

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**

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.

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 Berbec

Główny Księgowy IUNG-PIB

Dyrektor IUNG – PIB

.....

.....

Puławy, listopad 2025

1. Streszczenie z realizacji badania

Celem badań była ocena przydatności autonomicznego robota rolniczego Agrobot LR w warunkach rolnictwa ekologicznego oraz porównanie efektywności produkcyjnej i ekonomicznej dwóch systemów uprawy: ekologicznego i konwencjonalnego. Doświadczenia prowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym „Kępa” (IUNG-PIB, Puławy) na powierzchni 2 ha (1 ha w warunkach rolnictwa ekologicznego i 1 ha w warunkach rolnictwa konwencjonalnego), w układzie bloków losowanych w układzie pasowym (lustrzanym) z trzema powtórzeniami.

W roku 2025 wykonano:

- przygotowanie techniczne i agrotechniczne doświadczenia (opracowanie układu pól, kalibracja robota, opracowanie map pola i płodozmianu),
- siew i pielęgnację roślin z wykorzystaniem Agrobot LR,
- pomiary biometryczne, ocenę zachwaszczenia, chorób, szkodników i uszkodzeń mechanicznych,
- instalację i testy modułu CropEye (teledetekcja AI) w celu automatycznej identyfikacji chwastów,
- działania promocyjne i warsztaty dotyczące automatyzacji procesów w rolnictwie ekologicznym.

Mimo trudnych warunków pogodowych (ulewne deszcze i podtopienia w kwietniu, niskie temperatury w maju), doświadczenie zrealizowano zgodnie z planem. Część wczesnych upraw wybranych początkowo jako podstawowe elementy zmianowania w polu warzyw (cebula, marchew) została zlikwidowana i zastąpiona późniejszymi gatunkami – burakiem ćwikłowym, cukinią i dynią.

Wyniki uzyskane w roku 2025 wsadzały, że rośliny rolnicze (bobik, jęczmień, facelia) dobrze zniosły niekorzystne warunki i charakteryzowały się zbliżonym plonowaniem w obu systemach, co było wynikiem zbliżonej agrotechniki w obu systemach (brak możliwości terminowego stosowania zabiegów agrotechnicznych (np. oprysków) w uprawach konwencjonalnych ze względu na podtopienia pól.

Rośliny warzywne (cukinia, dynia) mimo bardzo późnego terminu siewu osiągnęły wysokie, wyrównane plony w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Burak ćwikłowy wykazywał duże zróżnicowanie plonu w zależności od terminu siewu i warunków wilgotnościowych. Jego wschody w trudnych warunkach wilgotnościowych, choć lepsze niż wschody cebuli i marchewki, były mocno ograniczone niekorzystnymi warunkami pogodowymi. Zachwaszczenie w doświadczeniu było generalnie dosyć wysokie, co wynikało z wspomnianych wcześniej trudnych warunków wilgotnościowych i brakiem możliwości przeprowadzenia terminowych zabiegów regulacji zachwaszczenia zarówno w systemie konwencjonalnym jak i ekologicznym. Było największe w buraku ćwikłowym, natomiast niskie w dyni i cukinii. Choroby i uszkodzenia mechaniczne utrzymywały się na niskim poziomie, z wyjątkiem wysokich w buraku ćwikłowym (chwościk buraka i straty spowodowane przez zwierzyńnię). System CropEye cechował się wysoką (ok. 85–90%) zgodnością w automatycznym rozpoznawaniu chwastów w stosunku do oceny eksperckiej, przy czym późna integracja systemu CropEye z robotami pracującymi w doświadczeniu uniemożliwiła przeprowadzenie oceny we wszystkich uprawianych gatunkach.

Badania potwierdziły, że autonomiczne roboty polowe mogą skutecznie wspierać produkcję ekologiczną, zwłaszcza w zakresie siewu, mechanicznego odchwaszczania i monitoringu upraw.

Uzyskane wyniki stanowią dobry materiał do analizy danych i dalszego doskonalenia agrotechniki wykorzystującej autonomiczne roboty w produkcji ekologicznej przeznaczonej do sprzedaży w ramach krótkich łańcuchów dostaw. Doświadczenie cieszyło się dużym zainteresowaniem podczas warsztatów naukowych. Może to być podstawą do kontynuacji doświadczenia w roku 2026, w tym rozszerzenia zakresu testów CropEye oraz oceny ekonomicznej wykorzystania robotów w krótkich łańcuchach dostaw.

2. Opis badań

Tytuł: Oszacowanie możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii rolnictwa 4.0, w tym robotów rolniczych, jako wsparcia krótkich łańcuchów dostaw w warunkach rolnictwa ekologicznego.

Cel badań: Ocena możliwości zastosowania wybranych elementów technologii rolnictwa 4.0, takich jak autonomiczne maszyny rolnicze w rolnictwie ekologicznym. Projekt zakłada ocenę ich wpływu na wybrane elementy efektywności produkcyjnej i ekonomicznej. Kluczowym aspektem projektu jest wykorzystanie agrotechniki dostosowanej do produkcji ekologicznej z przeznaczeniem plonu do sprzedaży w ramach krótkich łańcuchów dostaw, zwiększenie świadomości o potencjale innowacyjnych technologii rolniczych w ograniczaniu negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko oraz dostarczania żywności wysokiej jakości oraz promocja zarówno rolnictwa ekologicznego, krótkich łańcuchów dostaw oraz narzędzi autonomicznych w rolnictwie ekologicznym.

2.1 Zakres badań:

Technologie rolnictwa 4.0: Wykorzystanie autonomicznych narzędzi (autonomiczny nośnik narzędzi rolniczych, robot rolniczy Agrobot LR, do siewu/sadzenia, pielęgnacji ale także monitoringu (teledetekcja naziemna, wykrywanie zachwaszczenia roślin) roślin uprawnych.

Porównanie systemów upraw: Badania prowadzone były w 2025 roku w dwóch systemach – ekologicznym z wykorzystaniem tylko środków ochrony roślin i nawozów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym (certyfikowanym) i konwencjonalnym z wykorzystaniem konwencjonalnych środków produkcji – w celu porównania produktywności i efektywności ekonomicznej obu systemów.

Demonstracja technologii i promocja wyników: Organizacja warsztatów promujących nowoczesne metody produkcji ekologicznej dla zwiększenia świadomości i pokazania w praktyce efektywności autonomicznych narzędzi rolniczych, promocja rolnictwa ekologicznego, krótkich łańcuchów dostaw i narzędzi autonomicznych w mediach społecznościowych. Przeprowadzenie badań ankietowych dotyczących problematyki badawczej, automatyzacji w rolnictwie ekologicznym, krótkich łańcuchów dostaw i preferencji konsumenckich.

2.2 Metodyka:

Eksperyment polowy w układzie bloków losowanych w układzie pasowym (lustrzanym) z trzema powtórzeniami został założony i przeprowadzony w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym „Kępa” (IUNG-PIB) w Puławach na powierzchni 2 ha (1 ha ekologiczny, 1 ha konwencjonalny). Obserwacje obejmowały agrotechnikę, zużycie środków produkcji, nakłady na produkcję, zachwaszczenie, zdrowotność roślin i plonowanie.

W ramach badań prowadzonych w 2025 roku zaplanowano monitorowanie podstawowych parametrów agrotechnicznych u uprawie ekologicznej z wykorzystaniem robota rolniczego oraz w uprawie konwencjonalnej. Monitorowane parametry zestawiono w Tabeli 3.

Tabela 2.1. 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 konieczności wykonania dodatkowych, późnych siewów po likwidacji upraw cebuli i marchwi, zdecydowano się na uprawę warzyw mogących dać plon pomimo późnego terminu siewu/sadzenia (cukinia, dynia oraz dodatkowe pola z uprawą buraka ćwikłowego). Ostateczny schemat doświadczenia, z gatunkami które zebrano, zestawiono w rys. 1.

W roku 2025 w ramach zadania „Rolnictwo ekologiczne i automatyzacja procesów polowych – testowanie autonomicznego robota Agrointelli Robotti LR” realizowano prace obejmujące cztery zasadnicze etapy:

1. **Opracowanie i przygotowanie eksperymentu polowego,**
2. **Prowadzenie obserwacji i pomiarów terenowych,**
3. **Analiza danych i opracowanie wyników,**
4. **Promocja rezultatów i działania upowszechniające.**

3. Przebieg doświadczenia:

Doświadczenia założone zostało w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB „Kępa”. Powierzchnia doświadczenia (część ekologiczna i konwencjonalna) wynosiła 2ha. Rośliny uprawne biorące udział w planowanych badaniach dobrane zostały tak, aby spełniać jednocześnie 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 (np. w ramach Rolniczego Handlu Detalicznego) 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 Agrointelli Robotti. Szerokość siewu i uprawy roślin, częstotliwość zabiegów pielęgnacyjnych dostosowane

zostały do możliwości narzędzi autonomicznych z uwzględnieniem specyficznych wymagań rolnictwa ekologicznego (m.in. prowadzenie mechanicznego, precyzyjnego zwalczania chwastów) i charakterystyki gleby w doświadczeniu (materiał średnia).

Tabela 3.1. Data siewu poszczególnych roślin w doświadczeniu (Litera ^x przy gatunku oznacza, że uprawa na tym polu musiała zostać zakończona, a siewy ponowione, ze względu na ograniczony wzrost roślin z powodu trudnych warunków wilgotnościowych).

System	Gatunek i data pierwszego siewu	Gatunek i data drugiego siewu	Gatunek i data trzeciego siewu
Ekologiczny	Bobik (6 IV 2025)	-	-
Ekologiczny	Facelia (6 IV 2025)	-	-
Ekologiczny	Jęczmień jary (6 IV 2025)	-	-
Ekologiczny	^x Burak (16 IV 2025)	Burak (6 V 2025)	-
Ekologiczny	^x Cebula (16 IV 2025)	^x Cebula (6 V 2025)	Burak (26 VI 2025)
Ekologiczny	^x Marchew (16 IV 2025)	^x Marchew (6 V 2025)	Cukinia (26 VI 2025)
Ekologiczny	^x Cebula (16 kwietnia 2025)	^x Cebula (6 V 2025)	Dynia (26 VI 2025)
Konwencjonalny	^x Cebula (16 IV 2025)	^x Cebula (6 V 2025)	Dynia (26 VI 2025)
Konwencjonalny	^x Marchew (16 IV 2025)	^x Marchew (6 V 2025)	Cukinia (26 VI 2025)
Konwencjonalny	^x Cebula (16 IV 2025)	^x Cebula (6 V 2025)	Burak (26 VI 2025)
Konwencjonalny	^x Burak (16 IV 2025)	Burak (6 V 2025)	-
Konwencjonalny	Jęczmień jary (6 IV 2025)	-	-
Konwencjonalny	Facelia (6 IV 2025)	-	-
Konwencjonalny	Bobik (6 IV 2025)	-	-

Opracowanie i przygotowanie eksperymentu polowego

Pierwszym etapem doświadczenia było opracowanie i przygotowanie eksperymentu polowego. Analiza potrzeb, możliwości technicznych robota, ale także dostępnego parku maszyn w RZD „Kępa” Puławy (szczególnie szerokości maszyn roboczych) determinowała układ doświadczenia polowego. Postanowiono wykorzystać oba dostępne w RZD „Kępa” roboty polowe Agroboti Robotti, o szerokości roboczej 3m i 4m. Wybór pojazdów o tej szerokości roboczej pozwolił na uprawę różnych gatunków na polu o szerokości 12m. Szerokość pojedynczego pola płodozmianowego umożliwia prowadzenie uprawy zarówno szerszym robotem (4m) prowadząc 3 przejazdy na pole płodozmianowe, lub robotem węższym (3m) prowadząc 4 przejazdy na pole płodozmianowe. Taki układ doświadczenia pozwala na uprawę różnorodnych roślin przy wykorzystaniu narzędzi o różnej szerokości roboczej. Jednocześnie taki układ umożliwia „przechodzenie” pól płodozmianowych w kolejnych latach, bez konieczności zmiany ich wielkości (szerokości). Jednocześnie, taki układ umożliwia jednoczesne wykorzystanie 2 robotów do pracy w doświadczeniu. Podstawowym założeniem eksperymentu było utworzenie doświadczenia polowego, który zarówno w części ekologicznej i konwencjonalnej mógłby być prowadzony z wykorzystaniem elementów rolnictwa precyzyjnego – robota polowego Agroboti Robotti. 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. 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 przewencyjne, a zwalczanie chwastów i szkodników w sposób chemiczny po przekroczeniu tzw. progów szkodliwości. Ze względu na planowane wykorzystanie autonomicznego robota rolniczego eksperyment polowy założony został w układzie bloków losowanych (RCBD) w układzie pasowym (lustrzanym) z trzema powtórzeniami. Uprawę zdecydowano się prowadzić z wykorzystaniem 4 pól płodozmianowych – 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 Agrobot) na których uprawiano różne gatunki roślin – początkowo cebulę, marchew i buraka ćwikłowy. 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 księżąt Czartoryskich) 4) zwiększenie atrakcyjności wizualnej i zainteresowania uprawą wśród lokalnej społeczności (plony przeznaczone na sprzedaż w ramach krótkich łańcuchów dostaw w lokalnym sklepie).



Rys. 3.1. Przygotowanie doświadczenia do siewu roślin w dniu 16 kwietnia 2025.

Przed założeniem doświadczenia, gleba została przygotowana do siewu na całej powierzchni, za pomocą klasycznego ciągnika i uprawy tradycyjnej (orka 30cm, talerzowanie i bronowanie). Gatunkami wybranymi do uprawy w roku 2025 zostały: Jęczmień jary, Facelia siewna, Bobik, oraz warzywa: burak ćwikłowy, marchew i cebula. Siewy roślin w doświadczeniu, zarówno w części konwencjonalnej jak i ekologicznej rozpoczęto w dniu 6 kwietnia 2025 roku, rozpoczynając od roślin rolniczych (jęczmień jary, bobik, facelia błękitna) i kontynuowano 16 kwietnia siewem roślin warzywnych. Siewy prowadzono za pomocą autonomicznego robota polowego Agroboti Robotti w obu częściach doświadczenia (ekologicznej i konwencjonalnej).



Rys. 3.2. Siew doświadczenia w RZD Kępa z wykorzystaniem Agroboti 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. (Wielki Piątek) 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 tak jak wschody warzyw, w związku z czym uprawę roślin rolniczych kontynuowano, pomimo widocznych miejsc w doświadczeniu gdzie wschody zostały ograniczone przez lokalne podtopienia.

Konsekwencją występujących w kwietniu 2025 r. intensywnych opadów deszczu oraz lokalnych podtopień na polu doświadczalnym było pojawienie się zjawiska zaskorupienia powierzchni gleby typu mada rzeczna. Zjawisko to, polegające na tworzeniu się zwartej, nieprzepuszczalnej warstwy wierzchniej, jest szczególnie charakterystyczne dla gleb mad o znacznym udziale frakcji iłowej i pyłowej, które po przesyleniu wodą, a następnie częściowym wyschnięciu, tracą swoją porowatość i ulegają zagęszczeniu. W efekcie powstaje twarda skorupa ograniczająca dostęp powietrza, utrudniająca kiełkowanie nasion oraz hamująca wschody roślin uprawnych. W doświadczeniu prowadzonym w RZD „Kępa” negatywne skutki zaskorupienia były szczególnie widoczne w przypadku gatunków drobnonasiennych, takich jak cebula (*Allium cepa* L.) i marchew (*Daucus carota* L.), których siewki nie były w stanie przebić się przez zbitą powierzchnię gleby. Oprócz ograniczenia wschodów, zaskorupienie przyczyniło się również do pogorszenia warunków powietrzno-wodnych w wierzchniej warstwie profilu glebowego. Utrudniona infiltracja wody opadowej powodowała powstawanie zastoin wodnych, a jednocześnie ograniczone napowietrzenie prowadziło do spadku aktywności mikroorganizmów glebowych oraz wolniejszego rozkładu materii organicznej. W konsekwencji rośliny, które zdołały wzejść, charakteryzowały się słabym systemem korzeniowym i nierównomiernym wzrostem.



Rys. 3.3. Lokalizacja doświadczenia w RZD Kępa Pulawy. Widoczne wschody roślin uprawnych (Jęczmień jary, Facelia siewna, Bobik) – 24 kwietnia 2025.

Dodatkowym problemem był długotrwale grząski grunt, który uniemożliwiał wykonanie planowanych zabiegów agrotechnicznych w drugiej połowie kwietnia. Zarówno w systemie konwencjonalnym, wykorzystującym cięższy sprzęt ciągnikowy, jak i w systemie ekologicznym, w którym zastosowano lekki autonomiczny nośnik narzędzi Agrobot, niemożliwe było bezpieczne wjechanie na pole bez ryzyka 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.

W rezultacie, połączenie zjawiska zaskorupienia powierzchni gleby z jej nadmiernym uwilgotnieniem istotnie ograniczyło zarówno rozwój wczesnych siewek, jak i możliwość terminowego prowadzenia zabiegów w doświadczeniu polowym.



Rys. 3.4. *Jęczmień jary (ekologiczny). Widoczne spękania gleby po podtopieniach. 24 kwietnia 2025.*



Rys. 3.5. *Efekty lokalnych podtopień widoczne w uprawie Facelii Błękitnej. 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 (z wykorzystaniem autonomicznego robota Agroboti), jak i konwencjonalnym (z użyciem ciągnika rolniczego). W takich warunkach szczególnie trudne było zapewnienie odpowiedniej obsady i kondycji roślin warzywnych.



Rys. 3.6. *Widok na doświadczenie (z lewej część konwencjonalna, z prawej ekologiczna) w dniu 12 maja 2025.*

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 erozję gleby i poprawiając jej strukturę.

W miejsce zlikwidowanej uprawy cebuli (2 pasy) i marchwi (1 pasy) pod koniec czerwca wysiano kolejny pas buraka (3ci 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.



Rys. 3.7. *Uprawa bobiku (ekologiczny) w dniu 12 Maj 2025. Widoczne miejsca z niższą obsadą roślin w wyniku kwietniowych podtopień.*



Rys. 3.8 Pola po nie udanej uprawie cebuli i marchwi przygotowane do ponownego siewu (buraka ćwikłowego) i sadzenia (dyni i cukinii). 12 maj 2025

Uprawa buraka ćwikłowego, zasianego w drugim terminie (początek maja) pomimo początkowego wysokiego zachwaszczenia i nierównych wschodów była kontynuowana. Podjęto ryzyko kontynuowania uprawy będąc świadomym potencjalnych strat plonu z powodu wysokiego zachwaszczenia i ryzyka niepowodzenia zabiegów odchwaszczających. Siew kolejnego pasa buraka ćwikłowego w trzecim terminie (czerwiec) podyktowany był koniecznością zarządzania ryzykiem w przypadku zlikwidowania uprawy buraka sianej w terminie drugim. Zdecydowano się na prowadzenie uprawy z uwagi na możliwość zebrania doświadczenia z uprawą tego gatunku, pomimo świadomości tego że plony mogą być niesatysfakcjonujące.



Rys. 3.9. *Uprawa buraka ćwikłowego (ekologiczny) sianego w drugim terminie. Widoczne bardzo wysokie zachwaszczenie jako efekt niesprzyjającej pogody i braku możliwości przeprowadzenia terminowych zabiegów regulacji zachwaszczenia. 12 Maj 2025.*

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. 3.10. Stan uprawy Bobiku (konwencjonalnego) w dniu 30 Maja 2025.



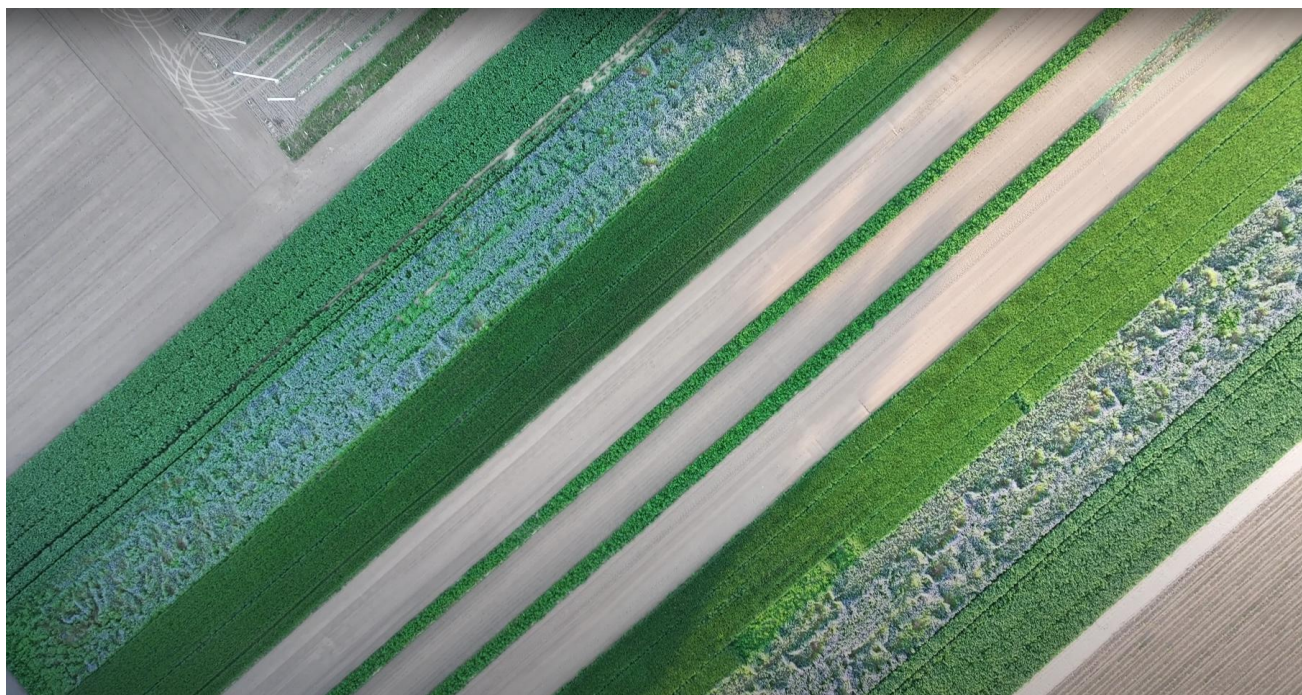
Rys. 3.11. Widok na doświadczenie w dniu 30 maja 2025. Dwa pasy z nierównomierną wegetacją pośrodku doświadczenia to pasy buraka ćwikłowego sianego w drugim terminie.



Rys. 3.12. *Burak ćwikłowy (ekologiczny) siany w drugim terminie przed zabiegiem odchwaszczania mechanicznego. 5 czerwca 2025*



Rys. 3.13. Autonomiczny nośnik narzędzi uprawowych Agrobot Robotti (o szerokości Y) przy doświadczeniu (część ekologiczna). 9 czerwca 2025.



Rys. 3.14. Stan upraw 9 czerwca 2025, po siewie buraka ćwikłowego, dyni i cukinii (brak widocznych wschodów).



Rys. 3.15. *Widok na doświadczenie w dniu 9 czerwca 2025.*



Rys. 3.16. *Maszyny rolnicze wykorzystywane w doświadczeniu prezentowane w miejscu prowadzenia doświadczenia podczas warsztatów.*



Rys. 3.17. *Widok na doświadczenie w dniu 13 czerwca*



Rys. 3.18. Część ekologiczna doświadczenia w dniu 7 lipca 2025 roku. (widoczne bobik i facelia błękitna oraz, w tle, jęczmień).



Rys 3.19. *Jęczmień jary (konwencjonalny) w dniu 8 lipca 2025 roku.*



Rys. 3.20. *Burak ćwikłowy ekologiczny (3 termin siewu) w dniu 14 lipca 2025*



Rys. 3.21. *Burak ćwikłowy ekologiczny (2 termin siewu) w dniu 14 lipca 2025*



Rys. 3.22. *Dyń ekologiczna w dniu 14 lipca 2025.*



Rys. 3.23. *Cukinia ekologiczna w dniu 14 lipca 2025.*



Rys. 3.24. *Zebrana dynia z doświadczenia ekologicznego.*

4. Wyniki Doświadczenia

Wszystkie prezentowane wyniki pomiarów biometrycznych i pomiarów zachwaszczenia przedstawiono dla roślin których uprawy były prowadzone aż do zebrania plonów. Zasięwy nieudane, które były likwidowane we wczesnej fazie wzrostu nie stanowiły przedmiotu badań.

4.1 Wyniki – opracowanie wymagań technicznych eksperymentu i założenie doświadczenia polowego

Celem tego etapu badań było opracowanie i wdrożenie założeń technicznych eksperymentu z wykorzystaniem autonomicznego robota Agroboti Robotti LR w warunkach polowych RZD Kępa (Puławy).

Etap obejmował:

- przygotowanie układu przestrzennego doświadczenia,
- określenie parametrów agrotechnicznych dostosowanych do pracy robota,
- dobór gatunków roślin i płodozmianu dla systemów ekologicznego (EKO) i konwencjonalnego (KONW),
- opracowanie map pola i procedur zabiegów,
- założenie doświadczenia w terenie (opracowanie cyfrowego planu zabiegów i przejazdu Agroboti Robotti, siew, konfiguracja ustawień mechanicznych robota).

Tabela 4.1. Wyniki etapu – opracowanie wymagań technicznych i założenie doświadczenia

Zakres opracowania	Opis wykonanych działań	Uwagi / wyniki
Układ doświadczenia	Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych w układzie pasowym (lustrzanym) z trzema powtórzeniami. Poletka w systemie EKO i KONW rozmieszczono lustrzanie względem osi pola dla uproszczenia przejazdów robota.	Układ ułatwia powtarzalność zabiegów, prowadzenie doświadczenia i porównanie obu systemów (także w celach demonstracyjnych)
Powierzchnia	Łącznie ok. 2 ha, w tym 1 ha EKO i 1 ha KONW.	Całkowita szerokość – 2x48m=96m, całkowita długość (pasy 3x70m = 210m)
Gatunki uprawiane	Bobik, Facelia, Jęczmień (jary), Burak ćwikłowy, Dynia, Cukinia.	Uprawy cebuli i marchwi dwukrotnie likwidowano, zastąpione uprawami warzyw późnych.
Płodozmian	4-letni płodozmian testowy: Bobik (strączkowe) – Facelia (r. kwitnące) – Jęczmień (zboża)– Burak / Dynia / Cukinia (pole warzyw).	Uwzględnia naprzemienne uprawy roślin motylkowatych, miododajnych i zbożowych.
Układ przestrzenny poletek	Poletka w trzech blokach o długości 70 m i szerokości 12m (uprawy rolnicze) i 4x3m=12m (uprawy warzyw). Bloki nierozdzielone pasami pomiędzy powtórzeniami.	Umożliwia przejazdy robota bez manewrowania.
Systemy uprawy	System ekologiczny (bez środków chemicznych, mechaniczne	Porównanie efektywności i nakładów pracy.

	odchwaszczanie robotem). System konwencjonalny (nawożenie mineralne, herbicydy selektywne).	
Robot rolniczy	Agrointelli Robotti LR – wyposażony w GPS RTK, moduł CropEye (teledetekcja) oraz zestaw narzędzi rolniczych: siewnik punktowy, pielnik międzyrzędowy, opryskiwacz polowy.	Robot przeprowadził siew i zabiegi pielęgnacyjne (odchwaszczanie, opryski w systemie konwencjonalnym)
Dostosowanie parametrów pracy robota	Kalibracja prędkości, szerokości roboczej (3,0 m), głębokości siewu i torów przejazdu.	Wymagała korekty po pierwszych przejazdach testowych.
Przygotowanie gleby	Orka zimowa, bronowanie, uprawa przedsiewna agregatem biernym. Wyrównanie powierzchni pola dla poprawy pracy robota.	–
Siew	Wykonany w terminie 6 kwietnia (bobik, jęczmień, facelia) oraz 16 kwietnia (warzywa).	Dokładność siewu $< \pm 2$ cm dzięki GPS RTK. Terminy siewu nieoptymalne ze względu na warunki pogodowe i uwarunkowania techniczne eksperymentu.
Dokumentacja	Wykonano dokumentację fotograficzną doświadczenia z poziomu gruntu i z bezzałogowego statku powietrznego; rejestr przejazdów robota.	-

48m																48m															
12m			12m			12m			3m	3m	3m	3m	3m	3m	12m			12m			12m										
EKOLOGICZNY powt. 1																KONWENCIONALNY Powt. 1															
70m	Bobik			Facelia			Jęczmień Jary			Warzywa				Warzywa				Jęczmień Jary			Facelia			Bobik							
										Burak #3	Burak #2	Cukinia	Dynia	Dynia	Cukinia	Burak #2	Burak #3														
EKOLOGICZNY powt. 2																KONWENCIONALNY Powt. 2															
70m	Bobik			Facelia			Jęczmień Jary			Warzywa				Warzywa				Jęczmień Jary			Facelia			Bobik							
										Burak #3	Burak #2	Cukinia	Dynia	Dynia	Cukinia	Burak #2	Burak #3														
EKOLOGICZNY powt. 3																KONWENCIONALNY Powt. 3															
70m	Bobik			Facelia			Jęczmień Jary			Warzywa				Warzywa				Jęczmień Jary			Facelia			Bobik							
										Burak #3	Burak #2	Cukinia	Dynia	Dynia	Cukinia	Burak #2	Burak #3														
96m																															

210m

Rys. 4.1. Schemat przestrzenny doświadczenia realizowanego w RZD „Kępa” Puławy (układ roślin taki, jak po ostatnim siewie/sadzeniu roślin).

Wnioski z etapu założeniowego

1. Zastosowany układ bloków lustrzanych umożliwia bezkolizyjną pracę robota i równoległe prowadzenie zabiegów w obu systemach.
2. Konieczne było dostosowanie szerokości i rozstawu rzędów dla zachowania przejezdności i precyzji pracy robota (szerokość pasów, szerokość siewu)
3. Struktura gleby oraz wilgotność po zimie wymagały dodatkowego wyrównania pola – co zwiększyło dokładność pracy robota GPS RTK.
4. Opracowany płodozmian i parametry techniczne mogą zostać wykorzystane w kontynuacji doświadczeń w 2026 r.

4.2 Wyniki obserwacji polowych

Zakres i przebieg doświadczenia

W 2025 roku doświadczenie prowadzono w RZD „Kępa” IUNG-PIB na powierzchni ok. 2 ha, obejmującej część ekologiczną (EKO) i konwencjonalną (KONW). Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych (RCBD) w układzie pasowym (lustrzanym) z trzema powtórzeniami. Każdy blok zawierał poletka w systemie ekologicznym (EKO) i konwencjonalnym (KONW) rozmieszczone lustrzanie względem osi doświadczenia.

Z powodu nawałnicy z połowy kwietnia (18.04.2025) i bardzo wysokiej wilgotności gleby:

- pierwotne uprawy buraka ćwikłowego, cebuli (2 pasy) i marchwi musiały zostać zlikwidowane z powodu niedostatecznych wschodów
- ponowne siewy buraka ćwikłowego, cebuli (2 pasy) i marchwi (6 maj 2025), z powodu trudnych warunków pogodowych (wysoka suma opadów, lokalne podtopienia pola, zimne dni) nie przyniosły zadowalających wschodów cebuli i marchwi i uprawy te musiały zostać zlikwidowane
- w miejsce tych roślin wprowadzono buraka ćwikłowego, dynię i cukinię (od 26 czerwca 2025).
- Ostatecznie w miejscu pola warzyw uprawiano: buraka ćwikłowego (siany w drugim terminie tj. 6 maj 2025, buraka ćwikłowego (siany w trzecim terminie tj. 26 czerwca 2025, dynię i cukinię)

Wschody i rozwój roślin rolniczych (jęczmień jary, facelia błękitna i bobik) nie były na zadowalającym poziomie i uprawy te były prowadzone w doświadczeniu od siewu 6 kwietnia aż do zbioru roślin.

Tabela 4.2. Harmonogram pomiarów i obserwacji

Typ obserwacji	Terminy	Gatunki	Uwagi
Pomiary biometryczne (1 termin)	22 Maj	Rośliny rolnicze (bobik, facelia błękitna, jęczmień jary)	3 powtórzenia
Pomiary biometryczne (2 termin)	6 czerwca	Rośliny rolnicze (bobik, facelia błękitna, jęczmień jary)	3 powtórzenia
Pomiary biometryczne (3 termin)	29 sierpnia	Wszystkie gatunki	3 powtórzenia
Choroby i szkodniki, uszkodzenia mechaniczne	6 czerwca, 29 sierpnia	Rośliny rolnicze (czerwiec); Wszystkie gatunki (sierpień)	3 powtórzenia
Zachwaszczenie	1 lipca; 29 sierpnia	Wszystkie gatunki	3 powtórzenia
CropEye (teledetekcja)	29 sierpnia	Dynia	dane zbierane jednego dnia

Pomiary biometryczne (EKO i KONW)

Tabela 4.3. Parametry biometryczne Bobik

Gatunek	System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Bobik (Termin 1)	EKO	Wysokość roślin	58	60	59	59	cm

Bobik 2)	(Termin	EKO	Wysokość roślin	72	75	73	73	cm	
Bobik 3)	(Termin	EKO	Wysokość roślin	74	77	75	75	cm	
Bobik 1)	(Termin	EKO	SPAD	41	42	43	42	–	
Bobik 2)	(Termin	EKO	SPAD	43	44	45	44	–	
Bobik 3)	(Termin	EKO	SPAD	44	45	46	45	–	
Bobik		EKO	Masa nasion	1000	515	525	520	520	g
Bobik		EKO	Plon z 1 m²	0,30	0,37	0,29	0,32	kg	
Bobik 1)	(Termin	KONW	Wysokość roślin	70	72	70	71	cm	
Bobik 2)	(Termin	KONW	Wysokość roślin	74	77	75	75	cm	
Bobik 3)	(Termin	KONW	Wysokość roślin	76	78	77	77	cm	
Bobik 1)	(Termin	KONW	SPAD	42	43	43	43	–	
Bobik 2)	(Termin	KONW	SPAD	44	45	46	45	–	
Bobik 3)	(Termin	KONW	SPAD	45	46	47	46	–	
Bobik		KONW	Masa nasion	1000	520	528	524	524	g
Bobik		KONW	Plon z 1 m²	0,31	0,34	0,38	0,34	kg	

Bobik w bardzo dobrej kondycji w obu systemach. Liście o wysokim poziomie chlorofilu (SPAD $\approx$ 44–46). Nie obserwowano istotnych różnic między systemem ekologicznym i konwencjonalnym; minimalnie wyższe wartości w KONW wynikały prawdopodobnie z lepszej dostępności azotu. Miejscami nierówna obsada nie miała w późniejszym terminie większego wpływu na plonowanie.

Tabela 4.4. Parametry biometryczne – *Facelia błękitna*

Gatunek	System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Facelia (Termin 1)	EKO	Wysokość roślin	55	58	53	55	cm
Facelia (Termin 2)	EKO	Wysokość roślin	60	63	58	60	cm
Facelia (Termin 3)	EKO	Wysokość roślin	62	65	60	62	cm
Facelia	EKO	Masa nasion 1000	1,65	1,70	1,68	1,68	g
Facelia	EKO	Plon nasion z 1 m²	0,088	0,094	0,086	0,09	kg
Facelia (Termin 1)	KONW	Wysokość roślin	56	59	54	56	cm

Facelia (Termin 2)	KONW	Wysokość roślin	61	64	59	61	cm	
Facelia (Termin 3)	KONW	Wysokość roślin	63	66	61	63	cm	
Facelia	KONW	Masa nasion	1000	1,68	1,72	1,70	1,70	g
Facelia	KONW	Plon nasion z 1 m ²	0,090	0,095	0,088	0,09	kg	

Facelia w bardzo dobrej kondycji w obu systemach. Dostyc równomierne wschody i silny rozwój, kwitnienie długie, intensywnie oblatywana przez owady. Plony porównywalne w obu systemach (mała różnica w zabiegach agrotechnicznych w pierwszym roku badań).

Tabela 4.5. Parametry biometryczne – Jęczmień jary

Gatunek		System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Jęczmień (Termin 1)	jary	EKO	Obsada roślin	420	440	430	430	szt./m²
Jęczmień (Termin 2)	jary	EKO	Obsada roślin	410	435	425	423	szt./m²
Jęczmień (Termin 3)	jary	EKO	Obsada kłosów	385	400	390	392	szt./m²
Jęczmień (Termin 1)	jary	EKO	Wysokość roślin	63	65	64	64	cm
Jęczmień (Termin 2)	jary	EKO	Wysokość roślin	65	67	66	66	cm
Jęczmień (Termin 3)	jary	EKO	Wysokość roślin	67	68	66	67	cm
Jęczmień (Termin 1)	jary	EKO	SPAD	37	39	38	38	–
Jęczmień (Termin 2)	jary	EKO	SPAD	39	41	40	40	–
Jęczmień (Termin 3)	jary	EKO	SPAD	40	42	41	41	–
Jęczmień jary		EKO	Masa nasion 1000	46,5	47,2	46,8	46,8	g
Jęczmień jary		EKO	Plon z 1 m²	0,35	0,37	0,36	0,36	kg
Jęczmień (Termin 1)	jary	KONW	Obsada roślin	430	450	435	438	szt./m²
Jęczmień (Termin 2)	jary	KONW	Obsada roślin	420	440	430	430	szt./m²
Jęczmień (Termin 3)	jary	KONW	Obsada kłosów	395	410	400	402	szt./m²
Jęczmień (Termin 1)	jary	KONW	Wysokość roślin	64	66	65	65	cm
Jęczmień (Termin 2)	jary	KONW	Wysokość roślin	66	68	67	67	cm

Jęczmień (Termin 3)	jary	KONW	Wysokość roślin	68	70	69	69	cm	
Jęczmień (Termin 1)	jary	KONW	SPAD	38	39	39	39	–	
Jęczmień (Termin 2)	jary	KONW	SPAD	40	41	41	41	–	
Jęczmień (Termin 3)	jary	KONW	SPAD	41	43	42	42	–	
Jęczmień jary		KONW	Masa nasion	1000	47,1	47,5	47,2	47,3	g
Jęczmień jary		KONW	Plon z 1 m²	0,42	0,41	0,38	0,40	kg	

Jęczmień w bardzo dobrej kondycji w obu systemach. Łan równy, bez wylegania. Minimalne objawy mączniaka w EKO (ok. 3–4% liści), nie wpływające na plon. Plon i masa 1000 ziaren porównywalne między systemami, co potwierdza wyrównane warunki uprawy i niewielkie różnice nawożenia. Plon nieco wyższy w systemie konwencjonalnym.

Tabela 4.6. Parametry biometryczne – Burak siany w terminie 2

Gatunek	System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Burak ćwikłowy	EKO	Obsada roślin	21	24	20	22	szt./m ²
Burak ćwikłowy	EKO	Wysokość roślin	28	30	27	28	cm
Burak ćwikłowy	EKO	SPAD	35	37	34	35	–
Burak ćwikłowy	EKO	Plon z 1 m ²	1,8	2,0	1,7	1,8	kg
Burak ćwikłowy	KONW	Obsada roślin	23	25	21	23	szt./m ²
Burak ćwikłowy	KONW	Wysokość roślin	30	32	28	30	cm
Burak ćwikłowy	KONW	SPAD	36	38	35	36	–
Burak ćwikłowy	KONW	Plon z 1 m ²	1,9	2,1	1,8	1,9	kg

Burak z siewu w terminie 2 charakteryzował się słabym wzrostem początkowym i dużym zachwaszczeniem, co ograniczyło rozwój liści i zgrubienia korzeniowe. Wystąpiły liczne uszkodzenia mechaniczne oraz objawy chwościka (ok. 30% liści porażonych). Plon nieco wyższy niż w terminie 3, ale nadal niski w porównaniu do normy. Różnice między systemami minimalne – wynikają głównie z lokalnych warunków wilgotnościowych. Brak wyraźnych różnic między systemami – oba charakteryzowały się niskim wigorem i podobnym poziomem porażenia. Wynikało to z warunków prowadzenia doświadczenia w roku 2025 i małych różnic w agrotechnice pomiędzy systemami.

Tabela 4.7. Parametry biometryczne – Burak siany w terminie 3

Gatunek	System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Burak ćwikłowy	EKO	Obsada roślin	27	18	20	22	szt./m ²
Burak ćwikłowy	EKO	Wysokość roślin	23	25	21	23	cm
Burak ćwikłowy	EKO	SPAD	32	34	31	32	–
Burak ćwikłowy	EKO	Plon z 1 m ²	1,4	1,6	1,3	1,4	kg
Burak ćwikłowy	KONW	Obsada roślin	26	22	21	23	szt./m ²
Burak ćwikłowy	KONW	Wysokość roślin	24	27	22	24	cm
Burak ćwikłowy	KONW	SPAD	33	35	32	33	–
Burak ćwikłowy	KONW	Plon z 1 m ²	1,5	1,7	1,4	1,5	kg

Burak w słabej kondycji w obu systemach. Późny siew i intensywne zachwaszczenie ograniczyły wzrost i plon. Wystąpiły objawy chwościka buraka (*Cercospora beticola*) – 30–40% powierzchni liści z plamistością. Dodatkowo obserwowano uszkodzenia mechaniczne po zabiegach pielęgnacyjnych. Brak wyraźnych różnic między systemami – oba charakteryzowały się niskim wigorem i podobnym poziomem porażenia. Wynikało to z warunków prowadzenia doświadczenia w roku 2025 i małych różnic w agrotechnice pomiędzy systemami.

Tabela 4.8. Parametry biometryczne – Cukinia

Gatunek	System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Cukinia	EKO	Obsada roślin	1	1	1	1	szt./m ²
Cukinia	EKO	Wysokość roślin	40	42	38	40	cm
Cukinia	EKO	SPAD	45	46	44	45	–
Cukinia	EKO	Plon (na hektar)	34 800	36 200	33 500	34 800	kg/ha
Cukinia	KONW	Obsada roślin	1	1	1	1	szt./m ²
Cukinia	KONW	Wysokość roślin	41	43	39	41	cm
Cukinia	KONW	SPAD	46	47	45	46	–
Cukinia	KONW	Plon (na hektar)	35 500	36 800	34 200	35 500	kg/ha

Cukinia w bardzo dobrej kondycji. Rośliny silne, o dużych liściach i wysokiej zawartości chlorofilu. Nie odnotowano porażenia przez choroby ani uszkodzeń mechanicznych. Zachwaszczenie niskie dzięki szybkiemu zwarcu rzędów. Plon wysoki i wyrównany w obu systemach, bez istotnych różnic.

Tabela 4.9. Parametry biometryczne – Dynia

Gatunek	System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Dynia	EKO	Obsada roślin	0,5	0,5	0,5	0,5	szt./m ²
Dynia	EKO	Wysokość roślin	45	47	44	45	cm

Gatunek	System	Parametr	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka
Dynia	EKO	SPAD	46	47	45	46	–
Dynia	EKO	Plon (na hektar)	41 500	43 200	40 000	41 600	kg/ha
Dynia	KONW	Obsada roślin	0,5	0,5	0,5	0,5	szt./m ²
Dynia	KONW	Wysokość roślin	46	48	45	46	cm
Dynia	KONW	SPAD	47	48	46	47	–
Dynia	KONW	Plon (na hektar)	42 000	43 800	41 500	42 400	kg/ha

Dynia w bardzo dobrej kondycji w obu systemach. Rośliny szybko tworzyły zwarcie, ograniczając rozwój chwastów. Brak porażenia chorobami grzybowymi i szkodnikami. Plon wysoki i bardzo wyrównany – brak istotnych różnic między systemem ekologicznym a konwencjonalnym.

Ocena chorób, szkodników i uszkodzeń mechanicznych

Tabela 4.10. Ocena chorób, szkodników i uszkodzeń mechanicznych – Bobik

Gatunek	System	Typ obserwacji	Termin	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka / Skala
Bobik	EKO	Choroby liści	6 czerwca	1	2	2	2	9° skala (1 – brak, 9 – silne)
Bobik	EKO	Choroby liści	29 sierpnia	5	6	4	5	% porażenia
Bobik	EKO	Uszkodzenia mechaniczne	6 czerwca	2	1	2	2	% uszkodzonych roślin
Bobik	EKO	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	1	1	1	1	%
Bobik	KONW	Choroby liści	6 czerwca	1	1	2	1	9° skala
Bobik	KONW	Choroby liści	29 sierpnia	4	4	3	4	%
Bobik	KONW	Uszkodzenia mechaniczne	6 czerwca	1	1	1	1	%
Bobik	KONW	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	1	0	1	1	%

Bobik w bardzo dobrej kondycji w obu systemach. Wczesne objawy rdzy i askochytozy pojawiły się dopiero pod koniec sierpnia.

Tabela 4.11. Ocena chorób, szkodników i uszkodzeń – Facelia błękitna

Gatunek	System	Typ obserwacji	Termin	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka / Skala
Facelia błękitna	EKO	Choroby liści	6 czerwca	1	1	1	1	9° skala

Facelia błękitna	EKO	Choroby liści	29 sierpnia	2	3	2	2	% porażenia
Facelia błękitna	EKO	Uszkodzenia mechaniczne	6 czerwca	2	1	1	1	%
Facelia błękitna	EKO	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	1	1	1	1	%
Facelia błękitna	KONW	Choroby liści	6 czerwca	1	1	1	1	9° skala
Facelia błękitna	KONW	Choroby liści	29 sierpnia	2	2	2	2	% porażenia
Facelia błękitna	KONW	Uszkodzenia mechaniczne	6 czerwca	1	1	0	1	%
Facelia błękitna	KONW	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	1	1	1	1	%

Facelia błękitna w bardzo dobrej kondycji. Brak istotnych objawów chorób – sporadyczne wystąpienia mączniaka prawdziwego (<2% liści). Uszkodzenia mechaniczne minimalne

Tabela 4.12. Ocena chorób, szkodników i uszkodzeń mechanicznych – Jęczmień jary

Gatunek	System	Typ obserwacji	Termin	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka / Skala
Jęczmień jary	EKO	Choroby liści	6 czerwca	2	3	2	2	9° skala
Jęczmień jary	EKO	Choroby liści	29 sierpnia	4	3	3	3	% porażenia
Jęczmień jary	EKO	Uszkodzenia mechaniczne	6 czerwca	1	1	0	1	%
Jęczmień jary	EKO	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	1	1	1	1	%
Jęczmień jary	KONW	Choroby liści (mączniak, rdza)	6 czerwca	1	2	1	1	9° skala
Jęczmień jary	KONW	Choroby liści	29 sierpnia	3	2	3	3	% porażenia
Jęczmień jary	KONW	Uszkodzenia mechaniczne	6 czerwca	1	0	1	1	%
Jęczmień jary	KONW	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	1	1	1	1	%

Jęczmień jary w bardzo dobrej kondycji w obu systemach. Wystąpiły pojedyncze objawy chorób liści, ocenione na 2–3° w skali 9°. Uszkodzenia mechaniczne minimalne.

Tabela 4.13. Ocena chorób, szkodników i uszkodzeń mechanicznych – Warzywa (burak, cukinia, dynia)

Gatunek	System	Typ obserwacji	Termin	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka / Skala
Burak ćwikłowy	EKO	Chwościk buraka	29 sierpnia	38	42	40	40	% porażenia / 9° skala = 6
Burak ćwikłowy	KONW	Chwościk buraka	29 sierpnia	35	40	37	37	% porażenia / 9° skala = 5
Cukinia	EKO	Choroby liści	29 sierpnia	3	2	3	3	%
Cukinia	KONW	Choroby liści	29 sierpnia	2	2	3	2	%
Dynia	EKO	Choroby liści	29 sierpnia	2	3	2	2	%
Dynia	KONW	Choroby liści	29 sierpnia	2	2	2	2	%
Wszystkie warzywa	EKO	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	17	18	26	20	% roślin z objawami
Wszystkie warzywa	KONW	Uszkodzenia mechaniczne	29 sierpnia	16	17	25	19	% roślin z objawami

Burak ćwikłowy był najmocniej porażony – chwościk wystąpił powszechnie i ograniczył powierzchnię asymilacyjną liści. Dodatkowo, w buraku w obu systemach wystąpiły szkody związane z żerowaniem zwierząt (uszkodzenia mechaniczne roślin). W przypadku cukinii i dyni choroby praktycznie nie wystąpiły; pojedyncze objawy mączniaka i zgnilizn liści. Uszkodzenia mechaniczne dotyczyły głównie buraków.

4.3. Zachwaszczenie upraw

Tabela 4.14. Zachwaszczenie – Wszystkie gatunki.

Gatunek	System	Termin	Powt. 1	Powt. 2	Powt. 3	Średnia	Jednostka	Uwagi
Bobik	EKO	1 lipca	108	112	106	109	szt./m ²	Gatunki dominujące: komosa biała (<i>Chenopodium album</i>),
Facelia błękitna	EKO	1 lipca	22	28	24	25	szt./m ²	Zachwaszczenie niskie
Jęczmień jary	EKO	1 lipca	82	85	80	82	szt./m ²	Głównie miotła zbożowa, chwasty dwuliścienne

Burak ćwikłowy	EKO	1 lipca	135	140	128	134	szt./m ²	Silne zachwaszczenie – komosa, żółtlica,
Cukinia	EKO	1 lipca	28	26	30	28	szt./m ²	Zachwaszczenie pod kontrolą – szybkie zwarcie łanu
Dynia	EKO	1 lipca	22	24	21	22	szt./m ²	Niskie zachwaszczenie dzięki okrywie roślin
Bobik	KONW	1 lipca	102	108	104	105	szt./m ²	Głównie komosa biała
Facelia błękitna	KONW	1 lipca	25	30	28	88	szt./m ²	Zachwaszczenie niskie –
Jęczmień jary	KONW	1 lipca	78	81	79	79	szt./m ²	Małe zachwaszczenie, dobrze zagęszczony łan
Burak ćwikłowy	KONW	1 lipca	128	132	126	129	szt./m ²	Bardzo silne zachwaszczenie, głównie komosa biała
Cukinia	KONW	1 lipca	25	28	26	26	szt./m ²	Zachwaszczenie niskie
Dynia	KONW	1 lipca	20	22	20	21	szt./m ²	Niskie zachwaszczenie

Zachwaszczenie w doświadczeniu było niskie do połowy czerwca, następnie gwałtownie wzrosło – szczególnie w buraku ćwikłowym. W uprawach dyni i cukinii utrzymane na niskim poziomie dzięki szybkiemu zwarcu rzędów i silnemu wzrostowi wegetatywnemu. Nie stwierdzono wyraźnych między systemami EKO i KONW – różnice wynikały głównie z mikrostanowisk i nierównomiernych wschodów (w zależności od lokalnych warunków podtopienia pola utrzymywały się dłużej lub krócej).

Problemy z nadmierną wilgotnością łanu w wyniku niekorzystnego przebiegu pogody uniemożliwiły zwalczanie chwastów na wczesnym etapie rozwoju. Ze względu na charakter doświadczenia i wykorzystanie robota, nie pozostawiono ścieżek technologicznych w uprawie konwencjonalnej, co po osiągnięciu pełni wegetacji przez rośliny rolnicze gęsto zwierające łan (facelia, bobik) uniemożliwiało przeprowadzenie zabiegów regulacji zachwaszczenia (zarówno mechanicznych jak też chemicznych). Konieczność zmiany strategii w kolejnych latach dla zapewnienia możliwości regulacji zachwaszczenia w późniejszym terminie.

4.3. Obserwacje CropEye (Agrointelli Robotti)

System CropEye jest modulem kamer wysokiej rozdzielczości, montowanym na platformie autonomicznej Robotti. Umożliwia on rejestrację obrazów i analizę pokrycia roślin, stopnia zachwaszczenia i nanosi dane na mapę. Dane obrazowe są geotagowane i zapisywane w chmurze producenta, co pozwala na ich dalszą analizę w kontekście oceny kondycji łąnu oraz generowania tzw. „map działań” (action maps) służących do planowania zabiegów pielęgnacyjnych i interwencyjnych. System znajduje zastosowanie w ocenie skuteczności zabiegów mechanicznego odchwaszczania, a także w dokumentacji wizualnej upraw ekologicznych i konwencjonalnych.

System CropEye wymaga integracji z robotem Agroidintelli. W 2025 roku dokonano montażu systemu CropEye na robocie Agroidintelli Robotti. Przed rozpoczęciem rejestracji obrazów konieczne było przeprowadzenie pełnej integracji systemu CropEye z autonomicznym robotem Agroidintelli Robotti LR, obejmującej kalibrację modułu kamer, oprogramowania sterującego oraz synchronizację z systemem GPS RTK. Integracja została przeprowadzona przez zespół serwisowy producenta Agroidintelli w lipcu i sierpniu 2025 r. W efekcie system był gotowy do pracy pod koniec sierpnia, co umożliwiło wykonanie pomiarów teledetekcyjnych w zbożach (jęczmień jary). Pierwszą kampanię pomiarową przeprowadzono we wrześniu. Oceniano efekty identyfikacji zachwaszczenie przez system teledetekcyjny oparty na AI, porównując go z identyfikacją ekspercką dokonaną przez pracowników naukowych IUNG-PIB.

Tabela 4.15. Zgodność rozpoznawania chwastów w doświadczeniu polowym w uprawie warzyw przez system CropEye.

System uprawy	Typ chwastów	Powt. 1 – zgodność [%]	Powt. 2 – zgodność [%]	Powt. 3 – zgodność [%]	Średnia zgodność [%]
Ekologiczny (EKO)	Chwasty jednoliścienne	87,5	90,2	88,1	88,6
Ekologiczny (EKO)	Chwasty dwuliścienne	83,4	85,7	84,9	84,7
Konwencjonalny (KONW)	Chwasty jednoliścienne	89,3	91,1	90,4	90,3
Konwencjonalny (KONW)	Chwasty dwuliścienne	82,1	84,8	83,2	83,4



Rys. 4.2. Mapa gęstości zachwaszczenia – rośliny dwuliścienne (uzyskana z systemu CropEye).



Rys. 4.3. Mapa pokrycia powierzchni ziemi chwastami dwuliściennymi uzyskana z systemu Crop Eye.

System CropEye okazał się przydatnym narzędziem mapującym pole przy każdym przejeździe pielęgnacyjnym – a co za tym idzie – dostarczającym precyzyjnych informacji o zagęszczeniu chwastów, ale także obsadzie roślin uprawnych w trakcie sezonu wegetacyjnego. Z uwagi na późne osiągnięcie przez system pełni operacyjności dane te są jednak niekompletne i bazują na polach z uprawą warzyw.

4.4 Nakłady – nawożenie, ochrona i liczba przejazdów robota.

W roku 2025, z uwagi na wyjątkowo niekorzystne warunki pogodowe w okresie wiosennym (ulewne opady i lokalne podtopienia w kwietniu–maju), zakres wykonanych zabiegów nawożenia i ochrony roślin był istotnie ograniczony względem planu doświadczenia.

W systemie ekologicznym (EKO) nawożenie chemiczne nie było stosowane — powierzchnia przed założeniem doświadczenia została nawazona kompostem pochodzenia organicznego, a ochrona roślin prowadzona była wyłącznie metodami mechanicznymi z wykorzystaniem robota Agroboti Robotti (mechaniczne zwalczanie chwastów, obserwacje CropEye).

W systemie konwencjonalnym (KONW) zastosowano ograniczone nawożenie mineralne (startowe dawki azotu i potasu) oraz wykonano zabiegi ochrony chemicznej jedynie w jęczmieniu jarym i buraku ćwikłowym. Dla pozostałych gatunków, ze względu na podtopienia i ograniczenia w przejazdach, zabiegi ochronne nie były realizowane.. W efekcie zakres realnie wykonanych zabiegów chemicznych w 2025 r. był mniejszy niż planowany.

Tablela 4.16. 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>
Jęczmień jary	EKO	20,0	–	0	3
	KONW	–	60 N – 30 P ₂ O ₅ – 40 K ₂ O	1	4
Burak ćwikłowy	EKO	25,0	–	0	3
	KONW	–	50 N – 25 P ₂ O ₅ – 35 K ₂ O	1	4
Bobik	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	40 N – 20 P ₂ O ₅	0	3
Facelia błękitna	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	40 N – 20 P ₂ O ₅	0	3
Dynia	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	30 N – 15 P ₂ O ₅	0	2
Cukinia	EKO	25,0	–	0	2
	KONW	–	30 N – 15 P ₂ O ₅	0	2

W systemie ekologicznym wszystkie uprawy nawożono kompostem (25 t/ha) jako jedynym źródłem składników pokarmowych. Nawożenie wykonano bezpośrednio przed założeniem doświadczenia i siewem roślin. W systemie konwencjonalnym zastosowano nawożenie mineralne w ograniczonych dawkach (średnio 30–60 kg N/ha oraz 15–40 kg P₂O₅ i K₂O/ha). Ochronę chemiczną wykonano wyłącznie w jęczmieniu jarym i buraku ćwikłowym, w jednym terminie zabiegowym. Liczba przejazdów w systemie EKO była o ok. 25–30% niższa niż w KONW. W obu systemach wykorzystano robota do regulacji zachwaszczenia (regulacja mechaniczna w EKO i KONW). W systemie Konwencjonalnym robot wykonywał przejazd z opryskiwaczem. Warunki pogodowe wiosną (nawałnice, podtopienia) ograniczyły możliwość wjazdu w pole w obu systemach, wpływając na redukcję faktycznych nakładów.

4.5 Analiza efektywności ekonomicznej systemów uprawy

Analizę efektywności ekonomicznej wykonano w oparciu o wyniki plonowania roślin towarowych uzyskane w doświadczeniu w 2025 roku. Dla każdej rośliny obliczono przychód jednostkowy [zł·ha⁻¹] w systemie ekologicznym (EKO) i konwencjonalnym (KONW), wykorzystując średni plon oraz aktualne ceny rynkowe płodów rolnych pozyskane z krajowych raportów rynkowych (rynek hurtowy i skupowy, stan na październik 2025).

W systemie ekologicznym przyjęto premię cenową w wysokości 15% względem ceny rynkowej produktów konwencjonalnych, zgodnie z typowymi różnicami notowanymi w sprzedaży produktów certyfikowanych. Dla obu systemów nie uwzględniano kosztów nawożenia (mineralnego w KONW oraz kompostu w EKO), gdyż zostały one poniesione przed założeniem doświadczenia i uznano je za równoważne ekonomicznie. W systemie konwencjonalnym od wartości przychodu odjęto koszty wykonania zabiegów ochrony chemicznej, które w roku 2025 były prowadzone jedynie w jęczmieniu jarym i buraku ćwikłowym. Koszt ten oszacowano na podstawie średnich stawek rynkowych środków ochrony roślin i liczby zabiegów wykonanych w doświadczeniu (1 zabieg/ha).

Wskaźniki efektywności obliczono według zależności:

$$\text{Cena_EKO} = 1,15 \times \text{Cena_rynkowa}$$

$$\text{Wynik_EKO [zł/ha]} = \text{Plon [t/ha]} \times \text{Cena_EKO [zł/t]}$$

$$\text{Wynik_KONW [zł/ha]} = \text{Plon [t/ha]} \times \text{Cena_KONW [zł/t]} - \text{Koszt_zabiegów_chem. [zł/ha]}$$

Dla systemu ekologicznego koszt zabiegów chemicznych przyjęto jako równy 0.

Uzyskane wartości stanowią porównawczy wskaźnik opłacalności produkcji w warunkach doświadczenia, umożliwiający ocenę relacji ekonomicznych między systemami EKO i KONW w odniesieniu do czterech roślin towarowych: jęczmienia jarego, buraka ćwikłowego, dyni i cukinii.

Tabela 4.17. Szacunkowy wyniki ekonomiczny dla roślin uprawianych w doświadczeniu.

Gatunek (towarowy)	System	Cena rynkowa (bazowa)	Cena obliczeń	do	Koszt zabiegów chem. [zł/ha]	Plon [t/ha]	Dochód [zł/ha]
Jęczmień jary (zboże)	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
Dynia (warzywo)	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
Cukinia	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
Burak ćwikłowy (2 termin)	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

4.5. Warunki pogodowe i ich wpływ

W roku 2025 kluczowym czynnikiem determinującym przebieg doświadczenia polowego była specyfika pogody oraz jej wpływ na uprawę prowadzoną na glebie typu mada średnia. Gleby tego typu, charakteryzujące się wysoką zawartością frakcji ilastych oraz znaczną pojemnością wodną, cechują się z jednej strony wysoką żyznością i dużym potencjałem plonotwórczym, z drugiej zaś – ograniczoną przepuszczalnością i skłonnością do nadmiernego uwilgotnienia w warunkach intensywnych opadów. W sezonie wegetacyjnym 2025 roku, charakteryzującym się częstymi i obfitymi opadami deszczu, właściwości te miały zasadniczy wpływ na przebieg i efektywność prowadzonych zabiegów agrotechnicznych oraz wschodów roślin.

Utrzymująca się wysoka wilgotność gleby utrudniała wjazd maszyn rolniczych w pole, co ograniczało możliwość terminowego wykonania niezbędnych zabiegów pielęgnacyjnych. Nie mniej istotny wpływ warunki te wywarły na proces wschodów roślin. Dwukrotnie zaobserwowano ograniczone i nierównomierne wschody zarówno cebuli (*Allium cepa* L.), jak i marchwi (*Daucus carota* L.), co było bezpośrednim następstwem nadmiernego uwilgotnienia gleby i pogorszonego napowietrzenia strefy

siewnej. W przypadku cebuli, gatunku szczególnie wrażliwego na nadmiar wody w początkowych fazach rozwoju, straty w obsadzie roślin były tak znaczne, że w efekcie podjęto decyzję o rezygnacji z jej uprawy w roku 2025. Z kolei marchew, pomimo ograniczonych wschodów, kontynuowała rozwój, jednak uzyskane obsady a w konsekwencji plony były niezadowalające.

Charakterystyka mady rzecznej – jej wysoka pojemność wodna, niska przepuszczalność oraz podatność na zalewanie – w połączeniu z wyjątkowo wilgotnymi warunkami pogodowymi 2025 roku, stanowiła czynnik decydujący o przebiegu doświadczenia polowego. Wpływała ona zarówno na możliwości techniczne wykonywania zabiegów agrotechnicznych, jak i na rozwój oraz plonowanie badanych gatunków warzyw. Tym samym należy uznać, że uprawa ekologiczna warzyw na glebie typu mada rzeczna, choć uzasadniona pod względem jej potencjału produkcyjnego, ujawnił w 2025 roku swoje ograniczenia w kontekście zmiennych warunków pogodowych i zróżnicowanych wymagań gatunkowych roślin. Uprawa na glebie tego typu wymaga wyjątkowo dobrego przygotowania gleby do siewu i posiadania bogatego zaplecza w postaci parku maszyn, zdolnego do pracy w różnych warunkach wilgotnościowych i w uprawach różnych gatunków (np. glebogryzarka separacyjna do przygotowania gleby przed siewem/sadzeniem roślin; pielniki aktywne do aktywnego, precyzyjnego zwalczania chwastów i uprawy gleby między roślinami). Wiedza i doświadczenie w uprawie różnych gatunków roślin uprawnych są także czynnikiem determinującym w dużym stopniu sukces uprawy.

4.6 Wyniki badań ankietowych

Cel i zakres badań

Badania ankietowe przeprowadzono w 2025 r. w celu rozpoznania:

- poziomu wiedzy i opinii na temat rolnictwa ekologicznego,
- postaw wobec automatyzacji i robotyzacji procesów uprawowych,
- zainteresowania krótkimi łańcuchami dostaw żywności,
- oraz preferencji konsumenckich dotyczących zakupu produktów lokalnych.

Badania stanowiły element działań upowszechniających i edukacyjnych projektu, a także będą stanowiły podstawę do podejmowania decyzji dotyczących strategii doboru gatunków uprawianych na potrzeby lokalnego rynku w RZD Kępa.

Metodyka badań

Ankieta została przygotowana w formie elektronicznej (formularz Google Forms) i udostępniona:

- poprzez media społecznościowe IUNG-PIB (Facebook, LinkedIn),
- w formie linku i kodu QR umieszczonego w lokalnym sklepie z produktami RZD Kępa (Puławy).

Badanie miało charakter dobrowolny i anonimowy.
Do dnia 20.10.2025 Zebrano **N = 30** odpowiedzi.

Wyniki badań ankietowych zaprezentowane w formie wykresów Google Forms zestawiono w Aneksie 1. (na końcu tego dokumentu).

5. 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”, prezentującą postępy i efekty realizacji Zadania. W ramach działań upowszechniających opracowano również publikację edukacyjną „Rolnictwo przyszłości. Jak technologia i natura łączą siły”, przybliżającą ideę rolnictwa ekologicznego wspieranego innowacyjnymi technologiami, takimi jak roboty, drony i systemy rolnictwa 4.0.

Dzięki tym działaniom projekt zyskał widoczność zarówno w środowisku naukowym, jak i wśród praktyków rolniczych, interesariuszy sektora rolnego ale także konsumentów.

Lista wydarzeń promujących, warsztatów naukowych i innych wydarzeń promujących:

1) Berbec A.K. „Research on Organic Agriculture - National and International Projects” – informacja o doświadczeniu podczas spotkania z delegacją francuskich przedsiębiorstw rolno-spożywczych, zorganizowane przy współpracy z państwową agencją Business France 7 kwietnia 2025, Puławy

2) Prezentacja doświadczenia - wizyta polowa w RZD „Kępa” Puławy doświadczeniu podczas spotkania z delegacją francuskich przedsiębiorstw rolno-spożywczych, zorganizowane przy współpracy z państwową agencją Business France 7 kwietnia 2025, Puławy

3) Berbec A.K. „Krajowe i Międzynarodowe projekty naukowe” - informacja o doświadczeniu podczas seminarium IUNG-PIB poświęconemu działalności naukowej zakładu Agroekologii i Ekonomiki IUNG-PIB – liczba uczestników: około 240

5) **Organizacja Warsztatów w ramach zadania.** Warsztaty w dniu 15 lipca 2025 roku w IUNG-PIB i RZD „Kępa” Puławy w Puławach w ramach dotacji ekologicznej 2025, obejmujące prezentacje i pokazy praktyczne nowoczesnych technologii rolnictwa 4.0, w tym robotów polowych i dronów.

6) Berbec A.K.: „Rolnictwo ekologiczne wspierane przez automatyzację i sztuczną inteligencję – Technologia w służbie natury”. Referat podczas warsztatów naukowych pt.: Strategie poprawy wydajności w rolnictwie ekologicznym” 21 października 2025, Juchowo.

7) **Organizacja Warsztatów w ramach zadania.** Warsztaty pt.: „Drony i automatyzacja w rolnictwie precyzyjnym i ekologicznym”, 30 październik 2025, RZD Kępa Puławy.

8) Utworzenie strony w social media – „Autonomicznie – Ekologicznie” poświęconej realizacji tematu <https://www.facebook.com/profile.php?id=61581398730159>

9) Promocja na stronie IUNG-PIB www.iung.pulawy.pl oraz w social media IUNG_PIB (facebook, LinkedIn, YouTube).

10. Opracowanie i wydanie publikacji edukacyjnej „Rolnictwo przyszłości. Jak technologia i natura łączą siły”, przybliżającej ideę rolnictwa ekologicznego wspieranego nowoczesnymi technologiami

(roboty, drony, systemy rolnictwa 4.0). Publikacja powstała w ramach realizacji zadania i będzie dostępna bezpłatnie w sklepie RZD IUNG-PIB Kępa Puławy.



Rys. 5.1. Książeczka edukacyjna „Rolnictwo przyszłości. Jak technologia i natura łączą siły” wydana w ramach Zadania.

Tabela 5.1 Wstępne plany kontynuacji doświadczeń (2026)

Zakres	Plan
Cel	Kontynuacja badań nad efektywnością pracy robota Agroboti Robotti LR w różnych płodozmianach oraz porównanie systemów EKO i KONW w aspekcie produktywności i energochłonności. Promowanie rolnictwa ekologicznego jako miejsca uprawy ciekawych gatunków nowoczesnymi metodami.
Gatunki planowane	Bobik, Facelia, Owies ozimy (wysiano 7.11.2025) Pszenica Trispa (wysiano 7.11.2025), Jęczmień czarny, burak ćwikłowy – różne odmiany kolorystyczne, Gryka (poplon), Kukurydza cukrowa
Narzędzia planowane	– precyzyjny siewnik punktowy; – pielnik międzyrzędowy; – brona chwastownik; – czujniki wilgotności gleby - glebogryzarka separacyjna

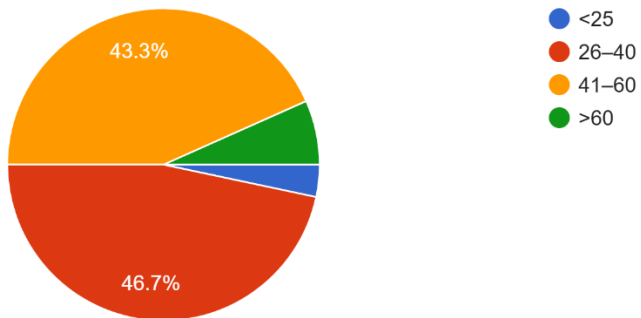
Zabiegi agrotechniczne Promocja upowszechnianie	i	nawożenie organiczne w EKO, wykorzystanie dronów do nawożenia, analiza porównawcza zasobności gleby. Warsztaty w RZD Kępa, udział w Dniach Pola IUNG-PIB, prezentacja w social mediach (FB, LinkedIn, YouTube).
--	----------	--

Aneks 1.

Wyniki badań ankietowych.

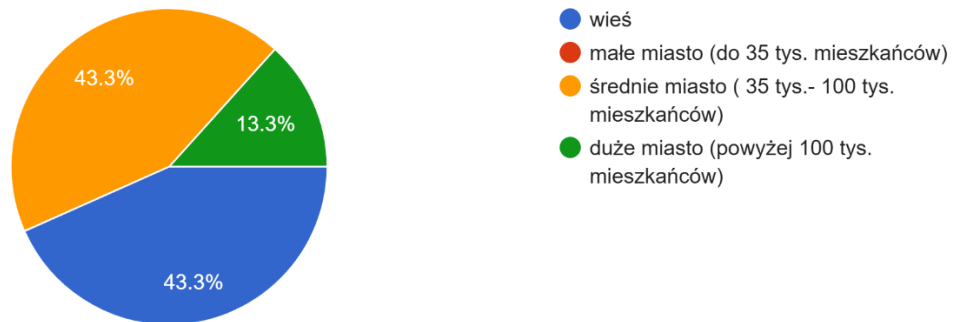
Wiek respondenta

30 responses



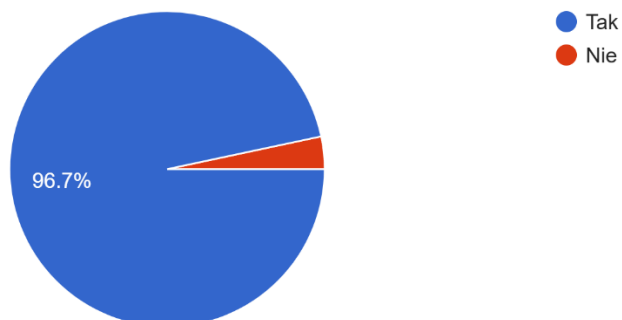
Miejsce zamieszkania

30 responses



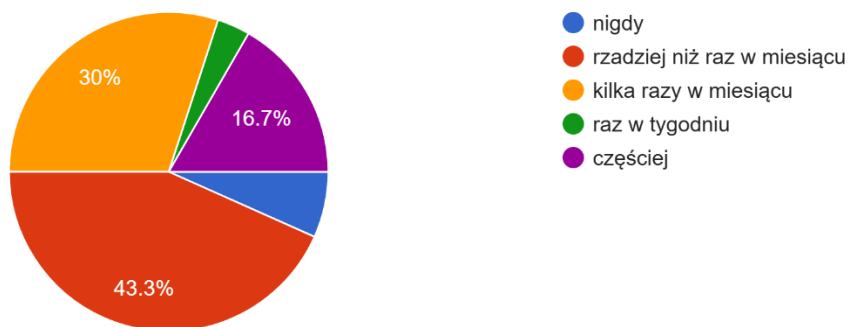
Czy kiedykolwiek kupował(a) Pan/Pani produkty ekologiczne?

30 responses



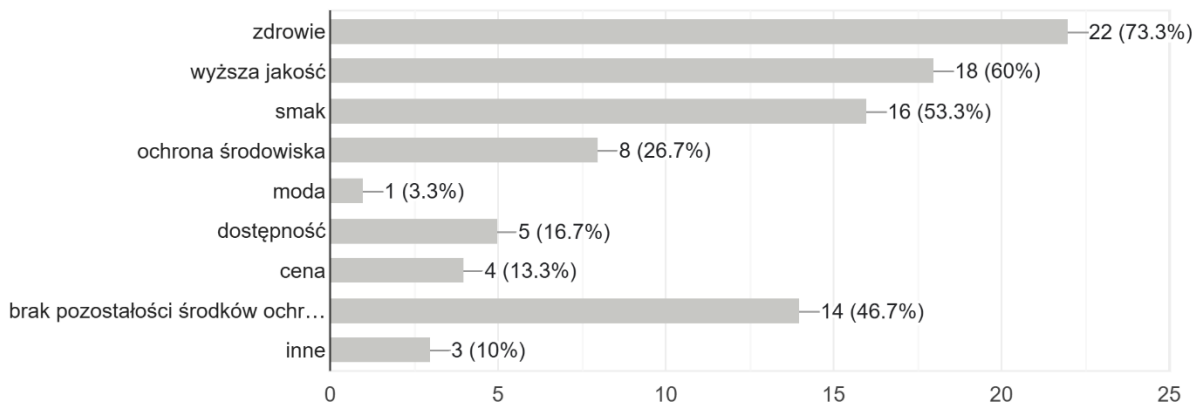
Jak często kupuje Pan/Pani żywność ekologiczną?

30 responses



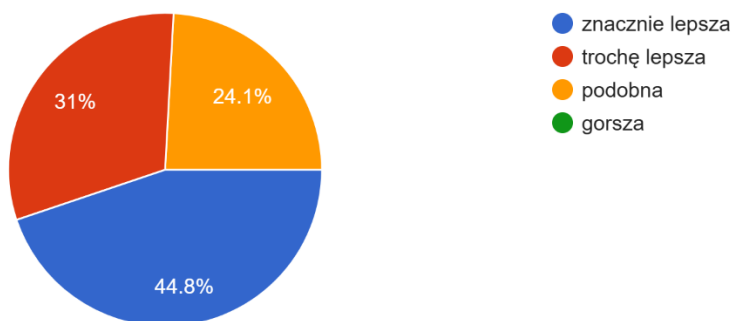
Jakie czynniki decydują o wyborze żywności ekologicznej?

30 responses



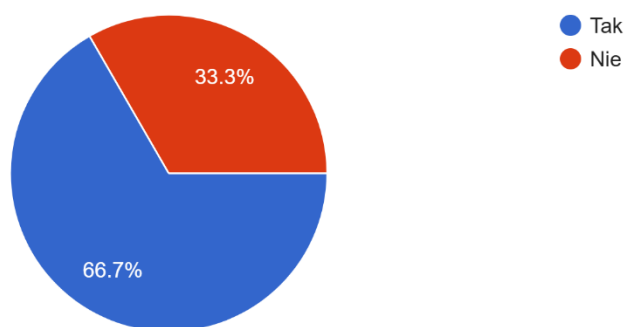
Jak ocenia Pan/Pani jakość produktów ekologicznych w porównaniu z konwencjonalnymi?

29 responses



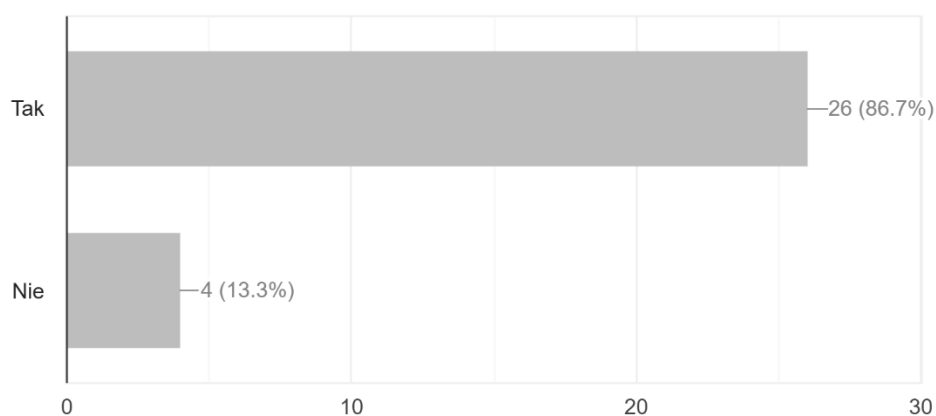
Czy kupuje Pan/Pani produkty rolne bezpośrednio od rolnika?

30 responses



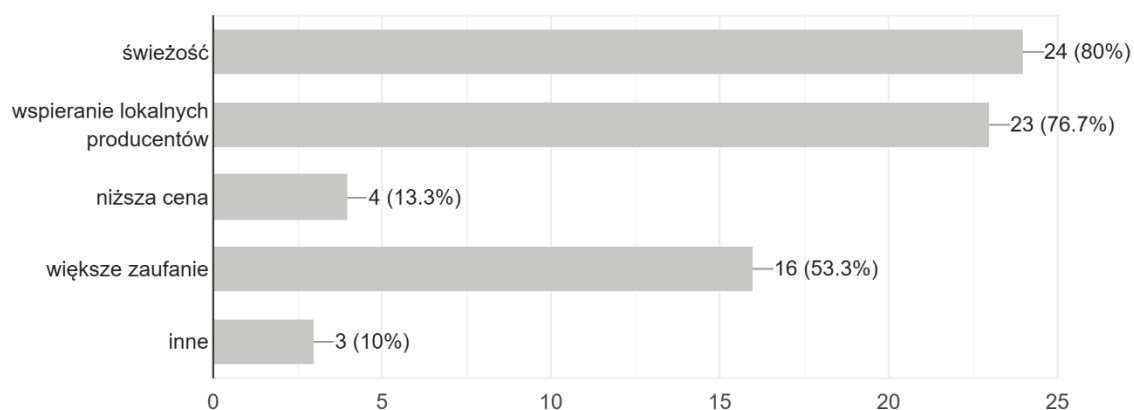
Czy kupuje Pan/Pani żywność w sklepie, który prowadzi sprzedaż produktów własnych i od lokalnych rolników?

0 / 30 correct responses



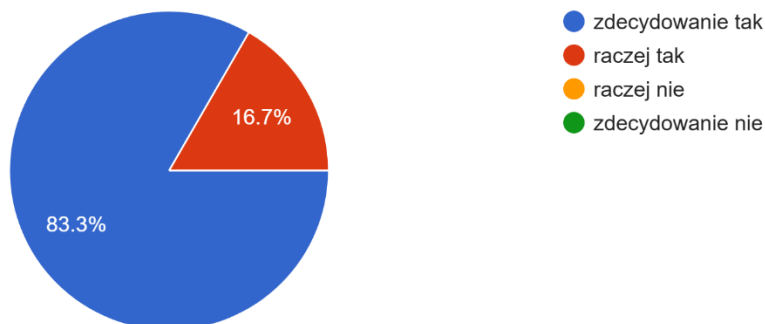
Jakie są, Pana/Pani zdaniem, największe zalety kupowania żywności bezpośrednio od rolnika?

30 responses



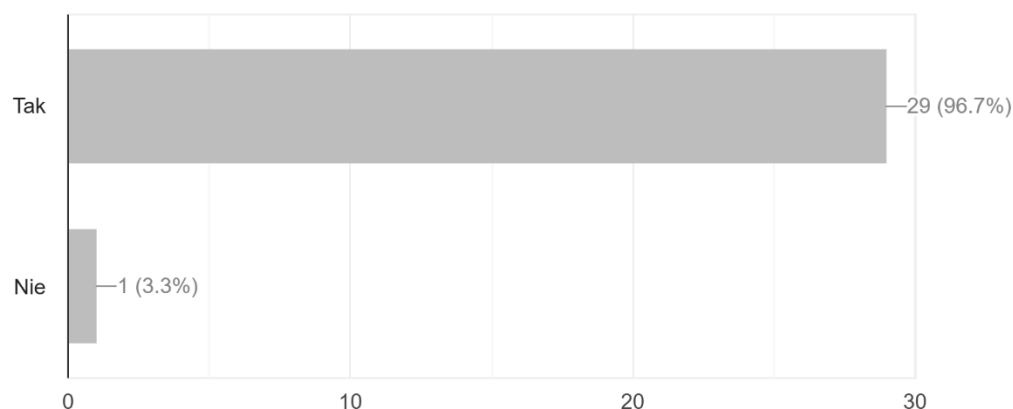
Czy był(a)by Pan/Pani zainteresowany(a) częstszym kupowaniem żywności pochodzącej z krótkich łańcuchów dostaw? (mniej pośredników, większy udział dla rolnika, lokalne pochodzenie produktów)

30 responses



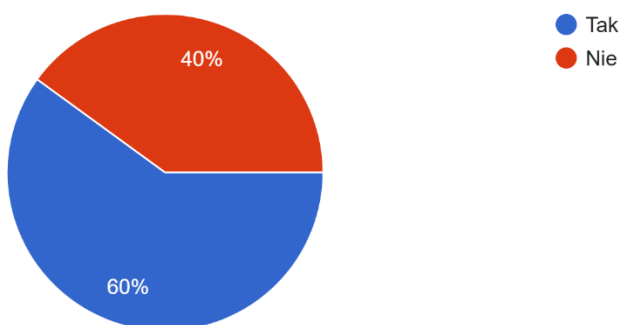
Czy lokalne pochodzenie żywności jest dla Pana/Pani czynnikiem który mógłby działać na korzyść produktu przy podejmowaniu decyzji zakupowej?

0 / 30 correct responses



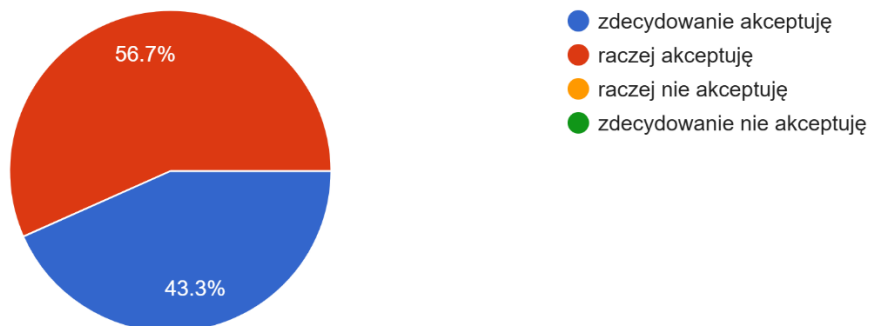
Czy słyszał(a) Pan/Pani o pojęciu „Rolnictwo 4.0” (automatyzacja, roboty, drony, cyfrowe systemy monitorowania)?

30 responses



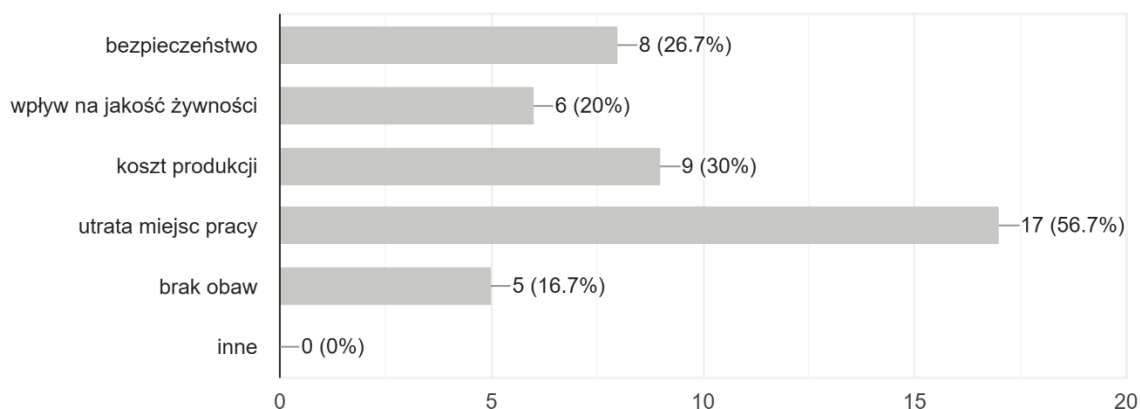
Na ile jest Pan/Pani otwarty(a) na stosowanie robotów rolniczych w gospodarstwach ekologicznych?

30 responses



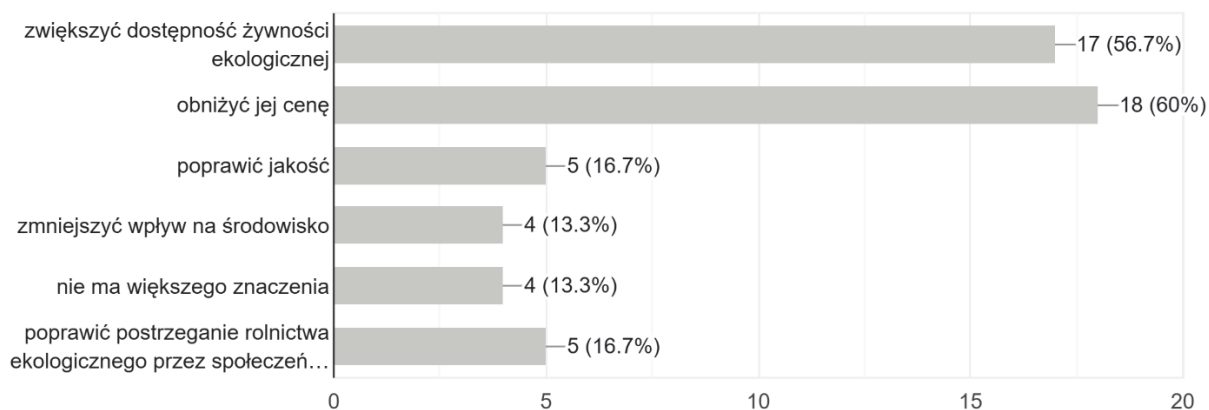
Jakie obawy może budzić w Pana/Pani opinii wykorzystanie autonomicznych maszyn w rolnictwie?

30 responses



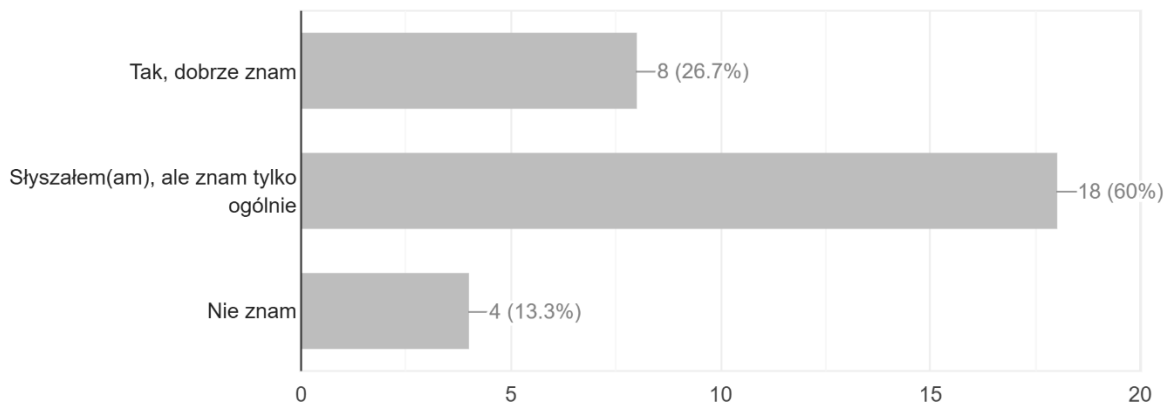
Czy uważa Pan/Pani, że automatyzacja w gospodarstwach ekologicznych może...

30 responses



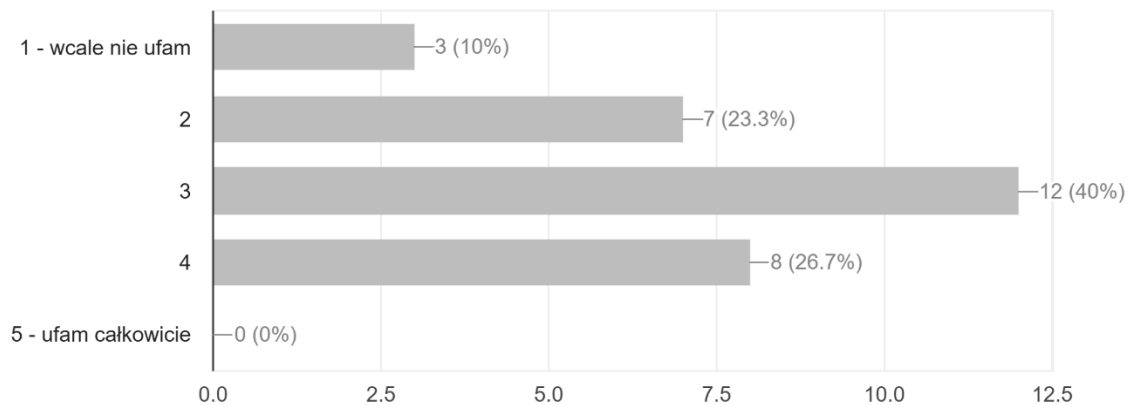
Czy zna Pan/Pani obowiązujące w Polsce i Unii Europejskiej system certyfikacji żywności ekologicznej ("zielony listek" UE)?

0 / 30 correct responses



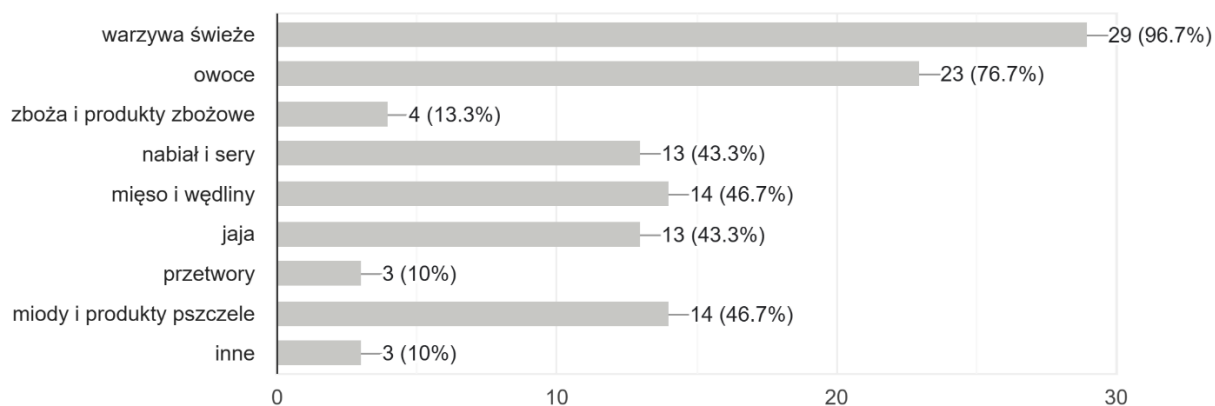
Na ile ufa Pan/Pani oznaczeniom certyfikacyjnym na produktach ekologicznych potwierdzających ich jakość?

0 / 30 correct responses



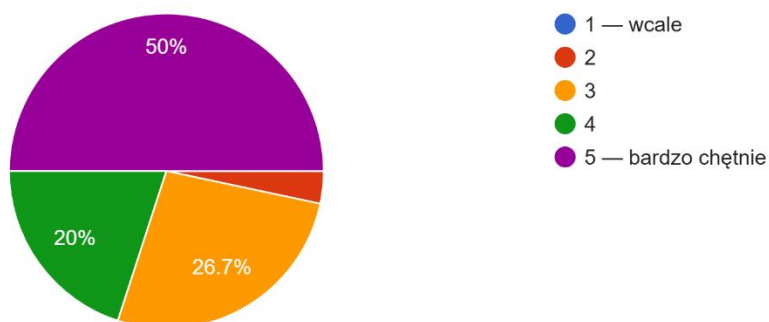
Jakie produkty ekologiczne najczęściej kupuje Pan/Pani w sklepach lub na targach lokalnych?

30 responses



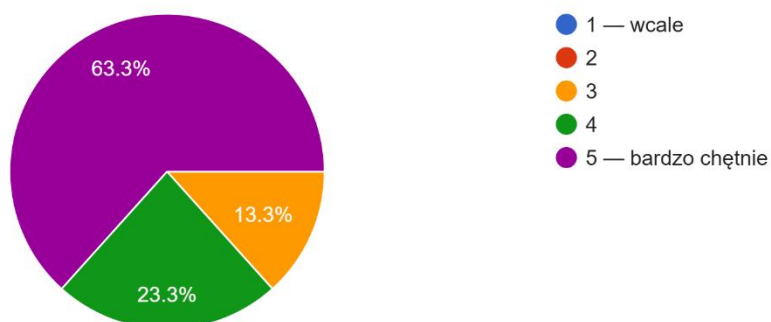
Chęć zakupu: ziemniaki odmian ekologicznych (1–5)

30 responses



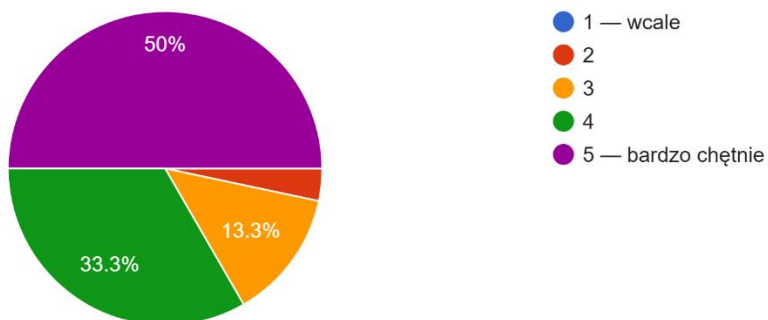
Chęć zakupu: warzywa korzeniowe (marchew, buraki, pietruszka) (1–5)

30 responses



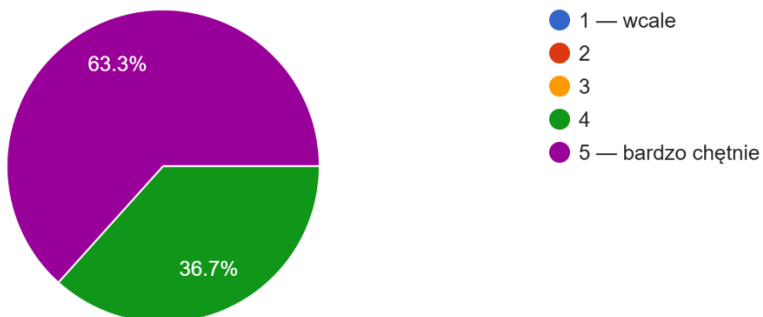
Chęć zakupu: warzywa liściowe (sałata, jarmuż, szpinak) (1–5)

30 responses



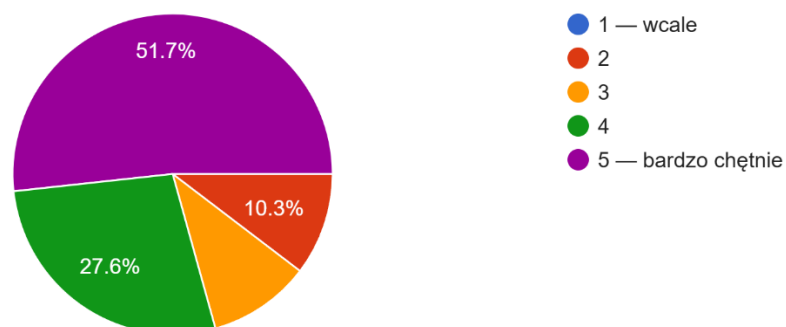
Chęć zakupu: warzywa owocowe (pomidory, papryka, ogórki) (1–5)

30 responses



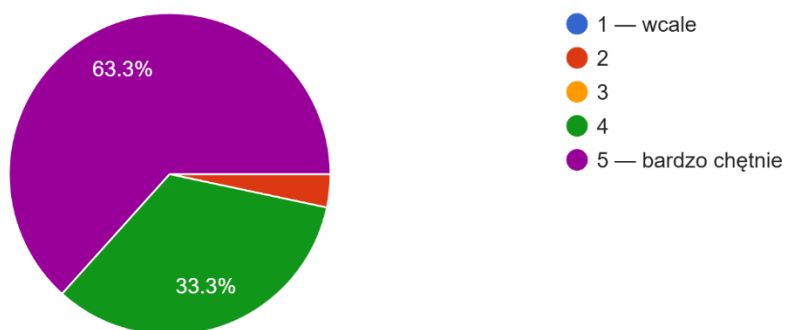
Chęć zakupu: zioła świeże (bazylia, koperek, natka) (1–5)

29 responses



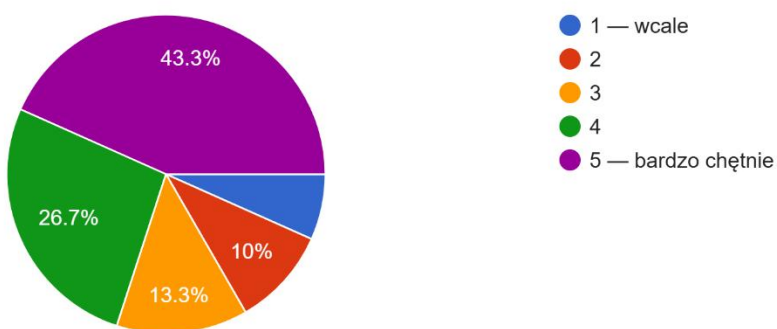
Chęć zakupu: owoce sezonowe (jabłka, śliwki, truskawki) (1–5)

30 responses



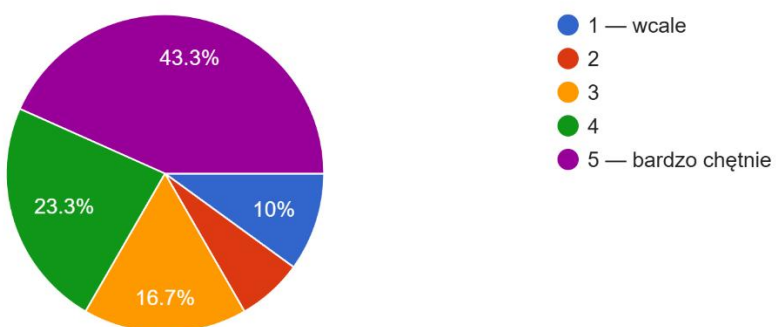
Chęć zakupu: mąki ekologiczne z dawnych zbóż (orkisz, samopsza, płaskurka) (1–5)

30 responses



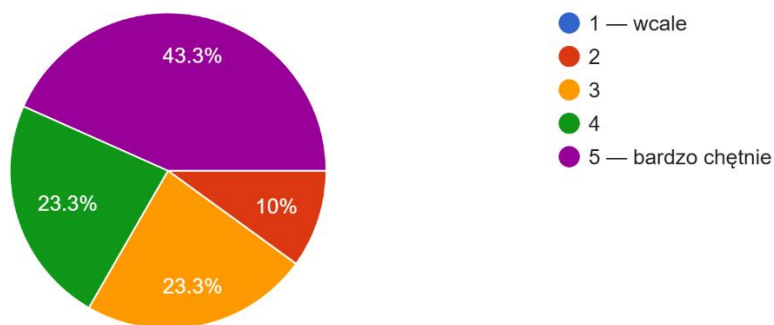
Chęć zakupu: kasze (gryczana, orkiszowa, jaglana) (1–5)

30 responses



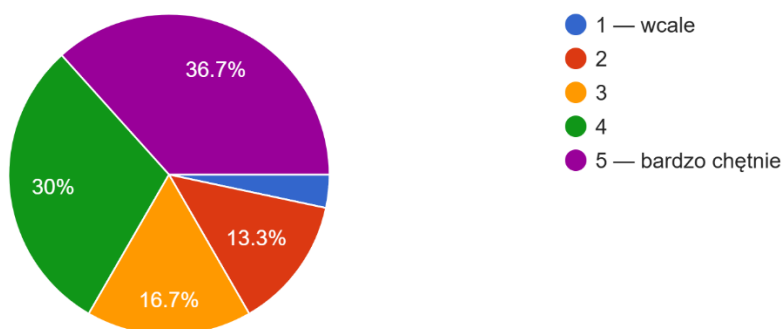
Chęć zakupu: pieczywo ekologiczne (w tym z dodatkiem roślin strączkowych) (1–5)

30 responses



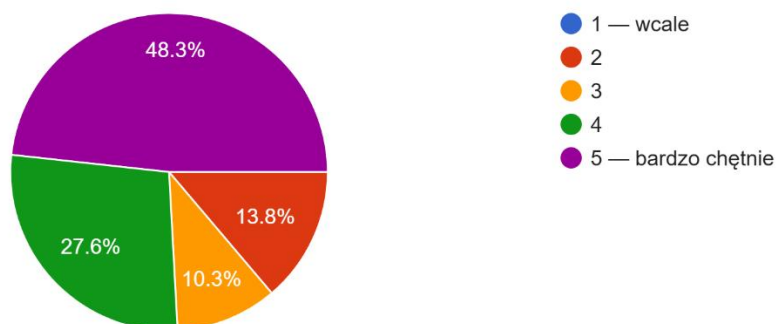
Chęć zakupu: produkty z roślin bobowatych (fasola, soczewica, groch, łubin, bobik) (1–5)

30 responses



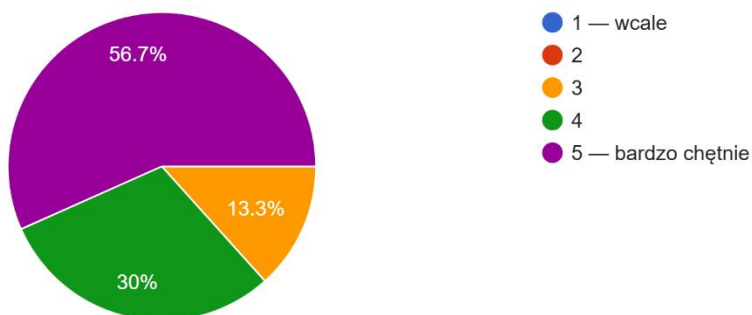
Chęć zakupu: oleje tłoczone na zimno (lniany, rzepakowy, słonecznikowy) (1–5)

29 responses



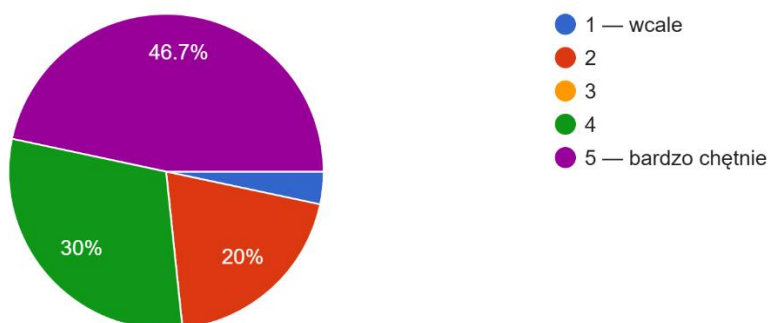
Chęć zakupu: lokalny miód (faceliowy, gryczany, wielokwiat) (1–5)

30 responses



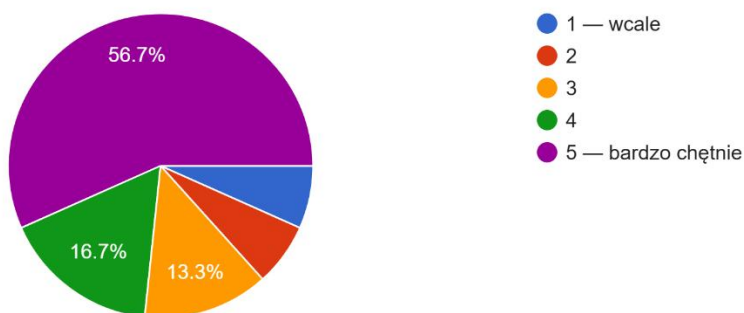
Chęć zakupu: ekologiczne kiszonki i przetwory (soki, dżemy, przeciery) (1–5)

30 responses



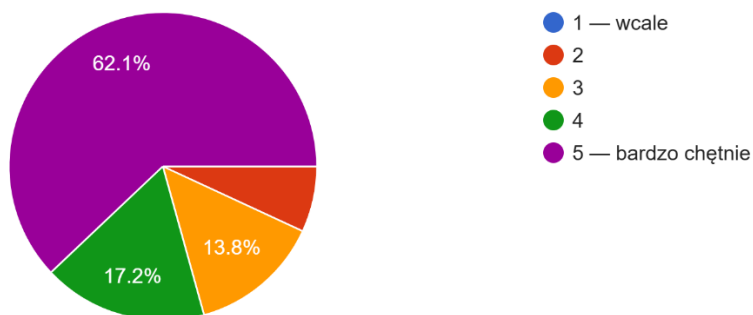
Chęć zakupu: jaja ekologiczne (1–5)

30 responses



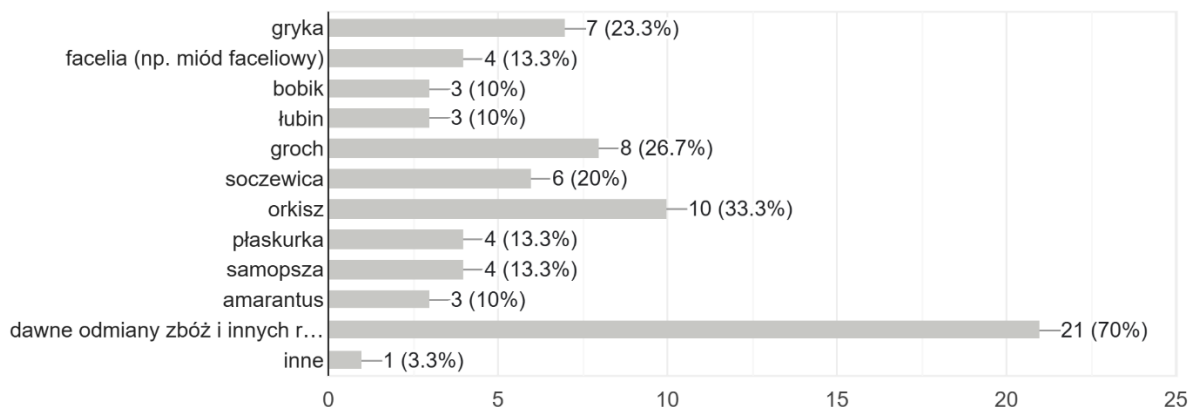
Chęć zakupu: nabiał ekologiczny (mleko, sery, jogurty) (1–5)

29 responses



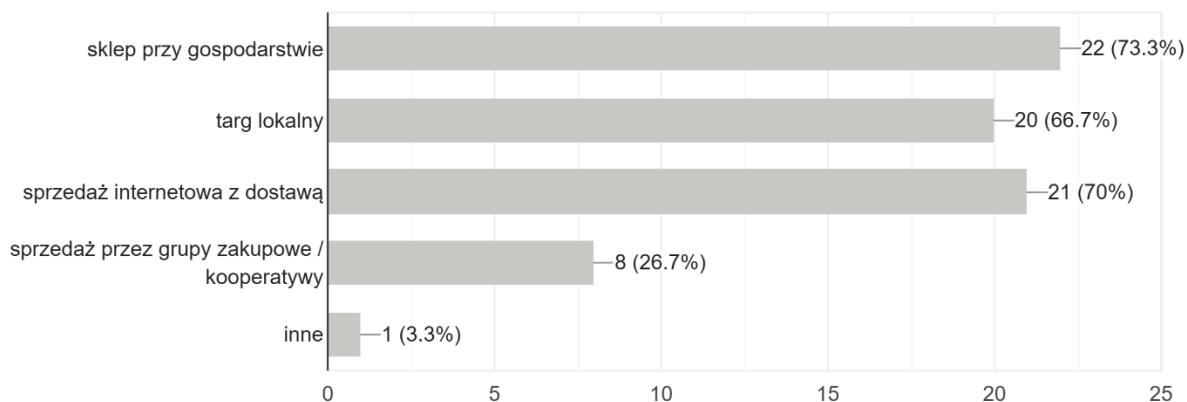
Które z mniej popularnych gatunków uprawnych byłyby dla Pana/Pani szczególnie atrakcyjne jako produkt lokalny?

30 responses



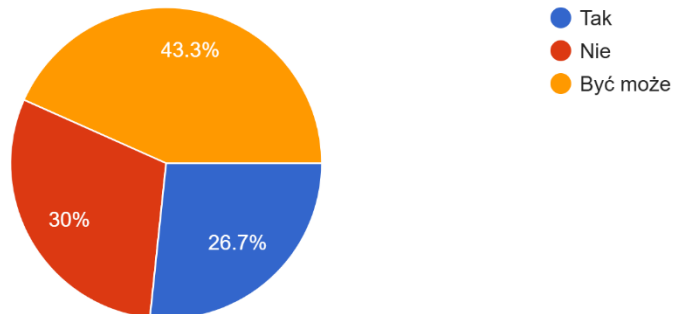
Jakie formy sprzedaży produktów ekologicznych byłyby dla Pana/Pani najwygodniejsze?

30 responses



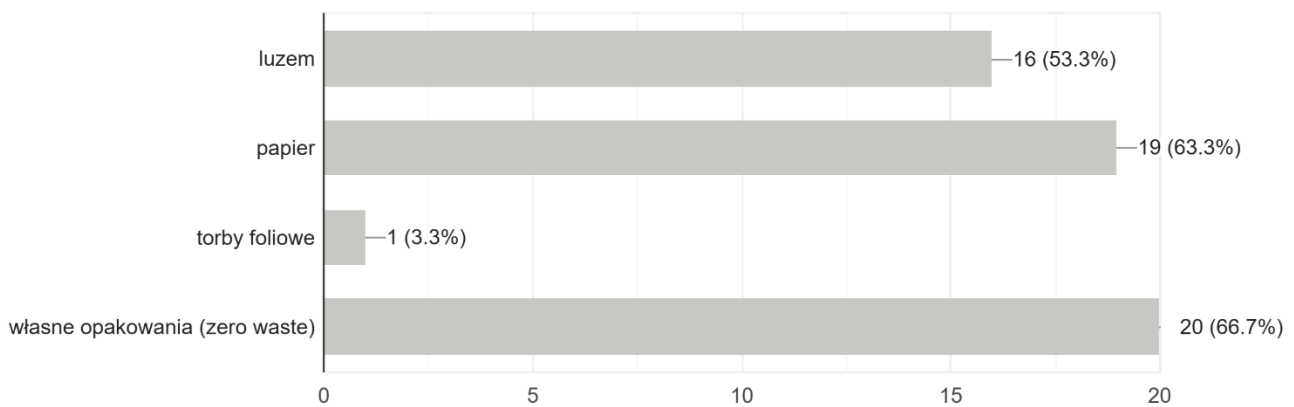
Czy rozważał(a)by Pan/Pani zakup sezonowego boxu warzywnego (abonament tygodniowy/miesięczny)?

30 responses



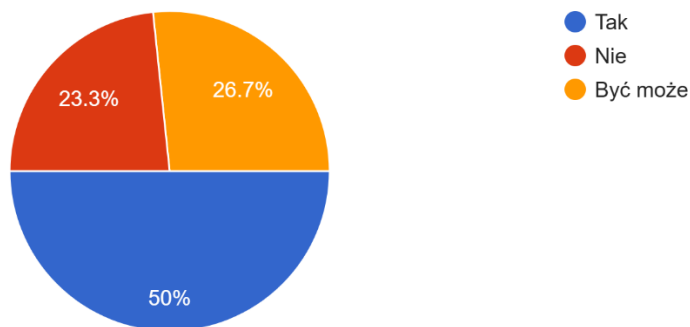
Preferowane opakowania dla produktów ekologicznych

30 responses



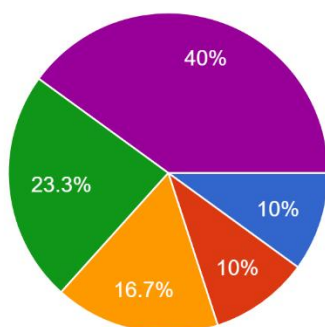
Czy był(a)by Pan/Pani zainteresowany(a) udziałem w warsztatach pokazujących nowoczesne technologie w rolnictwie ekologicznym?

30 responses



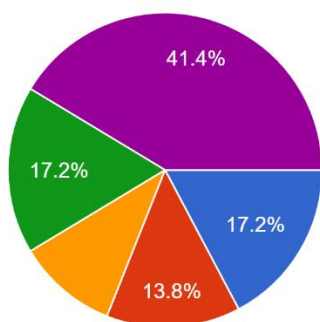
Chęć zakupu: mąka orkiszowa (1–5)

30 responses



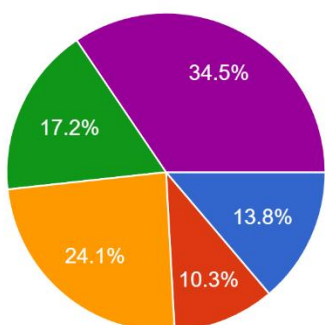
Chęć zakupu: mąka z samopszy (1–5)

29 responses



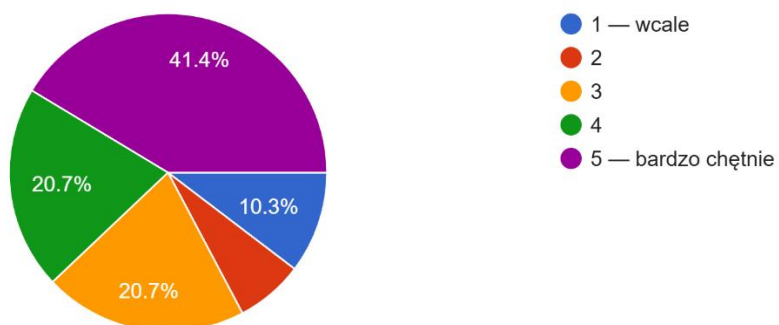
Chęć zakupu: mąka z płaskurki (1–5)

29 responses



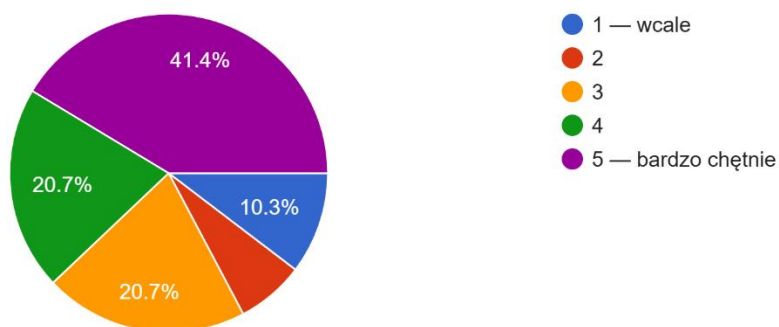
Chęć zakupu: mąka żytnia ekologiczna (1–5)

29 responses



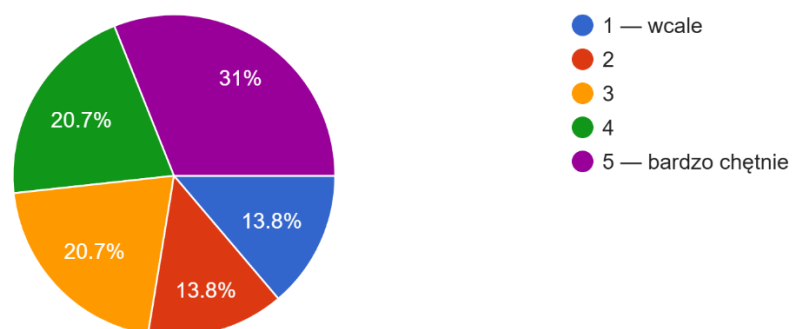
Chęć zakupu: mąka żytnia ekologiczna (1–5)

29 responses



Chęć zakupu: inne mąki ekologiczne (gryczana, amarantusowa, kukurydziana) (1–5)

29 responses





DOFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA

BADANIA W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM W 2025 R.

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.

**DOFINANSOWANIE
155 526,00**

**CAŁKOWITA WARTOŚĆ
207 368,00**

**DATA PODPISANIA UMOWY
21 marca 2025r.**

Sprawozdanie sporządził:

Adam Kleofas Berbeć
Zakład Agroekologii i Ekonomiki IUNG-PIB

Listopad 2025