwi (1 pasy) pod koniec czerwca wysiano kolejny pas buraka (3-ci termin siewu) a także zasadzono pas dyni – 1 pas (*Cucurbita pepo* L.) i jeden pas cukinii (*Cucurbita pepo* L. subsp. *pepo*) (w obu systemach gospodarowania). Siew wykonano 26 czerwca 2025 r.

Przebieg pogody w maju i czerwcu był generalnie sprzyjający dla rozwoju roślin rolniczych i w tym czasie uprawy te rozwijały się prawidłowo, kompensując początkowo nierówne wschody. Uprawa buraka ćwikłowego sianego w drugim terminie była kontynuowana aż do zbioru plonu. Pozostałe uprawy warzyw (burak siany w 3 terminie – czerwcu), cukinia i dynia uprawiane były z powodzeniem w obu systemach gospodarowania i został z nich zebrany plon.



Rys 5. Widok na doświadczenie od strony parku ks. Czartoryskich w Puławach w czerwcu 2026.

4. Wyniki

Pierwszy etap badań objął opracowanie założeń technicznych i założenie 2-hektarowego doświadczenia polowego w RZD Kępa, w którym zastosowano lustrzany układ doświadczalny dla systemu EKO i KONW (optymalizacja przejazdów maszyn) (Rys. 2). Konieczne było dostosowanie szerokości i rozstawu rzędów dla zachowania przejezdności i precyzji pracy robota (szerokość pasów, szerokość siewu). Szerokość pojedynczego pola płodozmianowego (12m) dobrana została tak, aby umożliwić wykorzystanie robotów i narzędzi o różnej szerokości roboczej (wielokrotność 2, 3 i 4m). Taki układ doświadczenia został opracowany w pierwszym etapie prowadzenia doświadczenia i pozwolił na uprawę różnorodnych roślin przy wykorzystaniu narzędzi o różnej szerokości roboczej. Jednocześnie taki układ umożliwia wykorzystanie półpłodozmianowych w kolejnych latach, bez konieczności zmiany ich wielkości (szerokości).

Parametry biometryczne. Analiza parametrów biometrycznych roślin rolniczych (bobik, facelia błękitna, jęczmień jary) wskazywała na generalnie dobrą kondycję roślin, pomimo początkowych trudności we wzroście związanych z niekorzystnym przebiegiem pogody wiosną 2025. W przypadku bobiku, odnotowano systematyczny przyrost wysokości roślin w trzech terminach pomiarowych, osiągający w fazie dojrzałości średnio 75 cm w systemie ekologicznym (EKO) oraz 77 cm w systemie konwencjonalnym (KONW). Nieznacznie wyższe rośliny w systemie KONW można przypisać wyższej dostępności azotu mineralnego. Wskaźnik SPAD, obrazujący zawartość chlorofilu w liściach, utrzymywał się na wyrównanym, wysokim poziomie (44–46 jednostek), co świadczy o optymalnym odżywieniu roślin niezależnie od metody nawożenia. Plon nasion bobiku z 1 m² był zbliżony w obu wariantach (0,32 kg dla EKO vs 0,34 kg dla KONW), przy masie tysiąca nasion (MTN) przekraczającej 520 g. Jęczmień jary

charakteryzował się wysokim wyrównaniem ładu oraz brakiem skłonności do wylegania. Obsada kłosów w fazie końcowej wyniosła około 392–402 szt./m². Podobnie jak w przypadku bobiku, system konwencjonalny uzyskał nieznaczną przewagę w plonie ziarna (0,40 kg/m² w porównaniu do 0,36 kg/m² w EKO), jednak parametry jakościowe, takie jak MTZ (ok. 47 g), były zbliżone w obu testowanych systemach. Facelia błękitna, pełniąca rolę rośliny fitosanitarnej i miododajnej, plonowała na poziomie około 0,09 kg/m² w obu systemach gospodarowania.

Powodzenie uprawy warzyw w roku 2025 było w dużej mierze determinowane przez warunki siedliskowe i presję agrofagów. Uprawa buraka cukrowego w II oraz III terminie siewu charakteryzowała się ograniczonym tempem wzrostu. Średni plon buraka wahał się w granicach 1,4–1,9 kg/m², co jest wynikiem znacznie poniżej potencjału. Przyczyną tego stanu rzeczy były niekorzystne warunki oraz silna presja chwastów w krytycznych fazach wzrostu wynikająca z niemożliwości przeprowadzenia terminowych zabiegów regulacji zachwaszczenia (zbyt wysoka wilgotność pola w wyniku niekorzystnego przebiegu pogody wiosną 2025). Cukinia oraz dynia osiągnęły względnie wysokie wartości parametrów biometryczne, ich plon także był satysfakcjonujący – szczególnie biorąc pod uwagę ich późny termin siewu (26 czerwca 2025). Wysoka dynamika wzrostu dyni i cukinii pozwoliła na naturalne ograniczenie zachwaszczenia wtórnego. Plon cukinii oszacowano na poziomie 34,8–35,5 t/ha, natomiast dyni na poziomie 41,6–42,4 t/ha, przy czym plony w systemie konwencjonalnym były nieznacznie wyższe niż w systemie ekologicznym (Tabela 2).

Tabela 2. Podstawowe parametry biometryczne i plon z 1m² roślin uprawianych w doświadczeniu w roku 2025.

<i>Gatunek rośliny</i>	<i>System</i>	<i>Wysokość roślin [cm]*</i>	<i>Indeks SPAD*</i>	<i>Plon średni [kg/m²]</i>	<i>MTN [g]</i>
<i>Bobik</i>	EKO	75	45	0,32	520
	KONW	77	46	0,34	524
<i>Facelia błękitna</i>	EKO	62	—	0,09	1,68
	KONW	63	—	0,09	1,7
<i>Jęczmień jary</i>	EKO	67	41	0,36	46,8
	KONW	69	42	0,4	47,3
<i>Burak ćwikłowy (T2)</i>	EKO	28	35	1,8	—
	KONW	30	36	1,9	—
<i>Cukinia</i>	EKO	40	45	3,48	—
	KONW	41	46	3,55	—
<i>Dynia piżmowa</i>	EKO	45	46	4,16	—
	KONW	46	47	4,24	—

Rośliny rolnicze (bobik, facelia, jęczmień) cechowały się dobrym stanem zdrowotnym. W jęczmieniu odnotowano jedynie sporadyczne występowanie mączniaka prawdziwego (ok. 3–4% porażenia w systemie EKO), które miało niewielki wpływ na wysokość plonu. Bobik wykazał odporność na wczesne infekcje, a objawy rdzy i askochytozy wystąpiły dopiero w fazie późnej dojrzałości (koniec sierpnia). W uprawie buraka ćwikłowego wyzwaniem było występowanie objawów chwościka buraka (powodowanego przez grzyb *Cercospora beticola*) (od 37% do 40% powierzchni liściowej). Dodatkowo, w uprawie buraka obserwowano uszkodzenia mechaniczne związane z żerowaniem zwierząt. W przypadku cukinii i dyni choroby grzybowe praktycznie nie wystąpiły. Cukinia i dynia, w trudnym roku 2025 okazały się być gatunkami warzyw dobrze znoszącymi wymagające warunki uprawy.

Tabela 3. Ocena chorób, szkodników i uszkodzeń mechanicznych

<i>Gatunek rośliny</i>	<i>System</i>	<i>Porażenie chorobami [%]</i>	<i>Uszkodzenia mechaniczne [%]</i>	<i>Zachwaszczenie [szt./m²]</i>
<i>Bobik</i>	EKO	5	1	109
	KONW	4	1	105
<i>Facelia błękitna</i>	EKO	2	1	25
	KONW	2	1	28
<i>Jęczmień jary</i>	EKO	3	1	82
	KONW	3	1	79
<i>Burak ćwikłowy</i>	EKO	40,0 (chwościk)	20	134
	KONW	37,0 (chwościk)	19	129
<i>Cukinia</i>	EKO	3	20	28
	KONW	2	19	26
<i>Dynia piżmowa</i>	EKO	2	20	22
	KONW	2	19	21

W roku 2025 nie obserwowano wyraźnych różnic w parametrach biometrycznych, plonowaniu i porażeniu roślin między testowanymi systemami gospodarowania. Wynikało to z warunków prowadzenia doświadczenia w roku 2025 i małych różnic w agrotechnice pomiędzy systemami (brak możliwości przeprowadzenia terminowych zabiegów pielęgnacyjnych wiosną 2025 w obu systemach gospodarowania z powodu zbyt wysokiej wilgotności gleby).

CropEye. CropEye to moduł kamer wysokiej rozdzielczości, umożliwiający rejestrację geotagowanych obrazów i analizę pokrycia roślin oraz stopnia zachwaszczenia z wizualizacją wyników na mapach. W 2025 r. wykonano montaż i integrację systemu CropEye z robotem (kalibracja modułu kamer i oprogramowania, synchronizacja z GPS RTK), przeprowadzoną przez serwis Agointelli w lipcu–sierpniu 2025 r. Gotowość systemu uzyskano pod koniec sierpnia. Pierwszą kampanię pomiarową zrealizowano we wrześniu. W jej ramach oceniano skuteczność identyfikacji zachwaszczenia przez system, porównując wyniki z oceną ekspercką. W 2025 roku system CropEye dostarczył wstępne dane dotyczące zachwaszczenia (mapy i zdjęcia w chmurze). Dane z systemu zostały porównane z oceną ekspercką (na podstawie zdjęć z systemu CropEye). Ze względu na późne osiągnięcie pełnej operacyjności w 2025 r. zebrane dane były jednak niekompletne i dotyczą głównie pól z uprawą warzyw. W pilotażowych testach system osiągnął dokładność oznaczania chwastów jedno i dwuliściennych na poziomie ok. 84-90%, co należy uznać za wynik dobry, biorąc pod uwagę, że system ten nie przeszedł etapu trenowania w lokalnych warunkach.

Tabela 4. Zgodność rozpoznawania chwastów w doświadczeniu polowym w uprawie warzyw przez system CropEye.

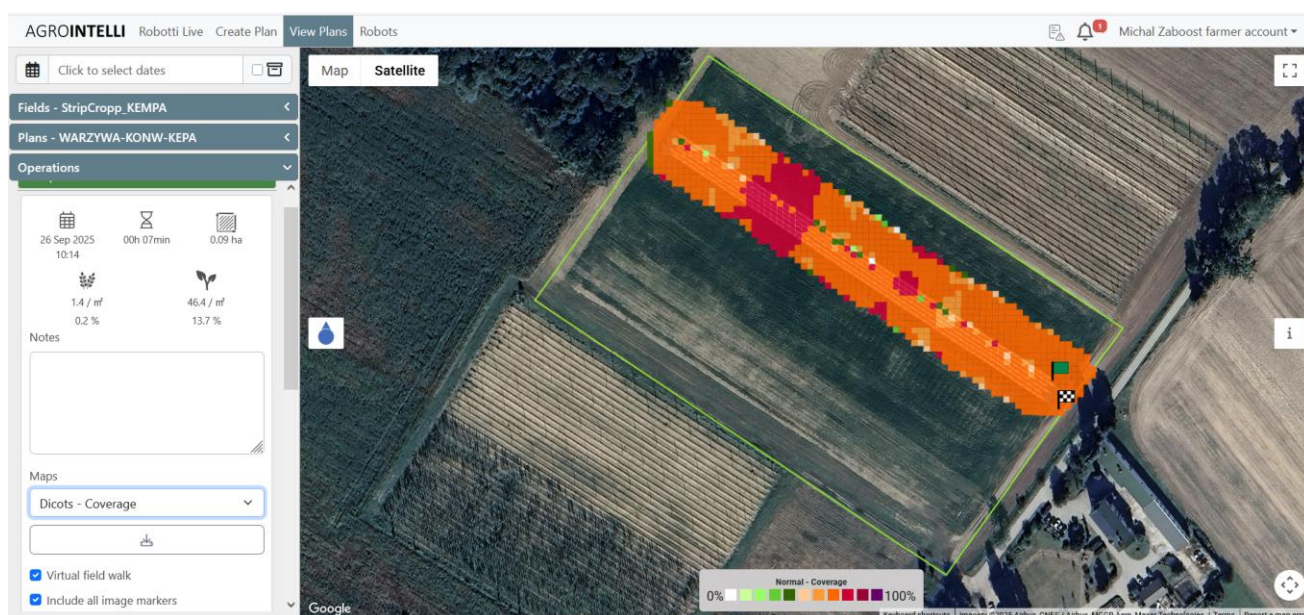
<i>System uprawy</i>	<i>Typ chwastów</i>	<i>Powt. 1 – zgodność [%]</i>	<i>Powt. 2 – zgodność [%]</i>	<i>Powt. 3 – zgodność [%]</i>	<i>Średnia zgodność [%]</i>
<i>Ekologiczny (EKO)</i>	Chwasty jednoliścienne	87,5	90,2	88,1	88,6
<i>Ekologiczny (EKO)</i>	Chwasty dwuliścienne	83,4	85,7	84,9	84,7
<i>Konwencjonalny (KONW)</i>	Chwasty jednoliścienne	89,3	91,1	90,4	90,3
<i>Konwencjonalny (KONW)</i>	Chwasty dwuliścienne	82,1	84,8	83,2	83,4

W 2025 roku system CropEye dostarczył wstępne dane dotyczące zachwaszczenia (mapy i zdjęcia w chmurze). Ze względu na późne osiągnięcie pełnej operacyjności w 2025 r. zebrane dane były jednak niekompletne i dotyczyły głównie pól z uprawą warzyw. W pilotażowych testach system osiągnął dokładność oznaczania chwastów jedno i dwuliściennych na poziomie ok. 84-90%, co należy uznać za wynik dobry, biorąc pod uwagę, że system CropEye nie był trenowany w lokalnych warunkach. Dane

pochodzące z systemu CropEye mogą być podstawą do podejmowania działań interwencyjnych w zabiegach regulacji zachwaszczenia.



Rys. 6. Mapa gęstości zachwaszczenia – rośliny dwuliścienne (uzyskana z systemu CropEye).



Rys. 7. Mapa pokrycia powierzchni ziemi chwastami dwuliściennymi uzyskana z systemu Crop Eye.

Nakłady i efektywność ekonomiczna

W 2025 r. z powodu wyjątkowo niekorzystnej pogody wiosną zakres nawożenia i ochrony roślin był istotnie ograniczony względem planu. W systemie ekologicznym (EKO) nie stosowano nawożenia mineralnego ani ochrony chemicznej. Wszystkie uprawy nawożono kompostem (20 t/ha w jęczmieniu jarym oraz 25 t/ha w pozostałych gatunkach) przed założeniem doświadczenia, a pielęgnację prowadzono mechanicznie z użyciem robota Agroboti Robotti. W systemie konwencjonalnym (KONW) zastosowano ograniczone startowe dawki NPK (ok. 30–60 kg N/ha oraz 15–40 kg P₂O₅ i K₂O/ha). Ochronę chemiczną wykonano tylko w jęczmieniu jarym i buraku ćwikłowym (po 1 zabiegu), a w pozostałych uprawach zaniechano jej z powodu ograniczeń w możliwości bezpiecznego wjazdu na pole. Liczba przejazdów robota w EKO była o ok. 25–30% niższa niż w KONW; w obu systemach robot służył do regulacji

zachwaszczenia, a w KONW dodatkowo do przejazdu z opryskiwaczem. Efektywność ekonomiczną oszacowano na podstawie plonów roślin towarowych z 2025 r., licząc przychód [zł/ha] dla EKO i KONW z użyciem średnich plonów oraz cen rynkowych z krajowych raportów (stan na październik 2025). Dla EKO przyjęto premię cenową 15% względem KONW. Kosztów nawożenia nie uwzględniano (koszty poniesiono przed założeniem doświadczenia i uznano za równoważne). W systemie KONW od przychodu odjęto koszty ochrony chemicznej, które w 2025 r. dotyczyły tylko jęczmienia jarego i buraka ćwikłowego (1 zabieg/ha).

Tabela 5. Nawożenie i zabiegi pielęgnacyjne w roślinach uprawianych w doświadczeniu.

<i>Gatunek</i>	<i>System uprawy</i>	<i>Nawożenie organiczne (kompost) [t/ha]</i>	<i>Nawożenie mineralne [kg NPK/ha] – przez założeniem doświadczenia</i>	<i>Zabiegi ochrony chemicznej (liczba)</i>	<i>Łączna liczba przejazdów robota</i>
<i>Jęczmień jary</i>	EKO	20,0	–	0	3
	KONW	–	60 N – 30 P ₂ O ₅ – 40 K ₂ O	1	4
<i>Burak ćwikłowy</i>	EKO	25,0	–	0	3
	KONW	–	50 N – 25 P ₂ O ₅ – 35 K ₂ O	1	4
<i>Bobik</i>	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	40 N – 20 P ₂ O ₅	0	3
<i>Facelia błękitna</i>	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	40 N – 20 P ₂ O ₅	0	3
<i>Dynia</i>	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	30 N – 15 P ₂ O ₅	0	2
<i>Cukinia</i>	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	30 N – 15 P ₂ O ₅	0	2

Tabela 6. Szacunkowy wyniki ekonomiczny dla roślin uprawianych w doświadczeniu.

<i>Gatunek (towarowy)</i>	<i>System</i>	<i>Cena rynkowa (bazowa)</i>	<i>Cena do obliczeń</i>	<i>Koszt zabiegów chem. [zł/ha]</i>	<i>Plon [t/ha]</i>	<i>Dochód [zł/ha]</i>
<i>Jęczmień jary (zboże)</i>	EKO	700 zł/t (skup)	805 zł/t (z premią 15%)	0	3,6	2898
	KONW	700 zł/t	700 zł/t	250	4	2550
<i>Dynia (warzywo)</i>	EKO	800 zł/t	2875 zł/t (z premią 15%)	0	41,6	60030
	KONW	920 zł/t	2500 zł/t	0	42,4	53250
<i>Cukinia</i>	EKO	800 zł/t	8625 zł/t (z premią 15%)	0	34,8	32016
	KONW	920 zł/t	7500 zł/t	0	35,5	28400
<i>Burak ćwikłowy (2 termin)</i>	EKO	0,90 zł/kg (= 900 zł/t)	1035 zł/t (z premią 15%)	0	18	18630
	KONW	900 zł/t	900 zł/t	350	19	16750

Wyniki ekonomiczne (Tabela 6) pokazują dochody jednostkowe porównywalne lub wyższe w EKO dla analizowanych roślin towarowych. Różnice wynikają przede wszystkim z relacji plonów oraz przyjętych cen do obliczeń, przy relatywnie niewielkim wpływie kosztów ochrony chemicznej w sezonie o ograniczonej intensywności zabiegów. Z uwagi na eksperymentalny charakter badań, stabilizację systemu ekologicznego oraz redukcję nakładów w obu systemach w 2025 r., przedstawione wartości należy traktować jako wskaźniki porównawcze dla specyficznych warunków tego sezonu, a nie jako podstawę do uogólnionej oceny przewagi ekonomicznej któregoś z systemów.

Promocja rezultatów i działania upowszechniające

W ramach realizacji projektu prowadzono działania promocyjne i upowszechniające. Rezultaty badań oraz bieżące prace prezentowano podczas warsztatów naukowych, seminariów i spotkań z przedstawicielami sektora rolno-spożywczego. Projekt był aktywnie promowany w mediach społecznościowych oraz na stronie internetowej IUNG-PIB poprzez publikację postów, zdjęć i filmów dokumentujących postępy w realizacji zadania. Utworzono dedykowaną stronę na facebook.com pt.: „Autonomicznie – Ekologicznie”, opublikowano film (także na YouTube IUNG-PIB) podsumowujący sezon badawczy 2025, opracowano również publikację edukacyjną „Rolnictwo przyszłości. Jak technologia i natura łączą siły”, przybliżającą ideę rolnictwa ekologicznego wspieranego innowacyjnymi technologiami. Przeprowadzono także badania ankietowe dotyczące rolnictwa ekologicznego, krótkich łańcuchów dostaw i robotyzacji rolnictwa.



Rys. 8. Książeczka edukacyjna „Rolnictwo przyszłości. Jak technologia i natura łączą siły” wydana w ramach Zadania.



Rys. 9. Kadr z filmu podsumowującego sezon badawczy 2025

Podsumowanie

W 2025 r. w RZD „Kępa” (IUNG-PIB, Puławy) zrealizowano doświadczenie polowe na powierzchni 2 ha (EKO vs KONW) oceniające wykorzystanie autonomicznego nośnika narzędzi rolniczych w uprawie roślin oraz porównujące wyniki produkcyjne i ekonomiczne obu systemów. Mimo bardzo trudnych warunków pogodowych (ulewy, podtopienia, chłodny maj) wykonano siew i zabiegi pielęgnacyjne robotem, pomiary polowe oraz testy modułu CropEye do automatycznej identyfikacji chwastów; część wczesnych warzyw zastąpiono gatunkami późniejszymi. Trudne warunki glebowe sprawiły, że agrotechnika w obu systemach gospodarowania była zbliżona (brak możliwości terminowego wykonywania zabiegów agrotechnicznych).

Plonowanie bobiku, jęczmienia i facelii było zbliżone w EKO i KONW. Cukinia i dynia, mimo późnego siewu, dały wysokie i wyrównane plony w obu systemach, natomiast w buraku ćwikłowym obserwowano wysokie porażenie chwościkiem, wysokie zachwaszczenie i dodatkowo uszkodzenia mechaniczne w wyniku żerowania zwierzyny). Zachwaszczenie było generalnie wysokie, szczególnie w buraku, ze względu na ograniczenia w terminowym wykonywaniu zabiegów regulacji zachwaszczenia w obu systemach gospodarowania. System CropEye osiągnął ok. 85–90% zgodności z oceną ekspercką, jednak późna integracja ograniczyła zakres jego zastosowania.

Badania prowadzone w RZD „Kępa” cieszyły się wysokim zainteresowaniem podczas warsztatów i spotkań upowszechnieniowych oraz były prezentowane i komentowane w trakcie konferencji naukowych. Zauważalne było również zainteresowanie lokalnej społeczności – praca autonomicznego robota w polu przyciągała uwagę okolicznych mieszkańców i rolników, co potwierdza potencjał działań demonstracyjnych w upowszechnianiu technologii rolnictwa precyzyjnego i ekologicznego.