



Uniwersytet
Pomorski
w Słupsku

Raport z realizacji projektu

„Innowacje w polskim nasiennictwie”

Zespół badawczy Uniwersytetu Pomorskiego w Słupsku:

dr hab. inż. Zbigniew Osadowski, prof. UP

dr inż. Magdalena Piekutowska

dr Grzegorz Diemientiew

mgr Ewa Ziomek- Opalińska

mgr Oliwia Firlong- Lauda

inż. Monika Bencąła

Konsorcjanci współtworzący raport końcowy:

mgr inż. Krzysztof Ławrenowicz

mgr inż. Łukasz Czech

Słupsk, luty 2025

Spis treści

1.	Wprowadzenie do projektu	4
1.1.	Cele projektu	4
1.1.1.	Opracowanie innowacyjnego materiału siewnego zaprawianego biokomponentami, polimerami i nanocząsteczkami	4
1.1.2.	Opracowanie innowacji organizacyjnej w celu lepszej organizacji zaprawiania nasion	4
1.2.	Znaczenie badań w kontekście do zrównoważonego rozwoju rolnictwa	5
2.	Badania- etap wstępny	5
2.1.	Analiza literatury przedmiotu dotyczącej współczesnych metod zaprawiania nasion	5
2.2.	Ustalenie pierwotnych składników innowacyjnych zapraw	8
3.	Badania teledetekcyjne	14
3.1.	Przeprowadzenie analiz teledetekcyjnych upraw:	15
3.1.1.	Wyznaczenie stref pól do badania gleby	15
3.1.2.	Ocena stanu fizjologicznego roślin na podstawie barwy zielonej	15
4.	Analiza zasobności gleby w składniki pokarmowe	16
5.	Pobór i badanie próbek gleby	17
5.1.	Dostosowanie nawożenia w oparciu o wyniki analizy	18
6.	Technologia zaprawiania	24
6.1.	Badanie aspektów technologicznych zaprawiania	24
6.1.1.	Znaczenie parametrów technologii zaprawiania oraz wyniki badań	25
6.1.2.	Testy jakościowe związane z nowymi dodatkami zaprawowymi	39
7.	Monitoring upraw	42
7.1.	Ocena kondycji roślin i monitorowanie chorób:	53
7.1.1.	Skuteczność fungicydów	55
7.1.2.	Analiza warunków upraw i ich wpływu na zdrowotność roślin	55
8.	Badania plonu końcowego	57
8.1.	Próbkowanie	58
8.2.	Analiza ilości i jakości plonu	73
8.3.	Wyniki analiz	75
9.	Aspekty ekonomiczne	91
9.1.	Analiza opłacalności różnych strategii tworzenia materiału siewnego na podstawie wyników z 2023:	93
9.2.	Analiza opłacalności różnych strategii tworzenia materiału siewnego na podstawie wyników z 2024:	107
10.	Podsumowanie wytworzonych innowacji	124
10.1.	Innowacja produktowa- ulepszony materiał siewny z wykorzystaniem polimerów (Kombinacja doświadczalna nr 2)	124

10.2.	Innowacja produktowa- ulepszony materiał siewny z wykorzystaniem nanocząsteczek (kombinacja doświadczalna nr 3)	125
10.3.	Innowacja produktowa – materiał siewny z wykorzystaniem biokomponentów (kombinacja doświadczalna nr 4)	126
10.4.	Innowacja organizacyjna.....	127
11.	Podsumowanie i wnioski	132
11.1.	Sformułowanie wyników badań i ich wpływu na polskie nasiennictwo	132
11.2.	Rekomendacje dotyczące dalszego rozwoju technologii zaprawiania.....	132

1. Wprowadzenie do projektu

Zaprawianie materiału siewnego to kluczowy proces stosowany w produkcji rolniczej, mający na celu zwiększenie odporności nasion na choroby oraz poprawę ich wigoru. Technologia ta polega na nanoszeniu specjalnych preparatów na nasiona, które chronią je przed patogenami i szkodnikami, a także wspierają ich rozwój we wczesnych fazach wzrostu. Wybór odpowiednich substancji aktywnych w zaprawach ma istotne znaczenie dla skuteczności ochrony oraz jakości przyszłego plonu. Tradycyjne metody zaprawiania często bazują na chemicznych środkach ochrony roślin, które mogą wpływać negatywnie na środowisko oraz zdrowie konsumentów. Dlatego też coraz większe zainteresowanie budzi wykorzystanie innowacyjnych rozwiązań, takich jak biokomponenty, polimery oraz nanocząsteczki, które mogą skutecznie zastąpić lub zredukować stosowanie substancji chemicznych. Właściwe zaprawienie nasion zapewnia lepsze wschody, zwiększa odporność roślin na stresy abiotyczne oraz poprawia jakość plonów. W kontekście zmieniającego się klimatu i rosnących wymagań rynku, techniki te stają się niezbędne w nowoczesnym rolnictwie. Proces zaprawiania powinien być dostosowany do specyficznych warunków glebowych i klimatycznych, aby uzyskać optymalne wyniki. W związku z tym, badania nad nowymi składnikami zapraw oraz ich wpływem na wzrost roślin są niezwykle istotne. Przy odpowiednim dopasowaniu składników oraz technologii aplikacji, możliwe jest osiągnięcie znaczących korzyści dla producentów oraz środowiska.

1.1. Cele projektu.

1.1.1. Opracowanie innowacyjnego materiału siewnego zaprawianego biokomponentami, polimerami i nanocząsteczkami

Celem projektu jest opracowanie innowacyjnego materiału siewnego, który będzie zaprawiany biokomponentami, polimerami i nanocząsteczkami. Stosowanie biokomponentów, takich jak ekstrakty z kurkumy czy papryczek chili, ma na celu naturalną ochronę nasion przed patogenami, co zminimalizuje potrzebę stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Polimery wprowadzone do procesu zaprawiania mogą poprawić adhezję i równomierność warstwy zaprawy na powierzchni nasion, co zwiększy ich efektywność ochrony. Dodatkowo, polimery mogą działać jako nośniki substancji odżywczych, wspierając rozwój roślin w początkowych fazach wzrostu.

Nanocząsteczki, ze względu na swoje unikatowe właściwości fizykochemiczne, mogą znacząco wpłynąć na poprawę zdrowotności nasion. Wprowadzenie nanomateriałów do zaprawy ma potencjał zwiększenia odporności nasion na stresy abiotyczne, takie jak susza czy niskie temperatury. Dzięki temu, rośliny mogą lepiej radzić sobie w trudnych warunkach klimatycznych, co jest szczególnie istotne w kontekstach zmieniającego się klimatu.

Nanocząsteczki srebra, na przykład, wykazują silne działanie grzybobójcze i mogą ograniczyć rozwój patogenów grzybowych, co z kolei zwiększa efektywność wschodów i redukuje straty plonów. Zastosowanie nowoczesnych technologii zaprawiania, z wykorzystaniem nanocząsteczek, może w znaczący sposób poprawić efektywność upraw i jakość plonów.

Innowacyjny materiał siewny będzie stanowił krok w kierunku zrównoważonego rolnictwa, łącząc nowoczesne technologie z potrzebami ekologicznego rolnictwa. Dąży się do uzyskania efektów synergicznych, gdzie połączenie biokomponentów, polimerów i nanocząsteczek przyczyni się do stworzenia materiału siewnego o podwyższonej odporności na patogeny oraz lepszych właściwościach wegetacyjnych. Prace badawcze będą skupione na weryfikacji skuteczności tych nowych rozwiązań w praktyce, co zapewni ich adaptację i popularność wśród rolników.

1.1.2 Opracowanie innowacji organizacyjnej w celu lepszej organizacji zaprawiania nasion.

Cele ulepszonej innowacji organizacyjnej to wytworzenie możliwości zamawiania i kreowania całego procesu zaprawiania online z poziomu strony internetowej. Jest to ulepszenie istniejących rozwiązań i metod dzięki digitalizacji popularnych procesów. Użytkownik, w wygodny, intuicyjny sposób może sprecyzować jaką odmianę chce kupić, w jakiej ilości oraz jaki rodzaj zaprawy wraz z uwagami. To ulepszenie może być szczególnie istotne w przypadku roślin ozimych, kiedy ze względu na natłok pracy polowej szczególnie trudno jest znaleźć czas na ustalenie telefonicznie zamówienia lub odwiedzenie punktu nasiennego. Innowacyjność tej innowacji organizacyjnej polega na tym, że nie ma żadnej platformy internetowej pozwalającej na wykreowanie własnej konfiguracji materiału siewnego. Użytkownik mógłby za pomocą innowacyjnej platformy wykreować własną charakterystykę materiału siewnego - wybrać gatunek, odmianę, zaprawę adiuwant czy jeden z kliku innowacyjnych dodatków będących przedmiotem operacji - całość tych informacji wraz z odpowiednim informacjami o cenie, wielkości zamówienia oraz warunkach dostawy byłaby wysyłana automatycznie do

Gospodarstwa Rolnego Krzysztof Ławrenowicz. Gospodarstw nasienne, ze względu na krótkookresowy, bardzo duży popyt powszechnie mają problem z obsługą zapytań ofertowych ze strony klientów, ponieważ zapytania tego typu odbywają się telefonicznie. Dzięki innowacji organizacyjnej, innowacje produktowe oraz innowacje technologiczne będą mogły być zamawiane do wykorzystania jeszcze przed zbiorem zboża przeznaczonego na materiał siewny. W wyniku tego typu innowacji sam proces produkcji materiału oraz sama innowacja technologiczna będzie mogła być zamówiona przez klienta w dowolnym etapie roku. Innowacja ta powinna zostać zweryfikowana za pomocą umieszczenia tej innowacji na stronie internetowej.

1.2. Znaczenie badań w kontekście do zrównoważonego rozwoju rolnictwa.

Badania nad innowacyjnymi zaprawami nasiennymi odgrywają kluczową rolę w kontekście zrównoważonego rolnictwa, szczególnie w kwestii redukcji stosowania pestycydów. Współczesne technologie zaprawiania, oparte na biokomponentach, polimerach oraz nanocząsteczkach, przyczyniają się do opracowania efektywnych metod ochrony roślin. Dzięki nim możliwe jest zwiększenie odporności nasion na choroby oraz szkodniki bez konieczności stosowania dużych dawek chemicznych preparatów.

Zrównoważone rolnictwo wymaga poszukiwania rozwiązań, które minimalizują wpływ aktywnych substancji chemicznych na zdrowie ludzi oraz środowisko. Innowacyjne zaprawy nasienne, oparte na naturalnych składnikach, mogą stanowić alternatywę dla tradycyjnych środków ochrony roślin. Wprowadzenie takich rozwiązań pozwala na skuteczne ograniczenie ilości stosowanych pestycydów, co wpływa korzystnie na bioróżnorodność oraz jakość gleby.

Badania te mają na celu nie tylko poprawę zdrowotności nasion, ale także ich późniejszy rozwój oraz plonowanie. Odpowiednie zaprawy mogą wspierać wegetację roślin w trudnych warunkach klimatycznych, co staje się coraz bardziej istotne w obliczu zmian klimatycznych. Ponadto, rozwój i wdrażanie innowacyjnych zapraw nasiennych przyczynia się do zwiększenia efektywności produkcji rolniczej. Ograniczenie zużycia pestycydów nie tylko poprawia jakość plonów, ale także zwiększa ich wartość rynkową, co ma istotne znaczenie dla rolników. Przesunięcie akcentu na zrównoważone metody uprawy wprowadza innowacje, które odpowiadają na potrzeby rynku oraz wymagania konsumentów.

W kontekście zrównoważonego rozwoju rolnictwa, badania nad innowacyjnymi zaprawami nasiennymi stanowią podstawę dla przyszłych strategii ochrony roślin. Współpraca między naukowcami, instytucjami rolniczymi oraz praktykami w polu jest niezbędna dla skutecznego wdrożenia tych innowacji. Z perspektywy ekologicznej, ograniczenie pestycydów jest skutkiem nie tylko działań badawczych, ale także zmiany mentalności wśród rolników, którzy zaczynają dostrzegać korzyści płynące z zastosowania zrównoważonych praktyk.

Podsumowując, badania nad innowacyjnymi zaprawami nasiennymi mają kluczowe znaczenie dla realizacji celów zrównoważonego rolnictwa oraz ochrony środowiska. Dążenie do redukcji dawek pestycydów, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wydajności produkcji rolniczej, jest nie tylko koniecznością, ale także szansą na stworzenie bardziej odpowiedzialnego i ekologicznego systemu produkcji żywności.

2. Badania- etap wstępny.

2.1. Analiza literatury przedmiotu dotyczącej współczesnych metod zaprawiania nasion

Współczesne metody zaprawiania nasion stanowią kluczowy element nowoczesnej produkcji rolniczej i są przedmiotem wielu badań oraz dyskusji w literaturze branżowej. W ciągu ostatnich lat rolnictwo niskoemisyjne i zrównoważone zyskało na znaczeniu, co skutkuje intensyfikacją poszukiwań innowacyjnych rozwiązań w zależności od specyfiki lokalnych warunków glebowych oraz wymagań rynkowych.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się kilka kluczowych podejść do zaprawiania nasion. Po pierwsze, rośnie znaczenie biokomponentów, których zastosowanie w zaprawach nasiennych ma na celu naturalną ochronę nasion przed patogenami. Naturalne substancje, takie jak ekstrakty roślinne z czosnku, rumianku czy nagietka, wykazują właściwości grzybobójcze, co potwierdzają badania naukowe. Te innowacyjne metody są odpowiedzią na rosnące potrzeby ekologiczne oraz wprowadzają alternatywę dla tradycyjnych pestycydów, które mogą pozostawiać pozostałości w glebie i plonach.

Kolejnym znaczącym trendem są polimery, które poprawiają adhezję zaprawy do nasion oraz równomierność pokrycia. Dzięki tym właściwościom, zaprawione nasiona mogą lepiej przetrwać w trudnych warunkach, co ma kluczowe znaczenie dla uzyskania odpowiednich plonów. W literaturze przedstawiane są także przypadki, w których polimery działają jako nośniki składników odżywczych, co wspiera rozwój młodych roślin w początkowych fazach ich wzrostu.

Nanotechnologia również zyskuje na znaczeniu. Nanocząsteczki srebra, miedzi czy tlenku cynku, wykazują silne działanie fungistatyczne, co pozwala na ograniczenie dawek stosowanych pestycydów. Wiele badań potwierdza, że nanomateriały mogą nie tylko poprawić zdrowotność nasion, ale również zwiększyć ich wigor i zdolność do asymilacji wody, co jest niezwykle istotne w obliczu zmian klimatycznych.

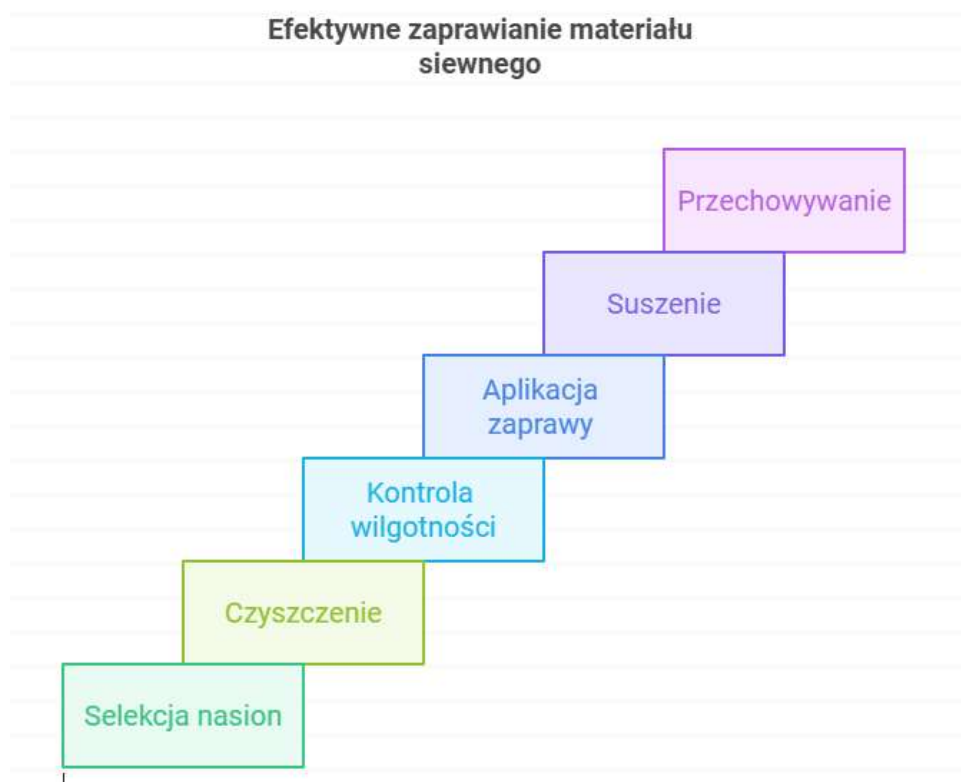
Przeanalizowane źródła podkreślają również znaczenie synergii między różnymi metodami zaprawiania nasion. Połączenie biokomponentów, polimerów oraz nanocząsteczek może prowadzić do uzyskania bardziej efektywnych i zrównoważonych rozwiązań. W obliczu rosnącej presji na zmniejszenie stosowania chemicznych środków ochrony roślin, badania nad tymi innowacyjnymi metodami stają się coraz bardziej istotne. Należy podkreślić, że analiza literatury wskazuje, że współczesne metody zaprawiania nasion ewoluują w kierunku zrównoważonego rozwoju rolnictwa.

Klasyczne metody zaprawiania nasion

Klasyczne zaprawianie nasion pestycydami to proces, który ma na celu ochronę nasion przed patogenami i szkodnikami, zapewniając im lepszy start w fazie wegetacji. Obecnie na rynku polskim dostępnych jest wiele różnych preparatów, które można wykorzystać w tym celu.

Proces zaprawiania

- Przygotowanie nasion: Nasiona powinny być czyste i suche przed rozpoczęciem procesu zaprawiania. Usunięcie zanieczyszczeń, takich jak resztki roślinne, jest kluczowe dla skuteczności ochrony.
- Wybór pestycydu: Istotnym krokiem jest wybór odpowiedniego preparatu. Pestycydy mogą mieć różne działanie, na przykład grzybobójcze, owadobójcze lub chwastobójcze.
- Aplikacja: Pestycydy są zazwyczaj aplikowane w formie cieczy, w której nasiona są mieszane z roztworem. Może to być przeprowadzone ręcznie lub maszynowo, w zależności od skali produkcji. Ważne jest, aby zapewnić równomierne pokrycie nasion.
- Suszenie: Po aplikacji nasiona powinny być dokładnie wysuszone przed siewem, aby zminimalizować ryzyko uszkodzenia oraz poprawić przyczepność zaprawy.



Wykres 1. Schemat efektywnego zaprawiania materiału siewnego. Opracowanie własne

Popularne pestycydy na rynku polskim

Na polskim rynku dostępnych jest wiele preparatów do zaprawiania nasion, w tym:

Vibrance (substancja aktywna: sedaksan, fludioksonil, difenokonazol): To preparat grzybobójczy, który jest szeroko stosowany do ochrony nasion zbóż. Zawiera substancje aktywne, które pomagają w zwalczaniu chorób grzybowych.

Maxim (substancja aktywna: fludioksonil) To inny popularny preparat stosowany do zaprawiania nasion, szczególnie grochu. Działa grzybobójczo, a także wspiera zdrowotność roślin.

Systiva (substancja aktywna: fluksapyroksad). Jest to fungicyd, który stosuje się do nasion zbóż, oferujący długoterminową ochronę przed chorobami grzybowymi.

Fungicydy oparte na naturalnych składnikach: Coraz większe zainteresowanie budzi stosowanie preparatów bazujących na składnikach naturalnych, które mogą wspierać ochronę nasion w sposób bardziej ekologiczny.

Warto również pamiętać o konieczności przestrzegania etykiet oraz zaleceń producentów, co do stosowania pestycydów. Klasyczne metody zaprawiania nasion pozostają ważnym narzędziem w zapewnieniu zdrowego wzrostu roślin, jednak coraz częściej poszukuje się alternatywnych i zrównoważonych rozwiązań, aby zminimalizować wpływ chemicznych substancji na środowisko.

Badania nad zaprawianiem materiału siewnego preparatami pochodzenia naturalnego

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie zrównoważonymi rozwiązaniami w produkcji rolniczej, co prowadzi do intensyfikacji badań nad zaprawianiem materiału siewnego preparatami pochodzenia naturalnego. Tradycyjne metody zaprawiania, oparte na chemicznych środkach ochrony roślin, mogą prowadzić do negatywnego wpływu na środowisko oraz zdrowie ludzi, stąd poszukiwanie alternatywnych, bardziej ekologicznych rozwiązań staje się kluczowe. Badania naukowe pokazują, że naturalne substancje, takie jak ekstrakty roślinne, biopreparaty oraz nanomateriały, mogą efektywnie chronić nasiona przed patogenami oraz wspierać ich zdrowy rozwój.

Różnorodne badania wskazują na skuteczność stosowania ekstraktów z roślin, takich jak czosnek, nagietek czy rumianek, w procesie zaprawiania nasion. Te naturalne składniki wykazują właściwości grzybobójcze, co czyni je obiecującą alternatywą dla tradycyjnych pestycydów. Oprócz tego, polimery i nanocząsteczki wprowadzane do zaprawy mogą znacząco zwiększyć efektywność ochrony, poprawiając adhezję zaprawy i wspierając wczesny rozwój roślin.

Zgodne z tą tezą są też liczne badania, które dostarczają dowodów na pozytywne efekty stosowania naturalnych preparatów w praktyce rolniczej. Poniżej przedstawione zostaną konkretne źródła, które dokumentują te obserwacje i podkreślają potencjał innowacyjnych rozwiązań w zakresie zaprawiania nasion.

Poniżej przedstawiono kilka pozycji literaturowych, które dotyczą naturalnych metod zaprawiania materiału siewnego.

- Amenu, D., Desalegn, R., Nugusa, A., Tolera, C., & Tafesse, T. (2024). Evaluation of antifungal activity of plant extracts against plant pathogen associated with sweet orange (*Citrus sinensis* L.), in Jimma, Western Ethiopia. *Discover Applied Sciences*, 6(7), 357. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-06054-2>
- Piekutowska, M. (2017). Potential of natural plant extracts for health and vigour improvement of seed material of agricultural crops. *Problems of Small Agricultural Holdings / Problemy Drobnych Gospodarstw Rolnych*, 3, 43–59. <https://doi.org/10.15576/PDGR/2017.3.43>
- Shaikh, S. S., & Sayyed, R. Z. (2015). Role of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Their Formulation in Biocontrol of Plant Diseases. In *Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets* (pp. 337–351). Springer India. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2068-8_18
- Suteu, D., Rusu, L., Zaharia, C., Badeanu, M., & Daraban, G. (2020). Challenge of Utilization Vegetal Extracts as Natural Plant Protection Products. *Applied Sciences*, 10(24), 8913. <https://doi.org/10.3390/app10248913>
- Usman, M., Farooq, M., Wakeel, A., Nawaz, A., Cheema, S. A., Rehman, H. ur, Ashraf, I., & Sanaullah, M. (2020). Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. *Science of The Total Environment*, 721, 137778. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137778>
- Wazeer, H., Shridhar Gaonkar, S., Doria, E., Pagano, A., Balestrazzi, A., & Macovei, A. (2024). Plant-Based Biostimulants for Seeds in the Context of Circular Economy and Sustainability. *Plants*, 13(7), 1004. <https://doi.org/10.3390/plants13071004>

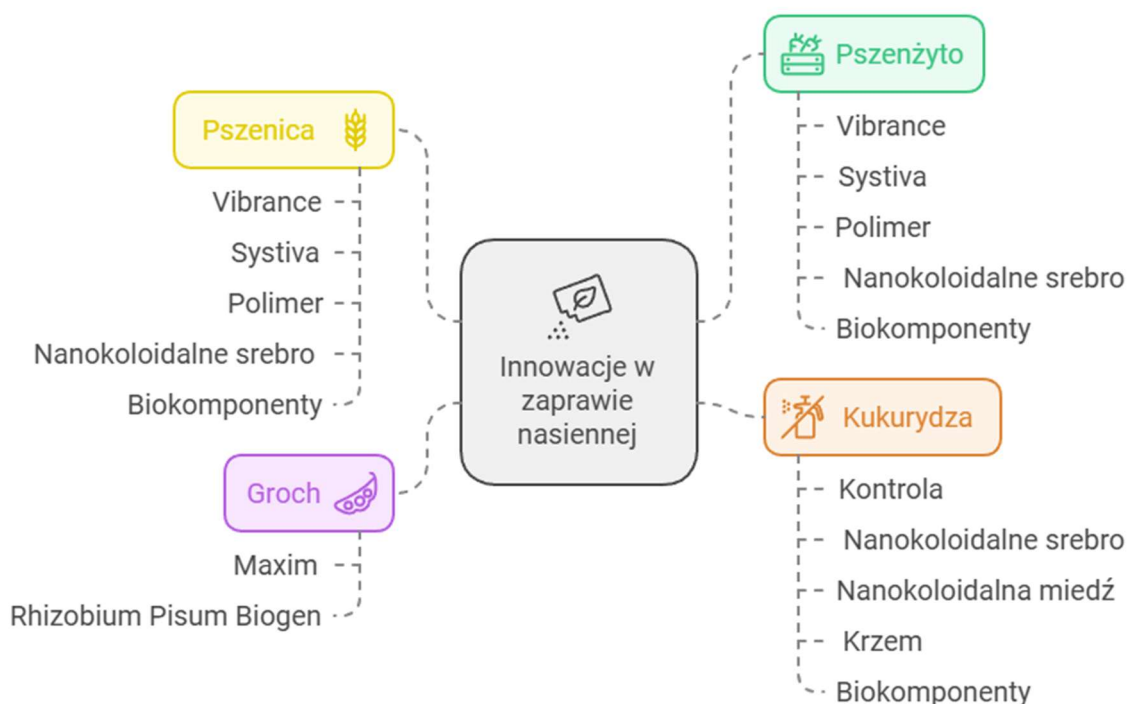
Przykłady naturalnych zapraw nasiennych:

- **ekstrakty roślinne:** Badania wykazały, że ekstrakty z roślin, takich jak czosnek, nagietek czy rzepik, wykazują właściwości grzybobójcze i mogą skutecznie chronić nasiona przed patogenami. Na przykład, ekstrakt z czosnku stosowany w zaprawianiu nasion zbóż znacznie redukuje infekcje grzybowe, co prowadzi do lepszej kondycji roślin.
- **preparaty na bazie olejków eterycznych:** Badania wskazują na skuteczność olejków eterycznych z roślin, takich jak tymianek czy mięta, w ochronie nasion. Ich działanie polega na inhibicji wzrostu patogenów oraz stymulacji procesów fizjologicznych w nasionach.
- **ziołowe zaprawy nasienne:** Prace badawcze dokumentują stosowanie zapraw na bazie ziołowych składników, które poprawiają zdrowotność i wigor nasion. Użycie takich preparatów zwiększa zdolność nasion do kiełkowania, co przekłada się na lepsze wschody i rozwój roślin.
- **biopreparaty:** Rozwój biopreparatów, które łączą różne naturalne składniki, pokazuje, że takie połączenie może przynosić synergiczne efekty. Wyniki badań dowodzą, że biopreparaty poprawiają zdolność do walki z chorobami grzybowymi i bakteryjnymi oraz podnoszą odporność nasion.
- **zastosowanie substancji pochodzenia roślinnego:** Badania wykazały, że substancje pochodzenia roślinnego, takie jak fitoncydy, mogą działać hamująco na rozwój patogenów, co czyni je efektywną alternatywą dla tradycyjnych chemicznych zapraw.

Każde z tych badań dostarcza cennych informacji na temat skuteczności i korzyści związanych z używaniem preparatów pochodzenia naturalnego w zaprawianiu nasion, co ma kluczowe znaczenie dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa.

2.2. Ustalenie pierwotnych składników innowacyjnych zapraw.

Celem projektu była redukcja ilości pestycydów w środowisku. Pomimo że na etapie badań nie było możliwości całkowitego zrezygnowania z tych substancji, głównym celem pozostawało ograniczenie ich dawki. Przeprowadzono prace nad rozwiązaniami dla czterech gatunków roślin, stosując różne kombinacje zapraw zgodnie z ustalonym schematem. Na wykresie 2 przedstawiono schemat zastosowania naturalnych preparatów do zaprawiania nasion różnych gatunków roślin. W tabeli 1 przedstawiono zastosowane kombinacje doświadczalne wysiane w polu.



Wykres 2. Innowacyjne rozwiązania w zaprawie nasiennej dla głównych upraw

Tabela 1. Wykaz preparatów zaprawiających i ich proporcje w badaniach nasiennych

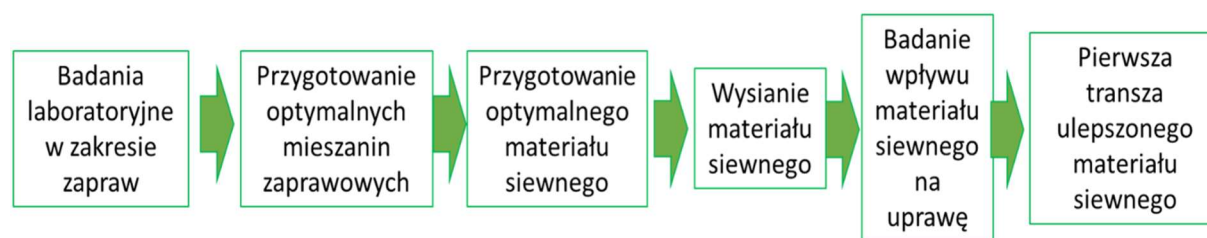
UPRAWA	ŚRODEK	% OBSIEWANEG O AREAŁU	PRODUKT KOŃCOWY
Pszenica ozima	vibrance (sedaksan - 50 g/l (4,63%), fludioksonil - 25 g/l (2,32%) oraz difenokonazol - 25 g/l (2,32%))	25%	Materiał siewny zaprawiony środkami vibrance i systiva w pełnej dawce jako próba kontrola
	systiva (fluksapyroksad - 333 g/l)		
	polimer (Sepiret 9290 Red)	25%	Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony polimerem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%
	nanokoloidalne srebro	25%	Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem, miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%
	nanokoloidalna miedź		
	Krzem - zawiesina tlenków krzemu na litr		
	biokomponent- Kurkuma mielona	25%	Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%
	biokomponent- Papryczka chilli mielona		
Pszenżyto ozime	vibrance (edaksan - 50 g/l (4,63%), fludioksonil - 25 g/l (2,32%) oraz difenokonazol - 25 g/l (2,32%))	25%	Materiał siewny zaprawiony środkami vibrance i systiva w pełnej dawce jako próba kontrola
	systiva (fluksapyroksad - 333 g/l)		
	polimer (Sepiret 9290 Red)	25%	Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony polimerem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%
	nanokoloidalne srebro	25%	

	nanokoloidalna miedź	25%	Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem, miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%
	Krzem - zawiesina tlenków krzemu na litr		
	biokomponent- Kurkuma mielona		
	biokomponent- Papryczka chilli mielona		
Kukurydza-	kontrola	33%	Materiał siewny bez zaprawienia jako próba kontrolna
	nanokoloidalne srebro	33%	Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem, miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%
	nanokoloidalna miedź		
	Krzem - zawiesina tlenków krzemu na litr		
	biokomponent- Kurkuma mielona	33%	Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%
	biokomponent- Papryczka chilli mielona		
Groch	Maxim 0,25 FS (fludioksonil - 25 g/l)	100%	Innowacyjna zaprawa- Materiał siewny zaprawiony Maxim oraz innowacyjnymi bakteriami Rhisobium Pisum
	Bakterie wspomagające rozwój systemu korzeniowego strączkowych- <i>Rhisobium</i> <i>Pisum</i>		

Poniższy rysunek 1 obrazuje sekwencję działań, które prowadzą do wprowadzenia innowacyjnych rozwiązań w zaprawach nasiennych. Każdy etap tego procesu jest niezbędny do zrozumienia, jak nowoczesne technologie oraz podejścia przyczyniają się do optymalizacji upraw roślinnych, takich jak pszenica, pszenżyto, groch i kukurydza.

W ramach tych działań, zwrócono uwagę na różne preparaty stosowane w zaprawach nasiennych, które mają na celu wspieranie wzrostu roślin oraz ochronę przed chorobami. Dzięki analizie każdego etapu procesu, możliwe jest lepsze

zrozumienie, jakie innowacje mogą być wdrażane w praktyce rolniczej, co przyczynia się do zwiększenia konkurencyjności i efektywności w sektorze agrotechnicznym.



Rysunek 1. Sekwencja działań prowadząca do uzyskania innowacji

W ramach planowanej operacji, w warunkach laboratoryjnych, utworzono szereg mieszanin testowych dostosowanych do różnych roślin. Różnorodność zawartości fungicydów, nanocząsteczek, polimerów i biokomponentów została wybrana na podstawie dokładnej analizy literatury oraz praktyki gospodarczej. Wszystkie mieszaniny były przygotowywane w nowoczesnej linii zaprawiającej. Ekonomiczna oraz jakościowa weryfikacja efektywności stężeń oraz ich wpływu na vegetację została przeprowadzona za pomocą pomiarów i badań polowych, co pozwoliło na dokonanie oceny ich wpływu na plonowanie roślin.

Przedstawione mieszaniny zaprawowe (Tabela 1) były ustalone jako ostateczne propozycje. W przypadku, gdy wyniki badań laboratoryjnych, przeprowadzonych w pierwszym etapie doświadczenia wskazywały na konieczność zmiany formuły — na przykład poprzez zastosowanie innego źródła nanocząsteczek lub innowacyjnych bakterii — planowane formuły poddawano reformulacji. Dążono do jak najlepszego osiągnięcia założonych wskaźników innowacyjności w projekcie.

Zwrócono również uwagę na możliwość maksymalnej redukcji pestycydów w zaprawie przy zachowaniu dobrych parametrów technologicznych oraz wigoru nasion.

Proces badawczy rozpoczynał się od testów materiału siewnego w laboratoriach, co pozwoliło na ocenę kluczowych parametrów, takich jak energia i zdolność kiełkowania. Badania te były realizowane zgodnie ze standardami oceny jakości nasion według Międzynarodowego Stowarzyszenia Kontroli Nasion (ISTA), co zapewniało rzetelność uzyskanych wyników. Praca przy zastosowaniu nowoczesnej linii do zaprawiania miała istotne znaczenie, gdyż nowoczesne mieszanki zaprawowe mogły stwarzać różnego rodzaju trudności, takie jak blendowanie, zbrylanie się czy obniżone parametry fizyczne cieczy używanej do zaprawiania.

Przykładowe wyniki testowania stężeń preparatów komercyjnych i innowacyjnych dla pszenicy ozimej:

- Pszenica ozima - Kontrola (100% Systiva i Vibrance): Zdolność kiełkowania: 95%
- Pszenica ozima - Wariant 1 (redukcja o 20% - 80% Systiva i Vibrance, 20% Polimer Sepiret): Zdolność kiełkowania: 92%
- Pszenica ozima - Wariant 2 (redukcja o 30% - 70% Systiva i Vibrance, 30% Polimer Sepiret): Zdolność kiełkowania: 90%
- Pszenica ozima - Wariant 3 (redukcja o 40% - 60% Systiva i Vibrance, Polimer Sepiret 40%): Zdolność kiełkowania: 81%.
- Pszenica ozima - Wariant 4 (redukcja o 20% - 80% Systiva i Vibrance, 20% srebro, miedź krzem): Zdolność kiełkowania: 94%
- Pszenica ozima - Wariant 5 (redukcja o 30% - 70% Systiva i Vibrance, 30% srebro, miedź krzem): Zdolność kiełkowania: 89%
- Pszenica ozima - Wariant 6 (redukcja o 40% - 60% Systiva i Vibrance, srebro, miedź krzem 40%): Zdolność kiełkowania: 94% - trudności w „przyklejaniu się” zaprawy.

- Pszenica ozima - Wariant 7 (redukcja o 20% - 80% Systiva i Vibrance, 20% kurkuma i chili): Zdolność kiełkowania: 98%
- Pszenica ozima - Wariant 8 (redukcja o 30% - 70% Systiva i Vibrance, 30% kurkuma i chili): Zdolność kiełkowania: 96%
- Pszenica ozima - Wariant 9 (redukcja o 40% - 60% Systiva i Vibrance, kurkuma i chili 40%): Zdolność kiełkowania: 94% - trudności w „przyklejaniu się” zaprawy.



Fot.1. Przygotowywanie różnych kombinacji preparatów do testowego zaprawiania nasion



Fot.2. Zaprawienie materiału siewnego – dobre pokrycie



Fot. 3. Ocena zdolności kiełkowania w fazie testów laboratoryjnych

Podobne testy przeprowadzono dla wszystkich gatunków i kombinacji doświadczalnych.

Stosując różne warianty konfiguracji, ustalono, że najlepszy wpływ na zdolność kiełkowania miała zaprawa z redukcją o 20%, co potwierdziły wyniki analiz.

Stwierdzono, że tak skonfigurowane zaprawy nie tylko utrzymały wysoką zdolność kiełkowania, ale również poprawiły wigor młodych roślin. Wyniki dot. parametrów technologicznych zaprawiania pokażemy w kolejnej części pracy.

Wyniki pokazują, że wstępne założenia dotyczące redukcji pestycydów wskazują na korzystną strategię, sprzyjającą zdrowotności i wydajności nasion. W przyszłości planowane jest dalsze badanie optymalnych stężeń oraz ich wpływu na rozwój roślin, co pozwoli na skuteczne wdrożenie innowacyjnych rozwiązań w praktyce rolniczej.

3. Badania teledetekcyjne

Teledetekcja odgrywa istotną rolę w nowoczesnym rolnictwie, umożliwiając zdalne monitorowanie i analizowanie stanu upraw. Dzięki technologii satelitarnej i dronowej rolnicy mogą uzyskać dokładne dane dotyczące kondycji roślin oraz struktury gleby, co przyczynia się do efektywniejszego zarządzania zasobami. Te metody pozwalają na szybkie wykrywanie problemów, takich jak niedobory składników odżywczych czy choroby roślin, co sprzyja podejmowaniu bardziej świadomych decyzji agronomicznych.

3.1. Przeprowadzenie analiz teledetekcyjnych upraw:

3.1.1. Wyznaczenie stref pól do badania gleby.

Wyznaczanie stref pól do badania zasobności gleby to kluczowy etap w procesie analizy teledetekcyjnej, który umożliwia precyzyjne planowanie działań agronomicznych. Proces ten opiera się na analizie danych uzyskanych z technologii teledetekcyjnej, w tym zdjęć satelitarnych oraz danych pozyskiwanych z dronów.

Cel wyznaczania stref

Celem wyznaczania stref pól jest identyfikacja obszarów o zróżnicowanej zasobności gleby w niezbędne składniki odżywcze, jak azot, fosfor, potas oraz mikroelementy. Skierowanie uwagi na te obszary pozwala na optymalizację nawożenia, a tym samym na zwiększenie wydajności i zdrowotności upraw. Strefowanie gleby umożliwia także efektywniejsze zarządzanie zasobami, ponieważ różne obszary pola mogą wymagać różnych strategii nawożenia.

Proces wyznaczania stref

- a) zbieranie danych: W pierwszej kolejności gromadzone są dane teledetekcyjne, które zawierają informacje o zróżnicowaniu kolorów i teksturze gleby. Dzięki technologiom optycznym i multispektralnym możliwe jest uzyskanie szczegółowych obrazów pól.
- b) analiza danych: Uzyskane obrazy są poddawane analizie, która polega na ocenie parametrów takich jak współczynnik zieloności, wilgotność czy struktura gleby. Te dane są następnie przetwarzane w programach GIS (Geographic Information System), które umożliwiają wizualizację i interpretację wyników.
- c) wyznaczanie stref: Na podstawie zebranych danych, pola są dzielone na strefy charakteryzujące się różnymi właściwościami glebowymi. Może to obejmować identyfikację obszarów o niskiej, średniej i wysokiej zasobności składników odżywczych.
- d) opracowanie planu badań glebowych: Po wyznaczeniu stref, opracowywany jest szczegółowy plan poboru próbek gleby z poszczególnych obszarów, co zapewnia dokładne dane do dalszych analiz laboratoryjnych.

Korzyści z wyznaczania stref

Wyznaczanie stref pól do badania zasobności gleby umożliwia rolnikom podejmowanie bardziej świadomych decyzji dotyczących nawożenia i zarządzania uprawami. Zastosowanie danych teledetekcyjnych w połączeniu z analizami glebowymi przyczynia się do zrównoważonego rozwoju rolnictwa, zwiększając zarówno efektywność produkcji, jak i jakość plonów.

W ramach tych dwuletnich badań zastosowano skanowanie gleby EM-38, które opiera się na właściwościach elektrycznych gleby. Metoda ta umożliwia pomiar do głębokości 1 metra, co pozwala na analizę struktury gleby głębiej niż w przypadku tradycyjnych technik. Cechy fizyczne gleby badane przez EM-38 są kluczowe do oceny jej przydatności rolniczej oraz żyzności. Wiedza o rozmieszczeniu gleb o różnej strukturze wspiera podejmowanie właściwych decyzji agronomicznych. Wyniki pomiarów są przekształcane w mapę zróżnicowania składu mechanicznego gleby, co ułatwia dokładną analizę warunków glebowych. Te dane są potrzebne do precyzyjnego badania zasobności glebowej: określenia zawartości P, K, Mg i pH gleby. W ramach projektu wykonano także audyt azotu mineralnego w warstwach 0-30cm i 30-60 cm.

3.1.2. Ocena stanu fizjologicznego roślin na podstawie barwy zielonej.

Ocena stanu fizjologicznego roślin poprzez analizę ich barwy zielonej jest jedną z kluczowych technik w rolnictwie precyzyjnym. Intensywność barwy zielonej jest wskaźnikiem zdrowotności roślin, związanym z ich zdolnością do fotosyntezy. Monitorowanie tego parametru pozwala na wczesne wykrywanie problemów, takich jak niedobory składników odżywczych czy choroby. W praktyce, pomiar barwy zielonej można zrealizować przy użyciu sensorów teledetekcyjnych lub kamer multispektralnych.

Analiza uzyskanych danych umożliwia zidentyfikowanie obszarów o różnym stanie fizjologicznym, co pomaga w optymalizacji procesów nawożenia i nawadniania. W kontekście wskaźników wegetacyjnych, barwa zielona jest często wykorzystywana do obliczania indeksów, takich jak NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), które dostarczają dodatkowych informacji na temat kondycji roślin. Wzrost intensywności barwy zazwyczaj wskazuje na zdrowe rośliny, podczas gdy jej spadek może sygnalizować stres.

Metoda ta jest efektywna, ponieważ pozwala na szybkie i dokładne monitorowanie dużych powierzchni upraw. Dzięki wskaźnikom wegetacyjnym, rolnicy mogą lepiej zrozumieć wymagania swoich upraw i podejmować bardziej precyzyjne decyzje agronomiczne. W kontekście zrównoważonego rolnictwa, ocena stanu fizjologicznego roślin na podstawie barwy zielonej przyczynia się do bardziej świadomego gospodarowania zasobami naturalnymi.

4. Analiza zasobności gleby w składniki pokarmowe

Fosfor, potas, magnez i pH

Analiza zasobności gleby stanowiła kluczowy element badań, mający na celu określenie jej właściwości oraz dostosowanie strategii nawożenia do rzeczywistych potrzeb roślin. Analiza zasobności w składniki pokarmowe została przeprowadzona zgodnie z obowiązującymi wytycznymi oraz najlepszymi praktykami w dziedzinie rolnictwa. Wyniki tej analizy zostały zobrazowane w formie map zasobności, które umożliwiają łatwą interpretację wyników w kontekście różnic w zasobności gleby na badanych obszarach.

Wspomniane stanowią cenne narzędzie zarówno dla naukowców, jak i rolników, pozwalając na:

- identyfikację obszarów o różnej zasobności: Umożliwiają określenie, które miejsca wymagają szczególnej uwagi w kontekście nawożenia i zastosowania innowacyjnego materiału siewnego.
- optymalizację zarządzania uprawami: Dzięki dokładnym danym, rolnicy mogą dostosować swoje praktyki uprawowe i nawożenia do konkretnych potrzeb gleby, co przekłada się na lepsze plony.
- monitorowanie zmian w zasobności: Mapy zasobności mogą być używane do śledzenia zmian w składzie gleby w czasie, co pozwala na ocenę efektywności zastosowanej zaprawy oraz ogólnych praktyk agrarnych.

Zastosowanie map zasobności w procesie badawczym wzmacnia nasze podejście do tworzenia innowacyjnego materiału siewnego, dostarczając niezbędnych informacji na temat warunków glebowych i ich wpływu na plon.



Rysunek 2. Oznaczenia zasobności gleb w podstawowe składniki pokarmowe oraz odczyn na mapach zasobności

W prezentowanych badaniach wykorzystano następujące metody analityczne:

Tabela 3. Normy badawcze stosowane do oznaczania zasobności gleby w składniki pokarmowe.

Pobranie próbek	PN-R-04031:1997
pH w KCL	PB 31 ed.2
P205	PN-R-04023
K2O	PN-R-04022
Mg	PB 31 ed.2
Gleba organiczna	PB 30 ed.2
Odczyn, potrzeby wapnowania, ocena	Zalecenia IUNG

Azot mineralny

Wygenerowane mapy ilustrują różnicę między zmierzoną a oczekiwaną zasobnością azotu mineralnego (N-min) w warstwie 0-60 cm, uwzględniając kategorię gleby w danej próbce. Wartość oczekiwana stanowi średnią zasobność N-min.

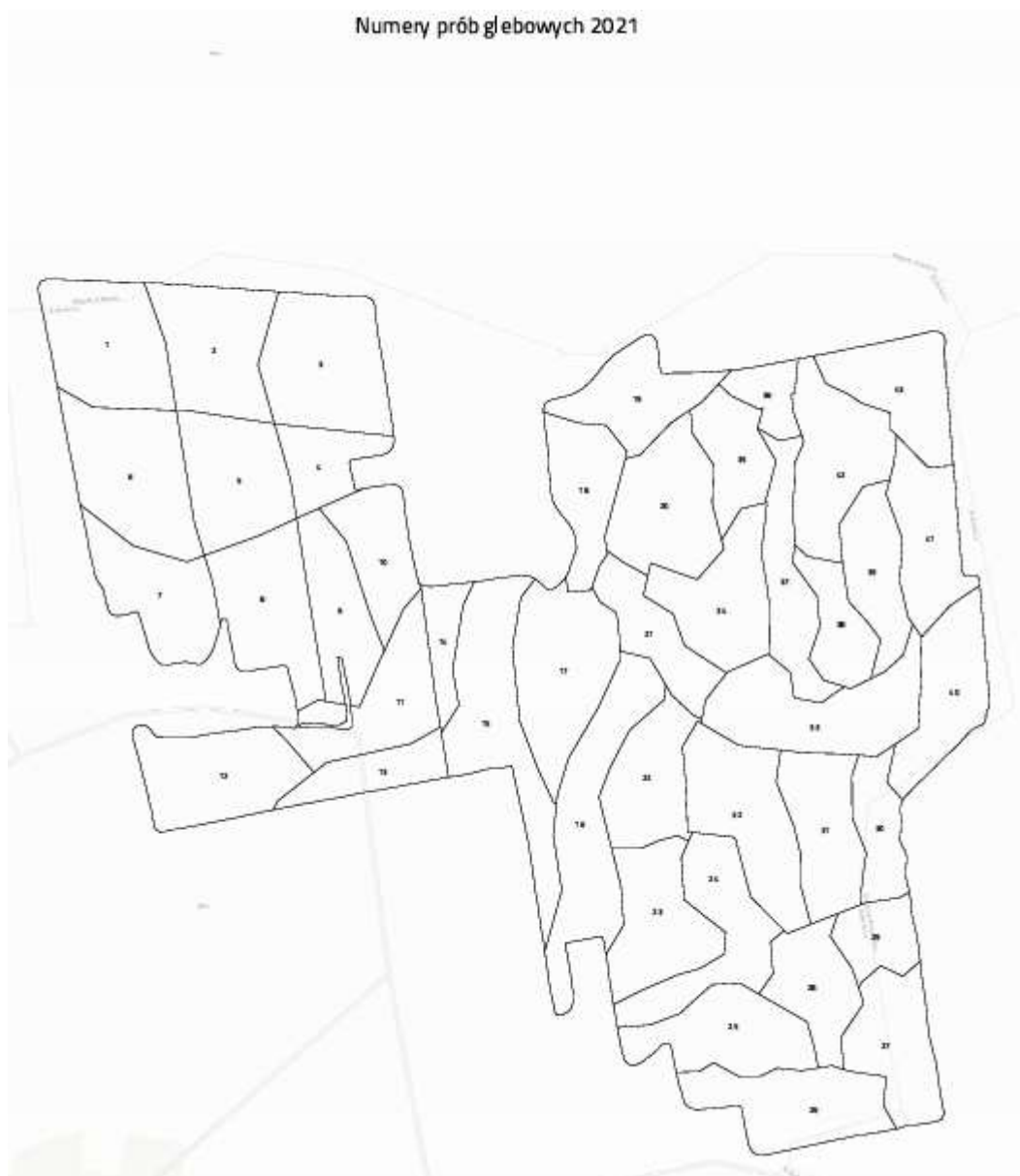
Przykład: Dla gleby średniej oczekiwana wartość N-min w warstwie 0-60 cm wynosi 75 kg. W próbce nr 288 zmierzona zasobność N-min wynosi 50,4 kg/ha (0-60 cm).

Bilans N-min dla tej próbki oblicza się jako $50,4 - 75 = -24,6$ kg/ha.

Oznacza to, że zasobność N-min w tej próbce jest niższa od oczekiwanej, co wskazuje na konieczność zwiększenia nawożenia N-min w stosunku do pierwotnych założeń.

5. Pobór i badanie próbek gleby

Próby glebowe polegają na analizie chemicznego składu gleby na głębokości 0-25 cm i mają na celu ocenę kluczowych parametrów istotnych dla upraw. Wyniki tej analizy przedstawiają zasobność gleby w formy mineralne poszczególnych pierwiastków, które są bezpośrednio dostępne dla roślin. Poniżej przedstawiono przykładową mapę próbkowania.



Rysunek 3. Mapa próbkowania dla gospodarstwa K. Ławrenowicza.

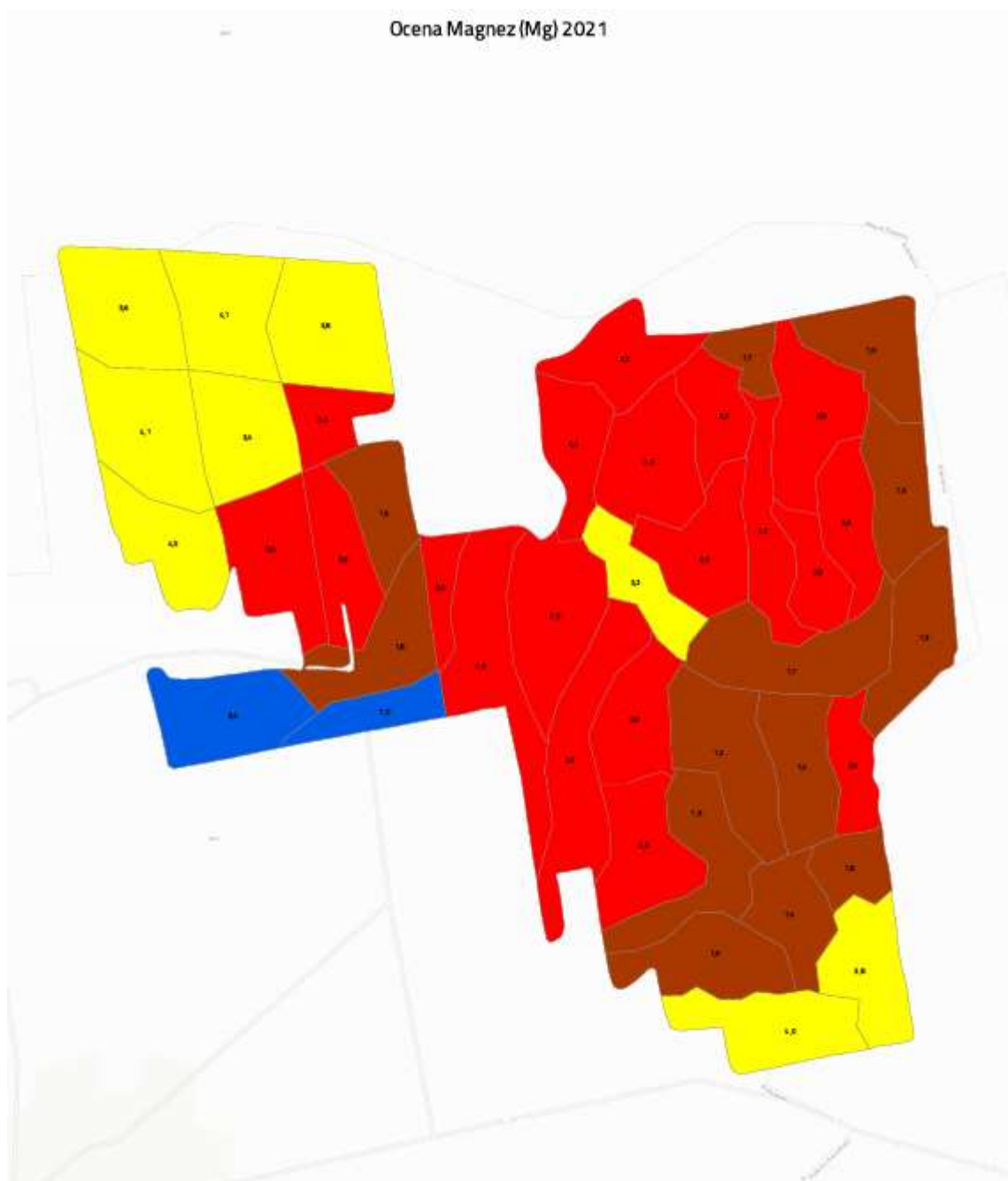
5.1. Dostosowanie nawożenia w oparciu o wyniki analizy

Uzyskane wyniki analiz laboratoryjnych posłużyły do precyzyjnego dostosowania strategii nawożenia. Na podstawie zawartości poszczególnych składników odżywczych w glebie, określono zapotrzebowanie roślin na poszczególne makro- i mikroelementy. Ta informacja umożliwiła zoptymalizowanie dawek nawozowych, co pozwoliło na minimalizację strat nawozów, ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne, a jednocześnie zwiększenie efektywności plonowania. Strategia ta jest zgodna z założeniami rolnictwa precyzyjnego, mając na celu maksymalizację wydajności przy minimalizacji wpływu na środowisko.

Poniżej przedstawiono przykładowy raport wyników zasobności gleby w makroelementy dla pól objętych projektem (Rys.4.) oraz mapę zasobności gleby w przyswajalny magnez (Rys.5.)

wyniki badania makroelementy, 2021								
Nr próbki	Rodzaj użytku	Kategoria agronomiczna	Kwasowość		Potrzeby wapnowania	Zawartość składników przyswajalnych (w mg na 100g gleby) i ocena		
			pH w KCL	Odczyn		fosforu (P ₂ O ₅)	potasu (K ₂ O)	magnezu (Mg)
59	orne	lekka	6,3	lekko kwaśny	zbędne	18,9	wysoka	14 średnia
60	orne	lekka	6,4	lekko kwaśny	zbędne	14,8	średnia	11 średnia
61	orne	lekka	6,4	lekko kwaśny	zbędne	13,2	średnia	20 wysoka
62	orne	lekka	6,4	lekko kwaśny	zbędne	17,8	wysoka	13 średnia
63	orne	lekka	6,7	obojętny	zbędne	24,6	bardzo wysoka	16 wysoka
64	orne	lekka	6,8	obojętny	zbędne	23,9	bardzo wysoka	17 wysoka
65	orne	lekka	6,9	obojętny	zbędne	28,8	bardzo wysoka	21 bardzo wysoka
66	orne	lekka	6,6	obojętny	zbędne	18,4	wysoka	16 wysoka
67	orne	lekka	6,6	obojętny	zbędne	14,7	średnia	15 średnia
68	orne	lekka	6,3	lekko kwaśny	zbędne	16,7	wysoka	14 średnia
69	orne	lekka	6,5	lekko kwaśny	zbędne	14,1	średnia	11 średnia
70	orne	lekka	6,2	lekko kwaśny	zbędne	25,2	bardzo wysoka	13 średnia
71	orne	lekka	6,2	lekko kwaśny	zbędne	14,3	średnia	6 niska
72	orne	lekka	5,8	lekko kwaśny	ograniczone	6,1	niska	14 średnia
73	orne	lekka	5,5	kwaśny	wskazane	7,4	niska	7 niska
74	orne	lekka	6,4	lekko kwaśny	zbędne	22	bardzo wysoka	20 wysoka
75	orne	lekka	6,5	lekko kwaśny	zbędne	16,6	wysoka	14 średnia
76	orne	lekka	6,7	obojętny	zbędne	17,6	wysoka	12,5 średnia
77	orne	lekka	6,4	lekko kwaśny	zbędne	14	średnia	12 średnia
78	orne	lekka	6,3	lekko kwaśny	zbędne	17,8	wysoka	15 średnia
79	orne	lekka	5,1	kwaśny	wskazane	11,9	średnia	7 niska
80	orne	lekka	5	kwaśny	potrzebne	12,4	średnia	7 niska
81	orne	lekka	5,4	kwaśny	wskazane	11,4	średnia	9 niska
82	orne	lekka	5,8	lekko kwaśny	ograniczone	10,8	średnia	7 niska
83	orne	lekka	7,3	zasadowy	zbędne	16	wysoka	5 bardzo niska
84	orne	lekka	7,4	zasadowy	zbędne	20,1	bardzo wysoka	7 niska
85	orne	lekka	7,6	zasadowy	zbędne	23,6	bardzo wysoka	10 niska
86	orne	lekka	6,9	obojętny	zbędne	17,8	wysoka	15 średnia
87	orne	lekka	7,5	zasadowy	zbędne	22,9	bardzo wysoka	19 wysoka

Rysunek 4. Wyniki badania- mikroelementy i pH. Gospodarstwo K. Ławrenowicza.

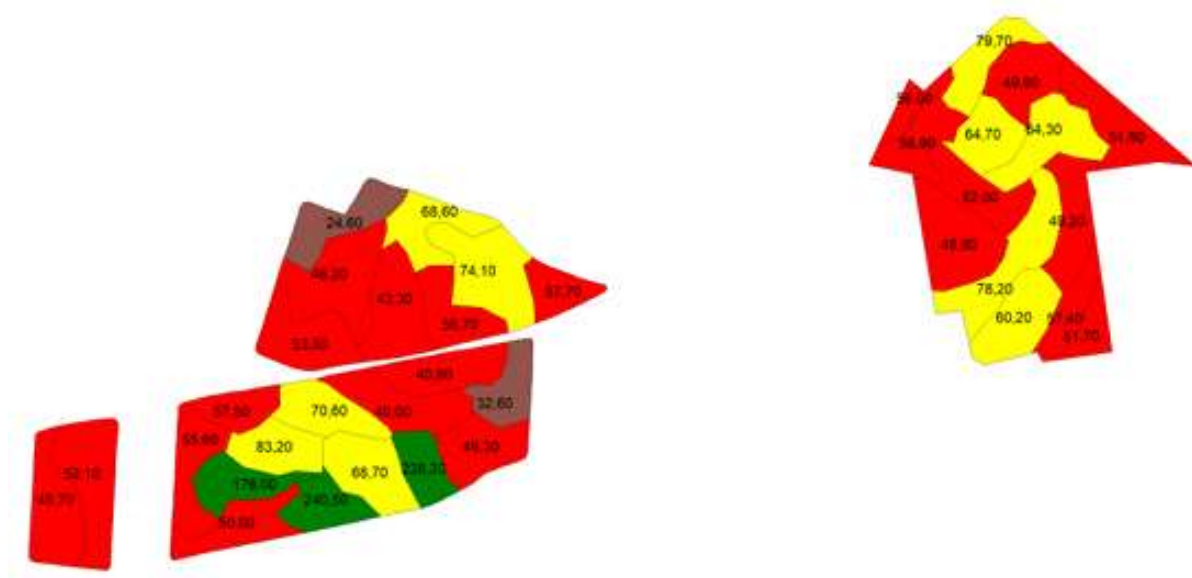


Rysunek 5. Przykładowa mapa zasobności gleby w przyswajalny magnez. Gospodarstwo Krzysztofa Ławrenowicza.

Tabela 4. Wybrany wykaz zasobności gleby w azot mineralny w gospodarstwie Krzysztofa Ławrenowicza.

Wyniki analizy Azot mineralny 2023									
Nr próbek	kat gleby	Azot		warstwa	0-30	30-60	Azot 0-60	ocena	ocena liczbowo
		NO ₃	NH ₄						
		mg/kg	mg/kg						
44A	lekka	3,1	3,1	28	28,0	24,1	52,1	niska	2
44B	lekka	3	2,4	24,1					
45A	lekka	4	2,9	30,8	30,8	14,9	45,7	niska	2
45B	lekka	< 3,0	< 2,0	14,9					
46A	lekka	7,9	2,6	47,2	47,2	42,8	90,0	wysoka	4
46B	lekka	6,6	2,9	42,8					
47A	lekka	6,1	7,7	62	62,0	47,6	109,6	bardzo	5
47B	lekka	6,2	4,3	47,6				wysoka	
48A	lekka	11	6,6	78,8	78,8	53,0	131,8	bardzo	5
48B	lekka	8,5	3,3	53				wysoka	
49A	średnia	3,9	2,9	29,2	29,2	32,5	61,7	niska	2
49B	lekka	5,1	2,1	32,5					
50A	średnia	5,5	2,5	34,6	34,6	60,4	95,0	wysoka	4
50B	średnia	10,9	3,1	60,4					
51A	średnia	6,3	2,2	36,6	36,6	23,8	60,4	niska	2
51B	średnia	4,7	< 2,0	23,8					
52A	średnia	4,9	2	30	30,0	24,5	54,5	niska	2
52B	średnia	3,1	2,6	24,5					
53A	lekka	4,7	2,5	32,5	32,5	16,3	48,8	niska	2
53B	lekka	< 3,0	< 2,0	16,3					
54A	lekka	5,2	2,8	36,1	36,1	42,1	78,2	średnia	3
54B	lekka	7,6	< 2,0	42,1					
55A	lekka	3	3,1	27,6	27,6	32,6	60,2	średnia	3
55B	lekka	5,6	< 2,0	32,6					
56A	lekka	5,5	2,1	34,4	34,4	23,0	57,4	niska	2
56B	lekka	3,4	< 2,0	23					
57A	lekka	5,1	3	36,3	36,3	15,4	51,7	niska	2
57B	lekka	< 3,0	< 2,0	15,4					
58A	lekka	3,9	2,4	28,4	28,4	20,8	49,2	niska	2
58B	lekka	< 3,0	< 2,0	20,8					
59A	lekka	3,9	3,4	32,7	32,7	19,1	51,8	niska	2
59B	lekka	< 3,0	< 2,0	19,1					
60A	lekka	4,1	3	31,9	31,9	17,9	49,8	niska	2
60B	lekka	< 3,0	< 2,0	17,9					
61A	lekka	4,1	4,7	39,7	39,7	40,0	79,7	średnia	3
61B	lekka	5,6	3,2	40					
62A	lekka	6	3,9	44,7	44,7	19,6	64,3	średnia	3
62B	lekka	< 3,0	2	19,6					
63A	lekka	3,1	3,1	28	28,0	36,7	64,7	średnia	3
63B	lekka	5,5	2,7	36,7					
64A	lekka	5,8	2,8	38,5	38,5	17,5	56,0	niska	2
64B	lekka	< 3,0	< 2,0	17,5					
65A	lekka	3,7	< 2,0	25,2	25,2	31,7	56,9	niska	2
65B	lekka	6,1	< 2,0	31,7					
66A	lekka	5,9	2	35,5	35,5	16,5	52,0	niska	2
66B	lekka	< 3,0	2,4	16,5					

Zasobność azotu mineralnego 0-60



Rysunek 6. Przykładowa mapa zasobności gleby w azot mineralny. Gospodarstwo K. Ławrenowicza.

Zadaniem zespołu badawczego było zapewnienie wsparcia agrotechnicznego w procesie ustalania optymalnej dawki nawożenia. Z pełnym uznaniem odnosiliśmy się jednak do kompetencji i doświadczenia profesjonalistów, z którymi współpracowaliśmy, nie ingerując w sposób znaczący w ich decyzje dotyczące nawożenia. Naszym celem było wspierać ich w podejmowaniu świadomych wyborów, opartych na aktualnych danych i analizach, jednocześnie respektując wiedzę i umiejętności ekspertów pracujących w terenie.



Fotografia 4. Wysiew grochu w miejscowości Podgóry



Fotografia 5. Wysiew grochu w miejscowości Podgóry cd.

6. Technologia zaprawiania

Technologia zaprawiania nasion odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu wysokiej jakości siewu i ochrony roślin. Proces ten polega na nałożeniu na nasiona specjalnych zapraw, które zawierają składniki aktywne, takie jak fungicydy, insektycydy oraz biokomponenty, co ma na celu zabezpieczenie przed chorobami i szkodnikami. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod, takich jak nanotechnologia, możliwe jest zwiększenie efektywności działania zapraw oraz ich wpływu na wzrost roślin. Technologia ta pozwala również na równomierne pokrycie nasion, co sprzyja lepszemu kiełkowaniu i wigorowi siewów. W efekcie, odpowiednie zaprawienie nasion przyczynia się do zwiększenia plonów oraz poprawy jakości upraw, co ma istotne znaczenie w zrównoważonym rolnictwie.

6.1. Badanie aspektów technologicznych zaprawiania

W ramach badań dotyczących technologii zaprawiania materiału siewnego poddano ocenie eksperckiej zaprawiane nasiona. Aspekt ten koncentrował się na technicznych parametrach procesu zaprawiania, które miały kluczowe znaczenie dla jakości końcowego produktu.

Do najważniejszych parametrów, które były analizowane, należały:

- stopień pokrycia: ocena, jak dobrze zaprawa przylegała do powierzchni nasion, co miało wpływ na skuteczność ochrony,
- stopień wypełnienia bruzd nasiennych substancją czynną: analiza efektywności wypełnienia bruzd, aby zapewnić odpowiednią ekspozycję nasion na substancje aktywne,
- stopień zaprawiania: ocena, w jakim stopniu nasiona były otoczone zaprawą, co wpływało na ich właściwości fizyczne i chemiczne,
- równomierność zaprawiania: zbadanie rozkładu zaprawy na nasionach, aby uniknąć miejsc z niedostatecznym lub nadmiernym pokryciem,
- napięcie powierzchniowe: pomiar, który mógł wpływać na właściwości robocze zaprawy i skuteczność jej przyczepności do nasion,
- pylistość zapraw: analiza obecności pyłów, które mogły obniżyć jakość zaprawy oraz utrudnić jej aplikację,

- czas natrysku: ocena czasu, w jakim nastąpiła aplikacja zaprawy na nasiona, co mogło wpłynąć na równomierność pokrycia,
- czas mieszania: zbadanie czasu potrzebnego na dokładne wymieszanie zaprawy, co miało wpływ na jej jednorodność.

Ocena powyższych aspektów odbyła się przy użyciu technik optycznych oraz metod analizy eksperckiej, co pozwoliło na identyfikację negatywnych zjawisk wynikających z procesu zaprawiania, takich jak powstawanie blendy, obniżone przyleganie zaprawy do nasion oraz koagulowanie się zaprawionych nasion. Celem tych badań była optymalizacja procesu zaprawiania, aby zapewnić najwyższą jakość nasion i skuteczność ich ochrony.

Badania dotyczące technologii zaprawiania stanowiły kluczowy etap naszej pracy, będąc niezwykle istotnym elementem obok ustalania składów zapraw. To właśnie analizy te w znaczący sposób przyczyniły się do wytypowania odpowiedniego składu, który planowaliśmy testować w warunkach polowych. Zaprawa musiała charakteryzować się silnym przyleganiem do nasion, a jej skład został starannie dobrany, aby zapobiegać sklejanu się nasion oraz zatykania przewodów wysiewających. Ponadto, istotne było, aby zaprawa nie spływała po powierzchni nasion ani nie deformowała ich kształtu, a także efektywnie wypełniała bruzdy nasienne.

6.1.1. Znaczenie parametrów technologii zaprawiania oraz wyniki badań.

Stopień pokrycia zaprawą, równomierność oraz stopień wypełnienia bruzd nasiennych substancją czynną

Stopień pokrycia nasion oraz wypełnienie bruzd nasiennych były oceniane przy użyciu mikroskopu optycznego, co umożliwiło uzyskanie szczegółowych i precyzyjnych obserwacji. Analiza pod mikroskopem pozwoliła na dokładną ocenę, jak zaprawa przylega do powierzchni nasion oraz jakie są jej właściwości w kontekście wypełnienia bruzd w urządzeniach siewnych.

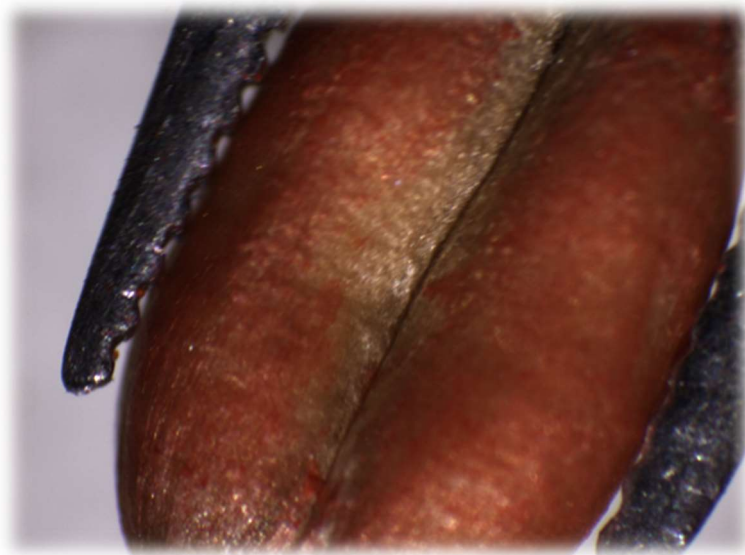
Obserwacje te umożliwiły identyfikację ewentualnych nieprawidłowości, takich jak nierównomierne pokrycie nasion czy niedostateczne wypełnienie bruzd substancją czynną. Mikroskopowe badania dostarczyły również informacji na temat struktury zaprawy oraz jej interakcji z powierzchnią nasion, co jest kluczowe dla zapewnienia skuteczności ochrony roślin. Dzięki tym analizom mogliśmy ocenić jakość zaprawiania oraz zidentyfikować obszary wymagające dalszych optymalizacji.



Fotografia 6. Wizualna ocena jakości zaprawiania materiału siewnego



Fotografia 7. Wizualna ocena jakości zaprawiania materiału siewnego cd.



Fotografia 8. Wizualna ocena jakości zaprawiania materiału siewnego cd.

Równomierność zaprawiania

W ramach oceny równomierności zaprawiania nasion wykorzystano dwie metody analityczne: metodę optyczną oraz metodę ważenia.

Metoda optyczna polegała na obserwacji nasion pod mikroskopem optycznym. Dzięki tej technice szczegółowo zbadano pokrycie powierzchni nasion zaprawą, oceniając równomierność jej rozkładu. Analiza mikroskopowa pozwoliła na identyfikację ewentualnych niedoskonałości, takich jak nierównomierne pokrycie czy obecność miejsc z nadmierną lub niedostateczną warstwą zaprawy. Ta metoda umożliwiła nam również ocenę jakości otoczkowania i interakcji zaprawy z powierzchnią nasion.



Fotografia 9. Ocena równomierności zaprawiania nasion



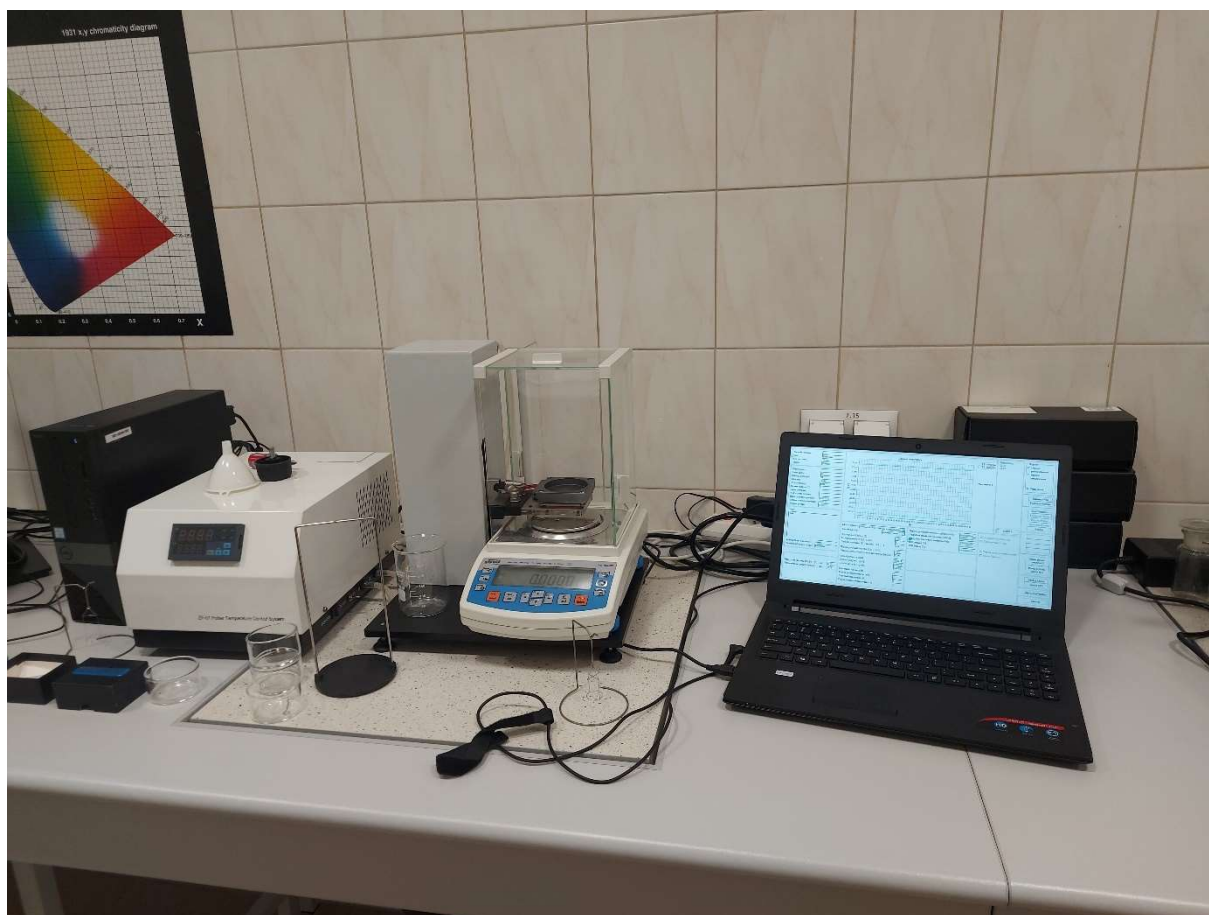
Fotografia 10. Testy jakości zaprawiania nasion

Metoda ważenia polegała na zważeniu próbek nasion przed i po zastosowaniu zaprawy. Na podstawie różnicy masy można było określić ilość zaprawy naniesionej na nasiona oraz ocenić jej równomierność. W tej metodzie kluczowe było pobranie reprezentatywnych próbek, co pozwoliło na dokładniejsze zrozumienie, jak zaprawa została rozprowadzona na różnych nasionach. Analiza ta umożliwiła zidentyfikowanie potencjalnych problemów związanych z nadmiernym lub niedostatecznym pokryciem oraz opracowanie działań mających na celu optymalizację procesu zaprawiania. Obie metody były kluczowe dla uzyskania rzetelnych danych dotyczących jakości zaprawienia nasion oraz pozwoliły na dalsze dostosowanie technologii do potrzeb praktycznych.

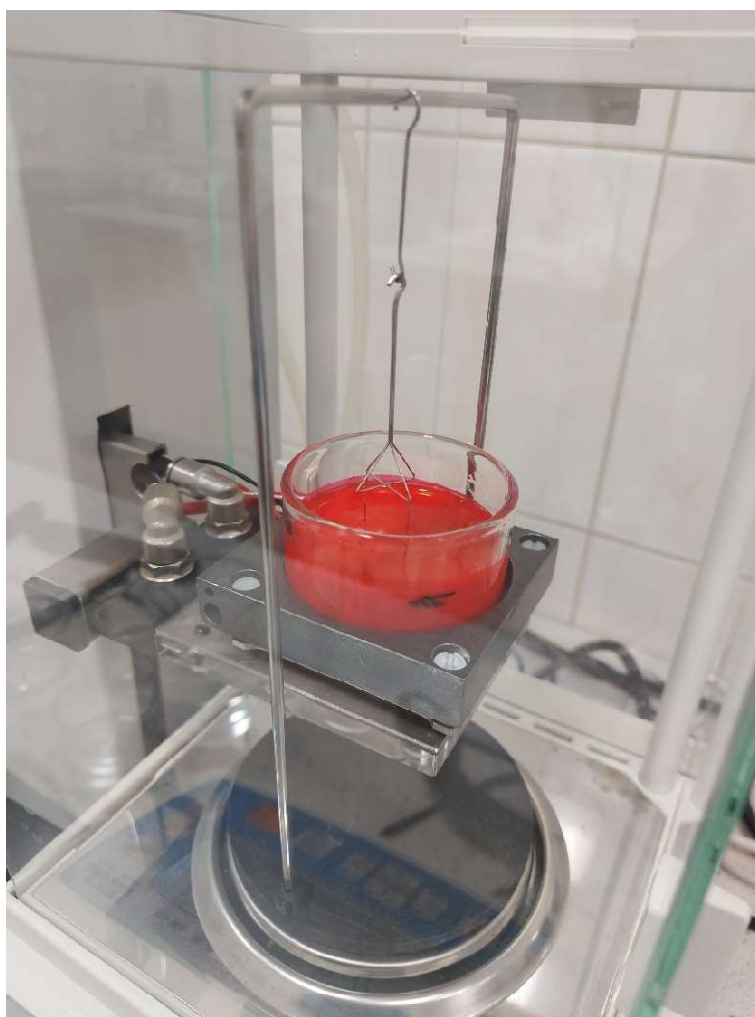
Napięcie powierzchniowe

W ramach oceny napięcia powierzchniowego zaprawy przeprowadzono testy przy użyciu dwóch metod: tensjometru i goniometru.

Tensjometr to urządzenie służące do pomiaru napięcia powierzchniowego cieczy poprzez analizę siły potrzebnej do oderwania cienkiej linii zanurzonej w cieczy. W opisywanych badaniach, próbka zaprawy była umieszczona w komorze tensjometru, a następnie mierzono siłę, którą można było zastosować do oderwania włókna lub innego elementu od powierzchni zaprawy. Wynik pomiaru pozwolił na określenie napięcia powierzchniowego, co jest istotne dla oceny właściwości roboczych zaprawy oraz jej przyczepności do nasion.



Fotografia 11. Ocena napięcia powierzchniowego cieczy (zaprawy) z wykorzystaniem tensjometru

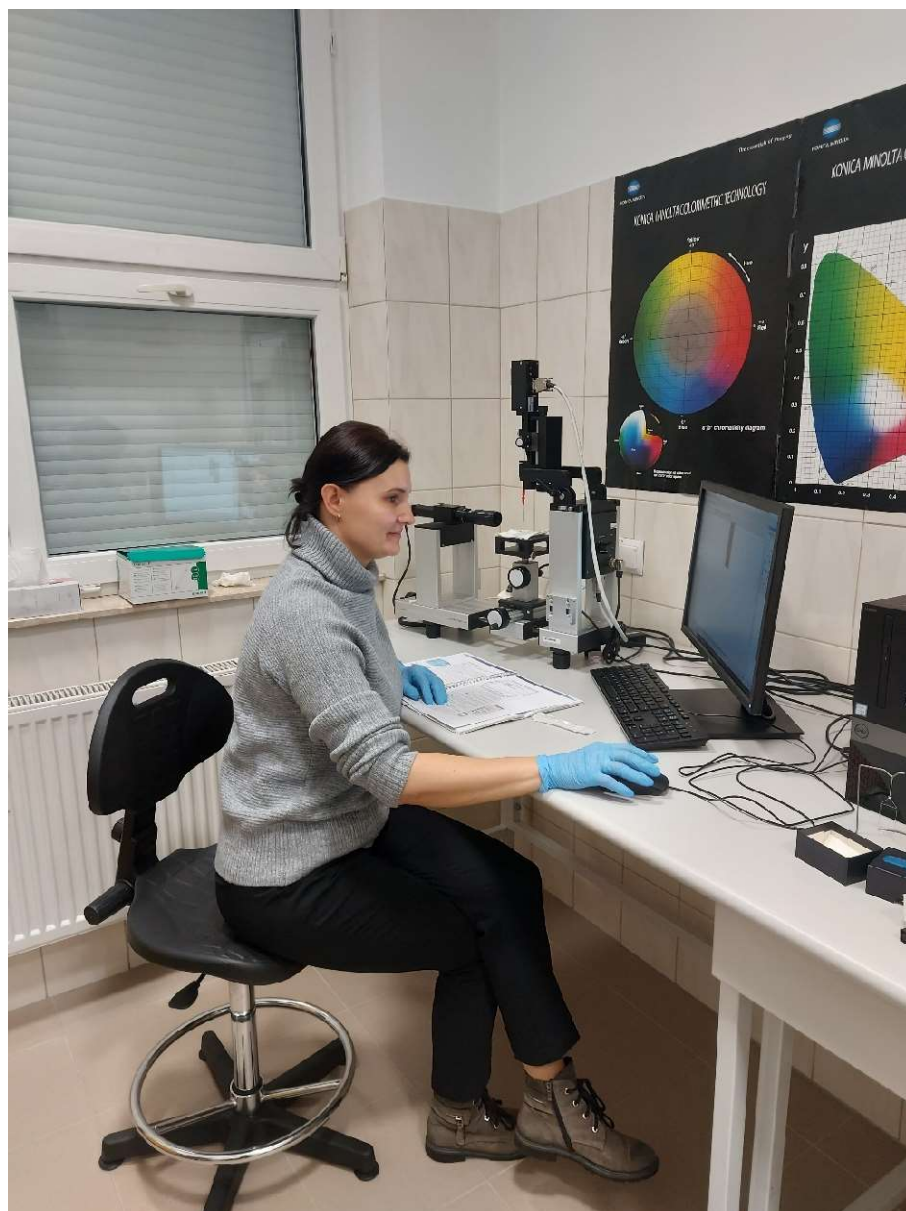


Fotografia 12. Ocena napięcia powierzchniowego cieczy (zaprawy) z wykorzystaniem tensjometru cd.

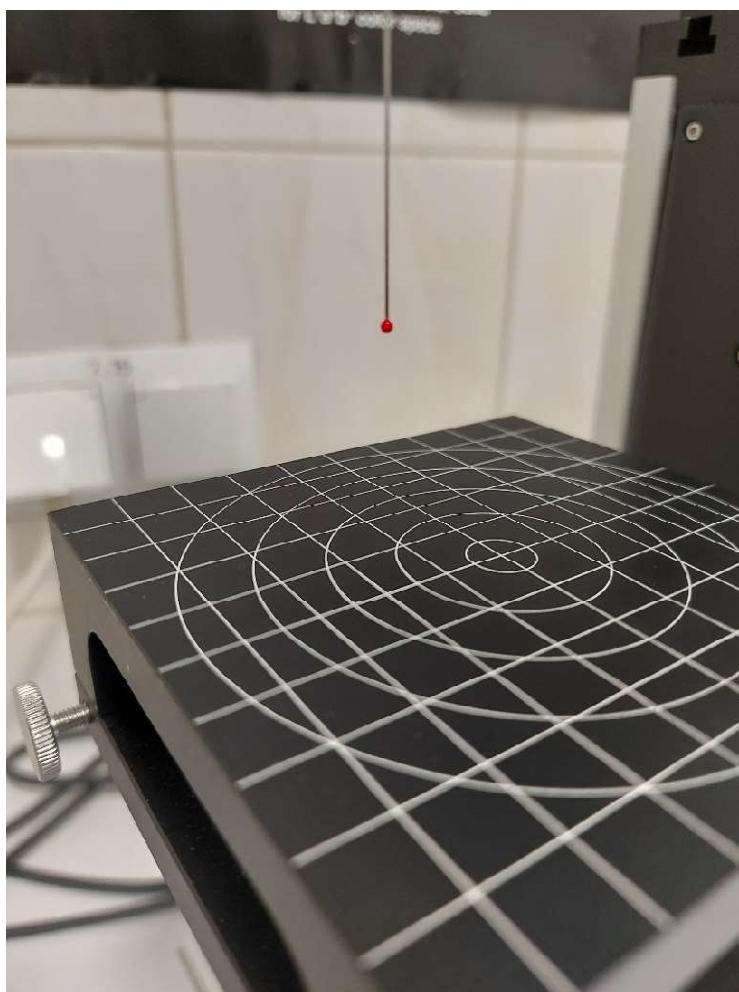


Fotografia 13. Ocena napięcia powierzchniowego cieczy (zaprawy) z wykorzystaniem tensjometru cd.

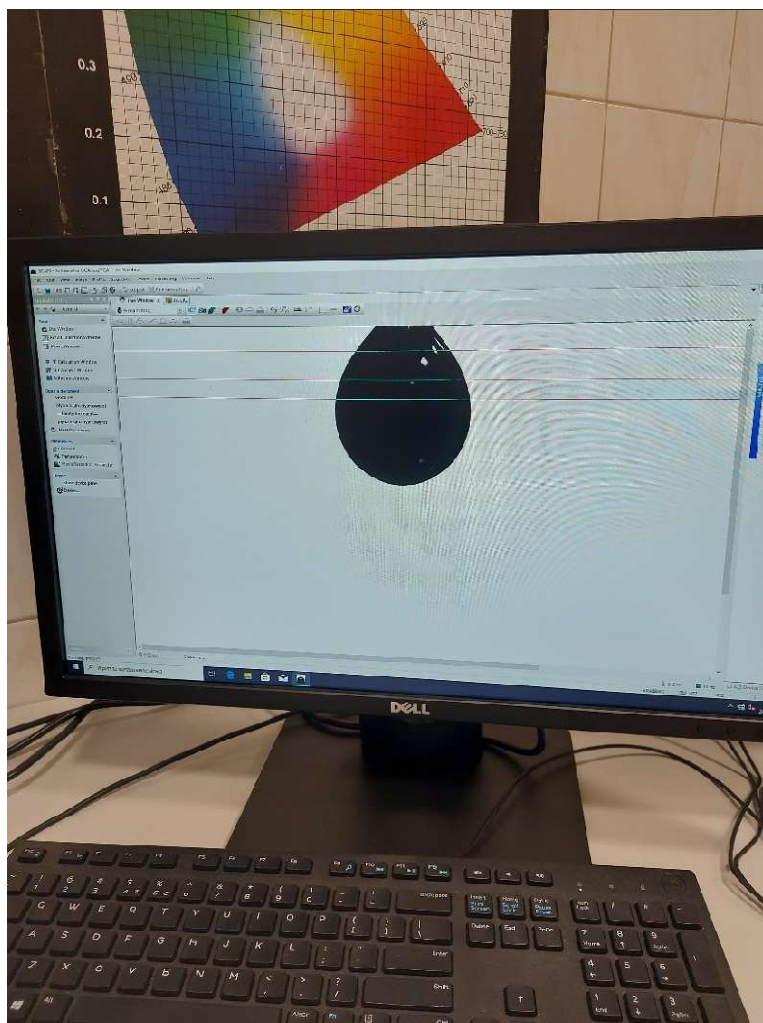
Goniometr to urządzenie, które służy do pomiaru kąta zwilżania, a tym samym również napięcia powierzchniowego. W tej metodzie, kropla zaprawy była umieszczona na powierzchni lub nasionach, a goniometr rejestrował kąt, pod jakim granica między kroplą a powierzchnią nasion zostaje ustalona. Zmierzony kąt zwilżania dostarcza informacji na temat adhezji i kohezji zaprawy, co wpływa na jej zdolność do równomiernego pokrywania nasion oraz zapobiega spływaniu. Im mniejszy kąt, tym lepsze zwilżanie i przyczepność zaprawy do nasion.



Fotografia 14. Ocena napięcia powierzchniowego cieczy (zaprawy) z wykorzystaniem goniometru



Fotografia 15. Ocena napięcia powierzchniowego cieczy (zaprawy) z wykorzystaniem goniometru cd.



Fotografia 16. Ocena napięcia powierzchniowego cieczy (zaprawy) z wykorzystaniem goniometru cd.

Obie metody pozwoliły na dokładne określenie parametrów dotyczących napięcia powierzchniowego zaprawy, co miało kluczowe znaczenie dla oceny jej skuteczności w kontekście technologii zaprawiania nasion.

Wybór najlepszej metody oceniania napięcia powierzchniowego zależy od kontekstu badania oraz specyficznych potrzeb analizy. Obie metody, zarówno tensjometr, jak i goniometr, mają swoje zalety:

Tensjometr:

Zalety: Ta metoda jest często bardziej bezpośrednia i może dostarczyć dokładnych pomiarów napięcia powierzchniowego. Tensjometry są dobrze skalibrowane do pomiaru sił, co pozwala na uzyskanie wiarygodnych wyników.

Wady: Może być bardziej skomplikowany w obsłudze i wymaga precyzyjnej konfiguracji. Ograniczenia mogą też wynikać z konieczności stosowania określonych miareczkowanych prób.

Goniometr:

Zalety: Goniometry są łatwe w użyciu i umożliwiają bezpośredni pomiar kąta zwilżania, co często jest bardziej intuicyjne. Wartości uzyskane za pomocą goniometru mogą być także łatwo interpretowane w kontekście interakcji zaprawy z nasionami.

Wady: Może być bardziej podatny na błędy, jeśli próbka nie jest odpowiednio przygotowana lub jeśli powierzchnia, na której przeprowadzany jest pomiar, jest zanieczyszczona.

Ocena: W zależności od specyfiki badania i wymagań laboratoryjnych, lepszym rozwiązaniem może być połączenie obu metod, aby uzyskać bardziej kompleksowy obraz napięcia powierzchniowego i właściwości interakcji zaprawy z nasionami. Tensjometr dostarczy dokładnych wartości napięcia, podczas gdy goniometr umożliwi ocenę zwilżania i przyczepności zaprawy na powierzchni nasion. Współdziałanie tych danych może prowadzić do lepszej optymalizacji procesu zaprawiania.

Interpretacja wyników pomiarów.

Interpretacja wyników napięcia powierzchniowego dla zaprawy nasiennej nie była jednoznaczna i zależała od kontekstu oraz specyficznych celów zastosowania zaprawy. Oto kluczowe aspekty, które rozważono:

Napięcie powierzchniowe a przyleganie:

Niższe napięcie powierzchniowe: Zazwyczaj oznaczało lepszą zdolność zwilżania i przylegania zaprawy do powierzchni nasion. To było korzystne, ponieważ zapewniało równomierne rozprowadzenie zaprawy, co wpływało na skuteczność ochrony przed chorobami i szkodnikami.

Wyższe napięcie powierzchniowe: Mogło sugerować trudności w zwilżaniu i przyleganiu zaprawy do nasion. Takie napięcie mogło prowadzić do słabszego pokrycia, a w konsekwencji do nieefektywności w ochronie roślin.

Równomierność pokrycia: Kluczowym celem było unikanie zarówno nadmiernego, jak i niedostatecznego pokrycia. Zbyt wysoki poziom napięcia powierzchniowego mógł prowadzić do tworzenia kropli na powierzchni nasion zamiast do ich równomiernego pokrywania.

Interakcje z glebą i innymi czynnikami: Warto było również brać pod uwagę, jak zaprawa będzie się zachowywać w realnych warunkach polowych, w tym wpływ na interakcje z glebą i innymi agrofizycznymi właściwościami, co mogło wpłynąć na efektywność jej działania.

Optymalne wartości: Ostatecznie, najlepsze wyniki uzyskiwano, gdy napięcie powierzchniowe zaprawy znajdowało się na poziomie, który zapewniał odpowiednie zwilżanie oraz przyleganie do nasion, jednocześnie minimalizując problem ze spływaniem czy deformowaniem nasion. Dlatego istotne było przeprowadzenie szczegółowych testów, aby określić optymalne wartości napięcia powierzchniowego, które odpowiadałyby wymaganiom danej uprawy.

Podsumowując, nie można było jednoznacznie stwierdzić, że wyższe napięcie powierzchniowe jest lepsze; istotne było osiągnięcie właściwego balansu, który zapewniałby optymalne pokrycie i skuteczność działania zaprawy.

Pylistość zapraw

W ramach badań nad jakością zapraw nasiennych, przeprowadziliśmy test Heubacha w celu oceny pylistości zapraw. Test ten został wykonany zewnętrznym, w specjalistycznym laboratorium, co zapewniło wysoką jakość pomiarów oraz precyzyjne wyniki. Badanie przeprowadzono zgodnie z wytycznymi ESA (European Seed Association). Badania te miały na celu zrozumienie wpływu pylistości na właściwości robocze zapraw oraz ich skuteczność w ochronie nasion.

Test Heubacha może być wykorzystany do badania pylistości zapraw nasiennych poprzez ocenę ich zdolności do utrzymywania cząstek w formie jednorodnej i efektywnego pokrycia nasion. Procedura tego testu obejmuje:

- przygotowanie próbek: Próbkę zaprawy jest umieszczana w odpowiednim urządzeniu, które umożliwia pomiar.
- pomiary napięcia powierzchniowego: Test Heubacha polega na pomiarze napięcia powierzchniowego oraz zwilżania, co odnosi się również do oceny pylistości zaprawy. Jeśli zaprawa ma wysoką pylistość, może to wpływać na jej zdolność do przylegania do nasion.
- analiza wyników: Zmierzone napięcie powierzchniowe i związane z nim efekty pomogą w ocenie, w jaki sposób obecność pyliń może modyfikować właściwości robocze zaprawy. Wysoka pylistość może prowadzić do zwiększonego napięcia powierzchniowego, co utrudnia zwilżanie i jednorodne pokrycie nasion.

Stosowanie testu Heubacha do oceny pylistości zapraw nasiennych dostarcza cennych informacji na temat właściwości zapraw, które są kluczowe dla ich skuteczności w praktyce rolniczej. Pozwala to na lepsze zrozumienie interakcji między zaprawą a nasionami oraz na optymalizację procesów zaprawiania.

Poniżej przedstawionej wartości progowe dla pyłu (test Heubacha, opracowane przez ESA) :

Kukurydza 0.75g pyłu / 100 000 nasion

Zboża 4.00g pyłu / 100 kg nasion

Groszek 0.20g pyłu / 100 000 nasion

Czas natrysku i czas mieszania

Czas natrysku odgrywa fundamentalną rolę w równomiernym rozkładzie zaprawy na powierzchni nasion. Odpowiednio dobrany czas natrysku zapewnia:

- równomierność pokrycia: Krótszy czas natrysku może skutkować nierównomiernym rozkładem zaprawy, co prowadzi do miejsc z niedostatecznym pokryciem, a tym samym do obniżonej ochrony przed patogenami i szkodnikami.
- skuteczność zaprawiania: Właściwy czas natrysku pozwala na efektywne otoczenie nasion, co z kolei poprawia ich właściwości fizyczne i chemiczne.
- minimalizacja strat: Zbyt długi czas natrysku może powodować, że część zaprawy nie przylega do nasion, co prowadzi do strat materiałowych oraz nieefektywnego wykorzystania substancji czynnych.

Znaczenie czasu mieszania

Czas mieszania ma kluczowe znaczenie dla uzyskania jednorodnej mieszanki zaprawy oraz nasion. Odpowiedni czas mieszania zapewnia:

- jednorodność zaprawy: Dłuższy czas mieszania sprzyja równomiernemu rozprowadzeniu zaprawy na każdym nasieniu, co zapewnia skuteczną ochronę we wszystkich fazach wzrostu roślin.
- zintegrowanie składników: W przypadku zapraw zawierających różne składniki chemiczne, odpowiedni czas mieszania pozwala na ich lepszą integrację, co może zwiększyć skuteczność zaprawy.
- unikanie koagulacji: Właściwe mieszanie przez odpowiedni czas zapobiega powstawaniu grudek i koagulacji zaprawy, co mogłoby wpływać negatywnie na jakość aplikacji na nasiona.

Nie można jednoznacznie stwierdzić, że niższe wartości czasu natrysku i czasu mieszania oznaczają lepszą jakość zaprawiania nasion. W naszym badaniu uwzględniliśmy następujące aspekty:

Czas natrysku

Optymalizacja: w prezentowanych badaniach zauważono, że niższe wartości czasu natrysku prowadziły do szybkiego nałożenia zaprawy, jednak zbyt krótki czas skutkował nierównomiernym pokryciem nasion. Kluczowe było dla nas znalezienie równowagi, gdzie czas natrysku był wystarczający, aby zapewnić równomierne pokrycie, ale nie za długi, aby uniknąć strat materiałowych.

Czas mieszania

Efektywność: dostrzeżono, że krótszy czas mieszania mógł być korzystny, jeśli zaprawa była jednorodna i dobrze wymieszana. Jednak zbyt krótki czas mieszania prowadziłby do niedostatecznego rozprowadzenia składników zaprawy, co mogłoby skutkować nierównomiernym pokryciem nasion. Z kolei zbyt długi czas mieszania mógłby powodować degradację niektórych składników aktywnych lub generowanie ciepła, które negatywnie wpłynęłoby na jakość zaprawy.



Fotografia 17. Testy w warunkach rzeczywistych. Przygotowywanie zapraw

Ostateczna ocena

W omawianym doświadczeniu zarówno czas natrysku, jak i czas mieszania powinny być zoptymalizowane, aby zapewnić maksymalną efektywność i skuteczność zaprawy.

Podsumowując, stwierdzono, że nie zawsze niższe wartości tych parametrów są lepsze; kluczowe było osiągnięcie równowagi, która sprzyjała skuteczności i jakości procesu zaprawiania nasion.

Wyniki

Poniżej przedstawiono wyniki dotyczące technologii zaprawiania dla najlepszej według zespołu badawczego kombinacji doświadczalnej. Analiza ta ma na celu ukazanie efektywności zastosowanej technologii oraz korzyści wynikających z optymalizacji procesu zaprawiania nasion.

Tabela 5. Wyniki oceny technologii zaprawiania nasion w zależności od kombinacji doświadczalnych dla różnych gatunków roślin

Gatunek	Kombinacja doświadczalna	Stopień pokrycia nasion zaprawą	Stopień wypełnienia bruzd nasiennych zaprawą	Napięcie powierzchniowe zaprawy nasiennej [mN/m]	Gęstość cieczy [g/ml]	Dyspersyjność cieczy [%]	Pylistość zapraw [g/100 kg nasion]
Pszenica ozima	1	bardzo dobra: 95% dobra: 4 % słaba 1%	bardzo dobra: 95% dobra: 4 % słaba 1%	24,83	0,9797	18,19	0,15
	2	bardzo dobra: 97% dobra: 3 % słaba: 0%	bardzo dobra: 97% dobra: 3 % słaba: 0%	28,98	0,9877	18,52	0,3998
	3	bardzo dobra: 96% dobra: 4 % słaba 0%	bardzo dobra: 96% dobra: 4 % słaba 0%	29,5	0,9928	17,35	0,7498
	4	bardzo dobra: 96% dobra: 4 % słaba: 0%	bardzo dobra: 96% dobra: 4 % słaba: 0%	25,04	0,966	19,32	1,1995
Pszenżyto ozime	1	bardzo dobra: 94% dobra 4% słaba: 2%	bardzo dobra: 94% dobra 4% słaba: 2%	24,83	0,9797	18,19	0,7996
	2	bardzo dobra: 96% dobra 4% słaba: 0%	bardzo dobra: 96% dobra 4% słaba: 0%	28,98	0,9877	18,52	0,7495
	3	bardzo dobra: 95% dobra 4% słaba: 1%	bardzo dobra: 95% dobra 4% słaba: 1%	29,5	0,9928	17,35	0,4999
	4	bardzo dobra: 95% dobra 4% słaba: 1%	bardzo dobra: 95% dobra 4% słaba: 1%	25,04	0,966	19,32	1,1995
Kukurydza	1	bardzo dobra: 94% dobra: 4 % słaba 2%	Nd.	24,83	0,9797	18,19	0,7189
	2	bardzo dobra: 95% dobra 4% słaba: 1%	Nd.	24,5	0,9928	17,35	0,4999
	3	bardzo dobra: 94% dobra: 4 % słaba 2%	Nd.	29,5	0,966	19,32	0,712

Groch	1	bardzo dobra: 98% dobra: 2 % słaba 0%	Nd.	26,35	1,01	18,45%	0,0716
-------	---	---	-----	-------	------	--------	--------

Interpretacja:

Przedstawione wyniki wskazują na wysoką jakość zaprawiania nasion dla wybranych kombinacji doświadczalnych, zarówno w pszenicy ozimej, pszenicy ozimym, kukurydzy, jak i grochu.

Stopień pokrycia nasion zaprawą:

Wysokie wskaźniki pokrycia (95-98%) świadczą o efektywności technologii zaprawiania. W przypadku pszenicy ozimej, każda kombinacja uzyskała stopień pokrycia powyżej 94%, co sprzyja optymalnej ochronie nasion przed patogenami i szkodnikami.

Dla wszystkich gatunków stwierdzono, że stopień pokrycia oceniono jako "bardzo dobry", co jest istotnym czynnikiem wpływającym na późniejsze wyniki plonowania.

Stopień wypełnienia bruzd nasiennych zaprawą:

Podobnie jak w przypadku stopnia pokrycia, wyniki dla stopnia wypełnienia bruzd również wskazują na wysoką jakość procesu zaprawiania. Utrzymujący się wskaźnik powyżej 94% dla większości kombinacji nasion sugeruje, że zaprawa dobrze wypełnia bruzdy nasienne, co może pozytywnie wpłynąć na precyzję siewu.

Napięcie powierzchniowe zaprawy:

Wyniki napięcia powierzchniowego (24,83 - 29,5 mN/m) wskazują na umiarkowane wartości, które mogą zapewnić dobry poziom zwilżania oraz przylegania zaprawy do nasion. Wysoka adhezja zaprawy do nasion jest kluczowa dla osiągnięcia jej skuteczności. Napięcia powierzchniowe różniły się między kombinacjami, co sugeruje wpływ składników zaprawy na jej właściwości.

Gęstość cieczy:

Gęstość zaprawy wynosiła od 0,966 do 1,01 g/ml, co świadczy o zrównoważonym składzie. Niska gęstość, w połączeniu z odpowiednim napięciem powierzchniowym, może sprzyjać lepszemu pokryciu nasion.

Dyspersyjność cieczy:

Wartości dyspersyjności w przedziale 17,35% do 19,32% są zadowalające i sugerują, że zaprawa ma odpowiednie właściwości do aplikacji na nasiona, co zwiększa jej efektywność.

Pylistość zapraw:

Niskie wartości pylistości (0,0716 g/100 kg nasion w przypadku grochu i do 1,1995 g w przypadku pszenicy) wskazują na dobrą jakość zaprawy, ponieważ niska pylistość minimalizuje ryzyko zatykania systemów wysiewających i zapewnia jednorodne pokrycie nasion.

Podsumowując, wyniki dotyczące technologii zaprawiania nasion dla najlepszej kombinacji doświadczalnej wskazują na wysoką jakość zaprawy i skuteczność procesu zaprawiania. Wysokie stopnie pokrycia i wypełnienia, umiarkowane napięcia powierzchniowe, optymalna gęstość cieczy oraz niska pylistość wskazują, że zaprawa jest dobrze dostosowana do spełnienia wymagań produkcyjnych. Te czynniki mogą przyczynić się do lepszych wyników plonów w późniejszych fazach wzrostu roślin.

6.1.2. Testy jakościowe związane z nowymi dodatkami zaprawowymi

W ramach oceny jakości nowych dodatków, przeprowadziliśmy testy zdolności kiełkowania zgodnie z systemem oceny jakości nasion ustalonym przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Nasion (ISTA), który jest także stosowany przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORIN). W naszych badaniach skoncentrowaliśmy się na analizie energii i zdolności kiełkowania nasion.

Badania zostały przeprowadzone w fitotronie w naszym laboratorium, co umożliwiło zapewnienie optymalnych warunków dla procesu kiełkowania. Dzięki tym badaniom mieliśmy możliwość dokładnej oceny, jak nowe dodatki wpływają na właściwości kiełkowania nasion, co jest kluczowe dla oceny ich jakości oraz efektywności na etapie wzrostu roślin.

Zdolności kiełkowania nasion według standardów Międzynarodowego Stowarzyszenia Nasion (ISTA) polega na ocenie zdolności nasion do kiełkowania w określonych warunkach, które symulują naturalne środowisko. Metoda ta ma na celu dostarczenie wiarygodnych informacji na temat jakości nasion oraz ich potencjału wzrostu. Oto główne kroki i aspekty tego badania:

- Przygotowanie nasion. Nasiona są odpowiednio przygotowywane do testu. Zazwyczaj zbiera się reprezentatywne próbki z partii nasion, które mają być badane.
- Warunki testowe. Nasiona umieszcza się w kontrolowanych warunkach, takich jak określona temperatura, wilgotność i nasłonecznienie. Często używa się fitotronów, aby zapewnić optymalne warunki dla kiełkowania.
- Rodzaj testu. ISTA zaleca różne rodzaje testów kiełkowania, takie jak test na wilgotnych papierkach, test w glebie lub test w specjalnych pojemnikach. Wybór metody zależy od gatunku nasion i celu badania. W niniejszych badaniach eksperyment prowadzono w plastikowych kuwetach, wyłożonych bibułą filtracyjną złożoną w harmonijkę.
- Rejestracja wyników. Po upływie określonego czasu (zwykle 7-21 dni, w zależności od gatunku) obserwuje się i rejestruje liczbę nasion, które wykazały oznaki kiełkowania (np. rozwój korzeni i liści). Wyniki są zazwyczaj wyrażane jako procent kiełkujących nasion w stosunku do całkowitej liczby nasion.
- Energia kiełkowania. Oprócz ogólnej zdolności kiełkowania, badania mogą obejmować również ocenę energii kiełkowania, tj. zdolności nasion do szybkiego rozpoczęcie kiełkowania po umieszczeniu w odpowiednich warunkach.
- Ocena jakości. Wyniki badania są interpretowane na podstawie standardów ustalonych przez ISTA, które dotyczą minimalnych wymagań dla różnych gatunków nasion. To pozwala na określenie, czy nasiona spełniają normy jakościowe.
- Dokumentacja i raportowanie. Na podstawie przeprowadzonych badań wyniki są dokumentowane w raportach, które mogą być wykorzystane do dalszych analiz, decyzji dotyczących handlu nasionami oraz oceny ich jakości.

Dzięki powyższej metodzie badania zdolności kiełkowania według ISTA, można uzyskać rzetelne informacje o jakości nasion, co jest kluczowe dla rolników oraz producentów nasion w kontekście efektywności upraw i plonowania.

Tabela 6. Warunku prowadzenia eksperymentu oceny energii i zdolności kiełkowania wg ISTA

Gatunek	Warunki prowadzenia eksperymentu - zdolność kiełkowania			Odczyt wyników (po ilu dniach)	
	Temperatura	Wilgotność	Światło	Energia kiełkowania	Zdolność kiełkowania
pszenica	20	75%	obojętne	4	8
pszenżyto	20	75%	obojętne	4	8
kukurydza	25	70%	obojętne	4	7
groch	20	70%	obojętne	5	8



Fotografia 18. Test energii i zdolności kiełkowania wg ISTA



Fotografia 19. Test energii i zdolności kiełkowania wg ISTA. Testy w fitotronie



Fotografia 20. Test energii i zdolności kiełkowania wg ISTA. Kiełkujące nasiona grochu

7. Monitoring upraw.

Zgodnie z założeniami projektu, doświadczenia zostały założone na obszarach będących własnością rolników należących do grupy operacyjnej Nasiona Ławrenowicz, zlokalizowanej w gminie Kępice (woj. Pomorskie, powiat słupski). W latach 2023 i 2024 działania badawcze realizowane były na różnych działkach, co umożliwiło przeprowadzenie wnikliwej analizy skuteczności zaprawiania nasion innowacyjnymi mieszankami. Obszary te charakteryzowały się zróżnicowaną strukturą gleby oraz mikroklimatem, co stanowiło podstawę do oceny wyników badań w naturalnych warunkach agrotechnicznych.

W trakcie sezonu wegetacyjnego regularnie przeprowadzano monitoring roślin. Jeśli z pewnych powodów lustracja *in situ* była nie możliwa, wykorzystywano zdjęcia satelitarne bezzałogowe statki powietrzne (UAV). Wygenerowane zdjęcia poddawane były opracowaniu przez specjalistyczne programy, np. Pix4D Fields oraz QGIS. Wizyty na polach odbywały się okresowo, co pozwalało na bieżące śledzenie stanu upraw oraz dokumentowanie kluczowych na etapie wzrostu roślin parametrów. Monitoring obejmował etapy takie jak siew, wschody, rozwój roślin, a także ich kondycję zdrowotną. W ramach tych działań szczegółowo rejestrowano daty siewu, wskaźniki kiełkowania oraz równomierność wschodów, co pozwalało na ocenę efektywności zastosowanych zapraw nasiennych.

Analiza stanu upraw skoncentrowała się także na ocenie kondycji roślin w odniesieniu do ich odporności na choroby, a także wpływu interwencji agronomicznych oraz zmiennych warunków atmosferycznych na ich rozwój. W ramach monitoringu przeprowadzono również obserwacje dotyczące wystąpienia chorób grzybowych, co jednoznacznie umożliwiło podejmowanie wczesnych działań ochronnych, minimalizując potencjalne straty w plonach. Zgromadzone dane pozwoliły na porównanie wyników z lat 2023 i 2024 oraz lepsze zrozumienie trendów oraz skuteczności zastosowanych innowacji w praktyce rolniczej.



Fotografia 21. Wykonanie zdjęć przy wykorzystaniu UAV. Monitoring stanu upraw



Fotografia 22. Monitoring stanu upraw



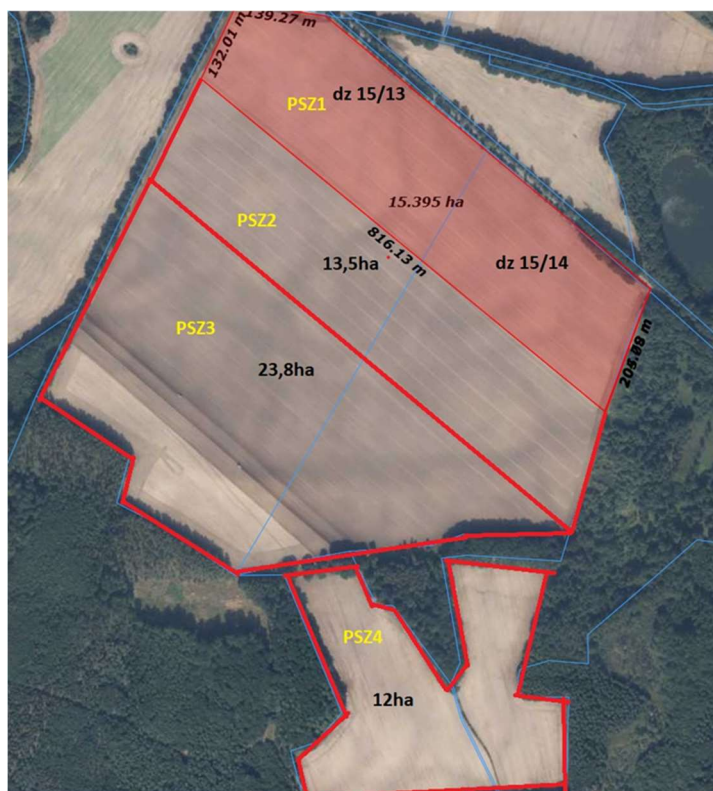
Fotografia 23. Monitoring stanu upraw

W tabeli 7 przedstawiono zestawienie upraw i działek uczestniczących w doświadczeniach w ramach realizacji projektu „Innowacje w polskim nasiennictwie”.

Tabela 6. Zestawienie działek monitorowanych w roku 2023

GATUNEK/UPRAWA/ODMIANA	SKRÓT OZNAKOWANIA	SYMBOL NA MAPIE	LOKALIZACJA DZIAŁKI (PUNK ODNIESIENIA)
GROCH SIEWNY MECENAS	PORÓWNANIE ZACHOWANIA ODMIAN	GG2 GG3	106 105; 104/1; 104/5; 104/6; 103/2; 224; 103/3; 108; 103/4; 102/2; 102/1;
GROCH SIEWNY ASTRONAUTE	PORÓWNANIE ZACHOWANIA ODMIAN	GG1 GG4 G5	70; 71 98/1; 96; 98/2; 99 112/4; 112/3J
GROCH SIEWNY OSTINATO	PORÓWNANIE ZACHOWANIA ODMIAN	GG6	113; 114; 271; 118/4; 118/1; 119; 120/1; 120/2; 121; 122/1; 122/2
KUKURYDZA FARMORITZ F1 PODGÓRY	Zaprawa 1 KONTROLA	KK1	POLE 1: 257; 256; 255/1; 255/4; 342; 255/3; 254; 253; 252; 79/5, POLE 2: 237; 238/4; 238/3; 234/1; 234/2 POLE 3: 263; 262; 261 POLE 4: 233 obręb Podgóry gmina Kępice
KUKURYDZA FARMORITZ F1	ZAPRAWA 1	KK2	POLE 5: 249; 250 POLE: 6: 251 POLE7: 418;416;244/2; 247; 284/1; 248; 242/1; 242/2; 243; 283; 241; 240 POLE 8: 239 POLE 9 : 216/4; 216/3; POLE 10: 217; 218; 219; 228/4; 2227/1; 225/3
KUKURYDZA FARMORITZ F1	ZAPRAWA 2	KK3	POLE 11: dz 141; 129 obr. Podgóry gmina Kępice POLE 12: dz 8/3; 8/4
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 1 (kontrola) PSZENŻYTO	PŻ1	11/12 obr. Biesowice, gm. Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 2 PSZENŻYTO	PŻ2	11/12 obr. Biesowice, gm. Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 3 PSZENŻYTO	PŻ3	11/12 obr. Biesowice, gm. Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 4 PSZENŻYTO	PŻ4	11/12 obr. Biesowice, gm. Kępice
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA 1 (kontrola) PSZENICA	PSZ1	15/13; 15/14, obręb CIECHOLUB, gm. Kępice
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA2 PSZENICA	PSZ2	15/13; 15/14 obręb CIECHOLUB, gm. Kępice
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA 3 PSZENICA	PSZ3	15/13; 15/14 obręb CIECHOLUB, gm. Kępice
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA 4 PSZENICA	PSZ4	15/5; 15/4 obręb CIECHOLUB, gm. Kępice

Pszenica ozima 2022/2023



Pszenżyto ozime 2022/2023



Kukurydza 2023



GROCH 2023

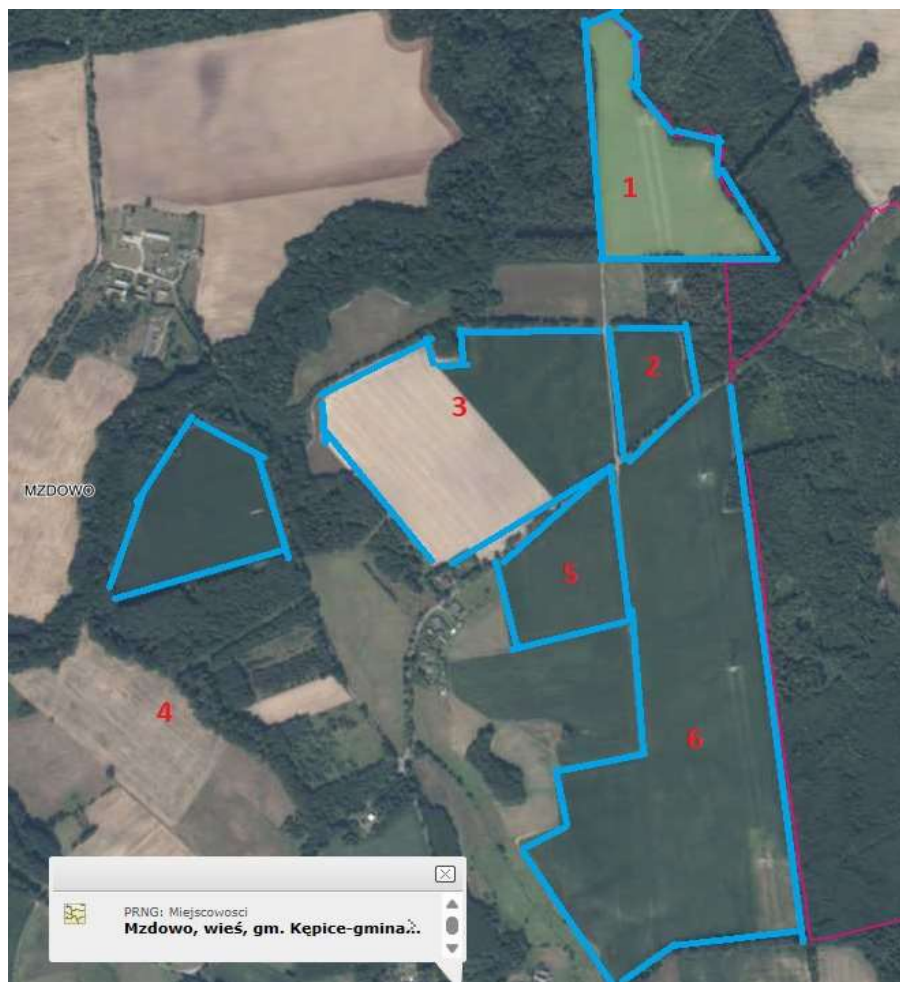


Tabela 7. Zestawienie działek monitorowanych w roku 2024

GATUNEK/UPRAWA/ODMIANA	SKRÓT OZNAKOWANIA	SYMBOL NA MAPIE	LOKALIZACJA DZIAŁKI (PUNK ODNIESIENIA)
GROCH SIEWNY MECENAS	PORÓWNANIE ZACHOWANIA ODMIAN	GG1	255/1, obręb Podgóry gmina Kępice
GROCH SIEWNY ASTRONAUTE	PORÓWNANIE ZACHOWANIA ODMIAN	GG2	248, obręb Podgóry gmina Kępice
KUKURYDZA FARMORITZ F1 PODGÓRY	KONTROLA	KK1	139, obręb Podgóry gmina Kępice
KUKURYDZA FARMORITZ F1 BIESOWICE	KONTROLA	KK1	11/12, obręb Biesowice gmina Kępice
KUKURYDZA FARMORITZ F1	ZAPRAWA 1	KK2	15/13, obręb Ciecholub gmina Kępice
KUKURYDZA FARMORITZ F1	ZAPRAWA 2	KK3	8/4, obręb Ciecholub gmina Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 1 PSZENŻYTO	PŻ1	82/6, obręb Podgóry gmina Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 2 PSZENŻYTO	PŻ2	83/3, obręb Podgóry gmina Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 3 PSZENŻYTO	PŻ3	86, obręb Podgóry gmina Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 4 PSZENŻYTO	PŻ4	89, obręb Podgóry gmina Kępice

PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 1 PSZENŻYTO	PŻ1	279/1, obręb Osowo gmina Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 2 PSZENŻYTO	PŻ2	279/1, obręb Osowo gmina Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 3 PSZENŻYTO	PŻ3	279/1, obręb Osowo gmina Kępice
PSZENŻYTO OZIME	ZAPRAWA 4 PSZENŻYTO	PŻ4	279/1, obręb Osowo gmina Kępice
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA 1 PSZENICA	PSZ1	62, obręb Rochowo gmina Polanów- Obszar Wiejski
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA2 PSZENICA	PSZ2	62, obręb Rochowo gmina Polanów- Obszar Wiejski
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA 3 PSZENICA	PSZ3	13/1, obręb Warblewo gmina Polanów- Obszar Wiejski
PSZENICA OZIMA	ZAPRAWA 4 PSZENICA	PSZ4	15, obręb Warblewo gmina Polanów- Obszar Wiejski

PSZENICA OZIMA 2023/2024



a) Tributto



b) Tadeus



GROCH 2024



KUKURYDZA 2024





7.1. Ocena kondycji roślin i monitorowanie chorób:

Monitoring chorób w uprawach roślinnych stanowił kluczowy element zarządzania zdrowotnością roślin. W przypadku pszenicy ozimej, pszenżyta, grochu i kukurydzy występowało szereg chorób, na które zwrócono szczególną uwagę.

W przypadku pszenicy ozimej, wśród monitorowanych chorób znalazły się m.in. mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis*), który charakteryzował się białym, puszystym nalotem na liściach, oraz rdza brunatna (*Puccinia recondita*), powodująca żółknięcie liści i tworzenie brązowych plam. Obserwowano również rdzawkę (*Puccinia triticina*), która negatywnie wpływała na efektywnie prowadzone procesy fotosyntezy.

W uprawie pszenżyta monitorowano mączniaka prawdziwego, występującego na liściach, a także zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis*), prowadzącą do gnicia korzeni. Ponadto, zidentyfikowano choroby kłosów (*Fusarium* spp.), która wpływała na jakość ziarna.

W przypadku grochu, antraknoza (*Colletotrichum* spp.) stanowiła problem, objawiający się czarnymi plamami na liściach, a zgorzelową plamistość grochu (*Ascochyta pisi*) powodowała zgniliznę strąków. Również monitorowano mączniaka rzekomego (*Peronospora pisi*), skutkującego żółknięciem liści i osłabieniem roślin.

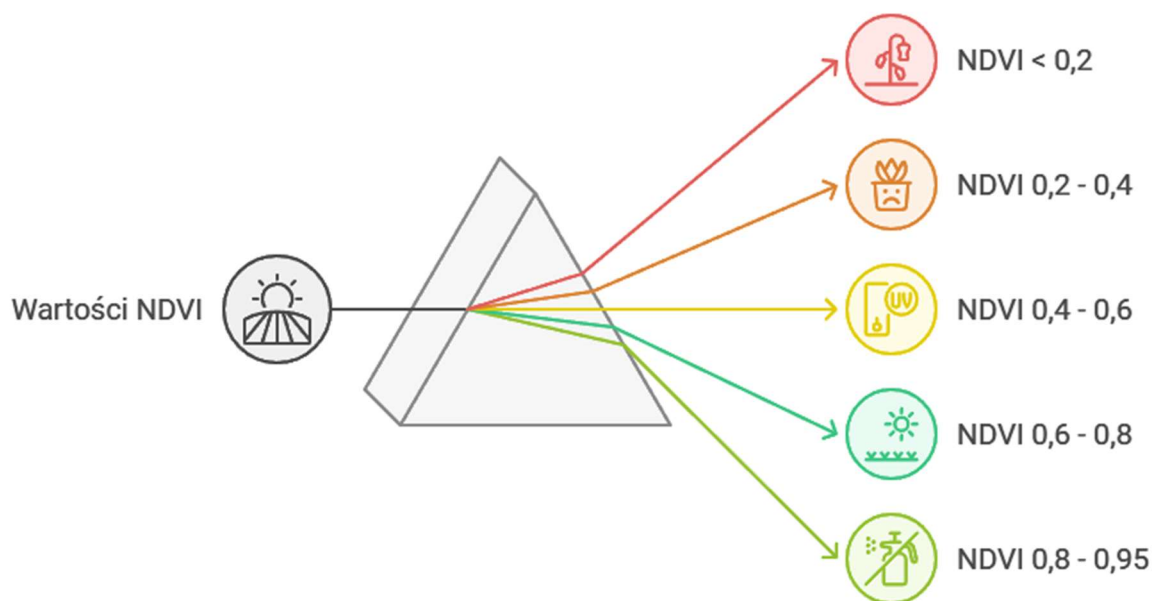
W uprawach kukurydzy zwracano uwagę na zgniliznę korzeni (*Fusarium* spp.), która prowadziła do obumierania roślin. Mączniak (*Zea mays*) osłabiał rośliny poprzez redukcję powierzchni fotosyntezującej, a także stwierdzano występowanie chorób wirusowych, takich jak wirus mozaiki kukurydzy, które miały negatywny wpływ na rozwój roślin.

Ocena kondycji roślin przeprowadzona została z wykorzystaniem wskaźników wegetacyjnych, w szczególności NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Użycie wskaźnika NDVI okazało się istotne w ocenie zdrowia roślin oraz ich kondycji. Wartości NDVI zostały obliczone według wzoru:

$$[\text{NDVI}] = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Zinterpretowano wartości NDVI w kontekście zdrowotności roślin oraz ich fazy wzrostu:

Wizualizacja zdrowotności roślin za pomocą wartości NDVI



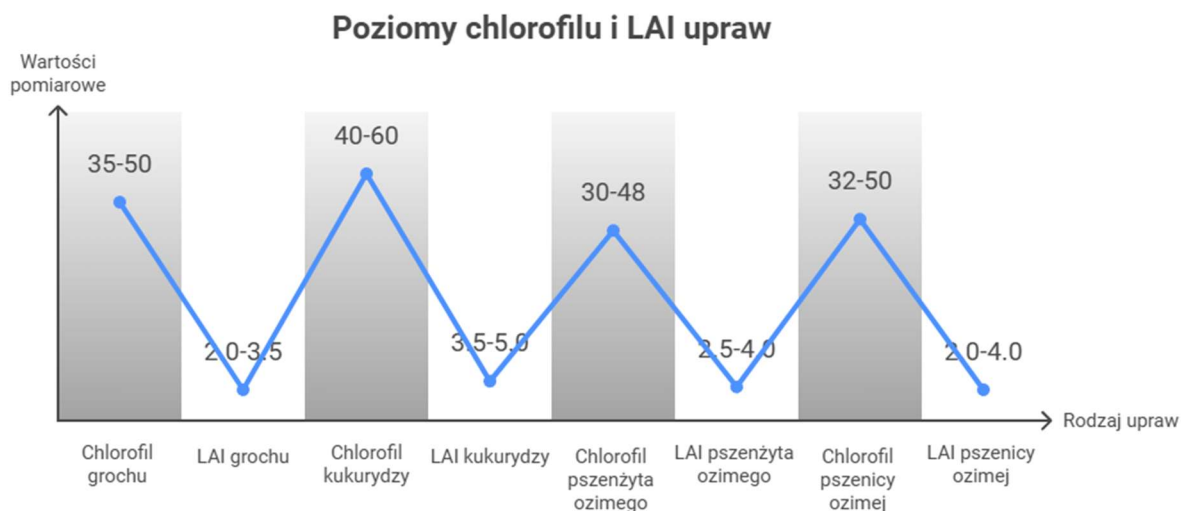
Rysunek 6. Przydatność wartości wskaźnika NDVI w ocenie kondycji roślin

W miarę dojrzewania wartości NDVI wykazywały tendencję do spadku (poniżej 0,5), co mogło wskazywać na zmiany w kondycji zdrowotnej roślin oraz ich przygotowanie do zbioru.

Regularne monitorowanie wartości NDVI, w kontekście oceny zdrowotności roślin oraz fazy ich rozwoju, z pewnością stanowiło kluczowy element skutecznego zarządzania uprawami oraz umożliwiało podejmowanie odpowiednich działań w celu optymalizacji plonów.

W trakcie wegetacji roślin monitorowano również poziom chlorofilu w liściach oraz wartości wskaźnika LAI (*Leaf Area Index*). Poziom chlorofilu jest istotnym wskaźnikiem zdrowia roślin, ponieważ odpowiada za zdolność fotosyntetyczną. Uwaga. Na Rysunku 7 oceny zawartości chlorofilu dokonano w oparciu o wartość SPAD (SPAD to wartość mierzona przy użyciu urządzeń do analizy chlorofilu, które oceniają zawartość chlorofilu w liściach rośliny). LAI to wskaźnik opisujący powierzchnię liści w stosunku do powierzchni gruntu. Mówi o całkowitej powierzchni liści na jednostkę powierzchni gleby. Jednostki – SPAD- w jednostkach, SPAD, LAI- m^2/m^2 .

Przykładowe wartości:



Rysunek 7. Przykładowe, średnie wartości LAI i SPAD dla testowanych upraw

Monitorowanie tych parametrów dostarczało istotnych informacji o kondycji roślin oraz ich zdolności do prowadzenia efektywnej fotosyntezy. Regularna analiza poziomu chlorofilu i LAI stanowiła kluczowy element w zarządzaniu zdrowotnością roślin, co przyczyniało się do lepszego planowania działań agrotechnicznych oraz minimalizacji strat plonów.

7.1.1. Skuteczność fungicydów.

Badanie skuteczności fungicydów w polu stanowi istotny element w zarządzaniu zdrowotnością roślin oraz ochroną przed chorobami grzybowymi. W ramach przeprowadzonych badań skupiono się na ocenie wpływu zastosowanych środków ochrony roślin na występowanie chorób oraz kondycję roślin. Monitorowanie obejmowało różne etapy fenologiczne, co pozwoliło na analizę efektywności działania fungicydów w kontekście zmieniających się warunków atmosferycznych oraz biologicznych.

W trakcie badań pobierano próbki roślin z obszarów, na których zastosowano różne kombinacje fungicydów, a następnie oceniano ich stan zdrowotny oraz poziom infekcji chorobami grzybowymi. Zastosowane metody oceny obejmowały zarówno analizę wizualną, jak i pomiar wskaźników wegetacyjnych, takich jak NDVI, co umożliwiło kompleksową interpretację wyników.

Uzyskane dane dostarczyły informacji na temat efektywności stosowanych fungicydów, co pozwoliło na optymalizację strategii ochrony roślin oraz zwiększenie ich odporności na choroby, przyczyniając się do wyższych plonów i lepszej jakości ziarna. Regularne monitorowanie skuteczności fungicydów w polu stanowiło klucz do efektywnego zarządzania uprawami oraz minimalizacji ryzyka strat spowodowanych chorobami grzybowymi.

7.1.2. Analiza warunków upraw i ich wpływu na zdrowotność roślin.

Krótką charakterystykę warunków pogodowych w miejscowości Podgórze, gmina Kępice:

Sezon wegetacyjny 2022 (jesień):

- Temperatura: W okresie jesieni 2022 odnotowano umiarkowane temperatury, sprzyjające dalszemu wzrostowi roślin po zbiorach.
- Opady: Intensywne opady deszczu miały miejsce, co skutkowało zwiększonym ryzykiem zastoju wody oraz zalania pól. Warunki te mogły prowadzić do rozwoju chorób grzybowych, co stanowiło wyzwanie dla rolników.
- Wilgotność: Wysoka wilgotność powietrza sprzyjała wystąpieniu różnych patogenów oraz komplikowała zbiór plonów.

Rok 2023:

- Wiosna: Na wiosnę 2023 wystąpiły zróżnicowane warunki pogodowe, które w pierwszej części sezonu charakteryzowały się okresami chłodniejszymi z przelotnymi opadami. Umiarkowane temperatury sprzyjały siewom, ale również stwarzały ryzyko spóźnionych rozpoczęć wegetacji.

- Lato: Lato mogło być bardziej suche, co prowadziło do stresu wodnego w uprawach. Utrzymujące się wysokie temperatury zmuszały rolników do zwracania uwagi na nawadnianie. Bardzo trudny zbiór roślin spowodowany intensywnymi opadami deszczu.
- Jesień: Jesień z kolei mogła przynieść zmiany w opadach, co znowu wpłynęło na poziom wilgotności gleby oraz zdrowotność roślin w przygotowaniu do zimy.

Rok 2024:

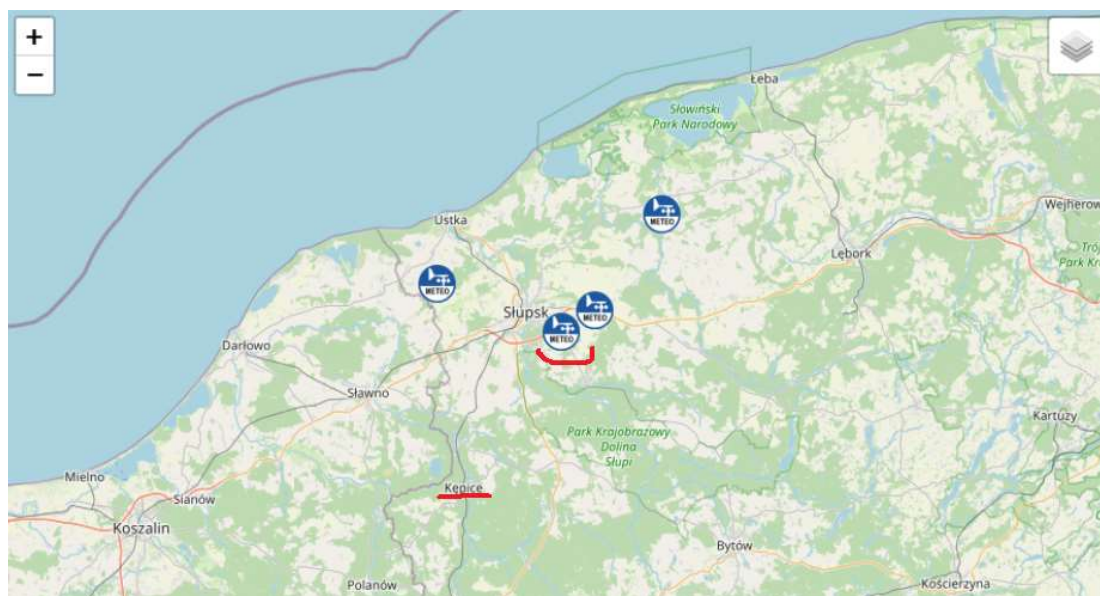
- Wiosna: Warunki wiosenne mogły być chłodniejsze niż w poprzednich latach, co opóźniało rozwój roślin. Większe opady deszczu mogły sprzyjać rozwojowi chorób.
- Lato: Oczekiwano cieplejszych temperatur, co sprzyjało intensywnemu wzrostowi roślin, ale wymagało także monitorowania wilgotności gleb.
- Jesień: Warunki jesień 2024 mogą być podobne do lat wcześniejszych, z ryzykiem wystąpienia intensywnych deszczy, które mogą wpłynąć na przydatność pól do zbioru.

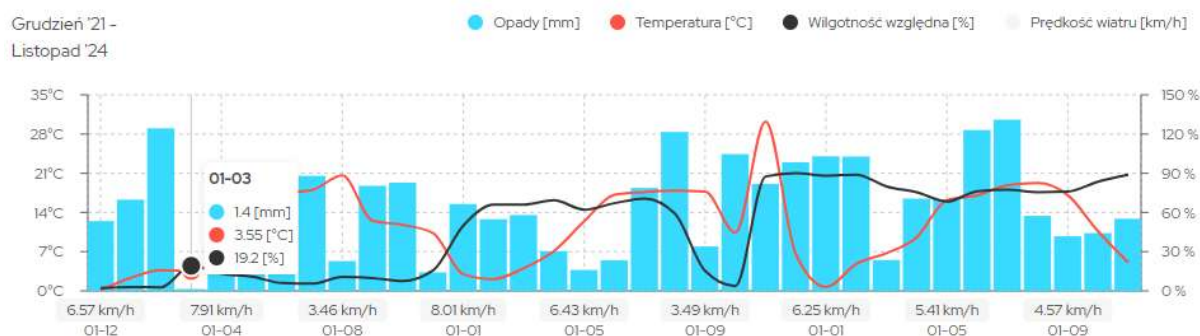
Trudności dla rolnictwa

Uwarunkowania w Podgórach stanowiły wyzwanie dla rolnictwa, szczególnie w kontekście intensyfikacji opadów oraz zmienności temperatur. Zmienności tych warunków sprzyjają chorobom roślin i wymagają dostosowania strategii upraw. Wzrost opadów może prowadzić do gorszej jakości plonów oraz do problemów z ich zbiorem, co w połączeniu z ociepleniem klimatu, stanowiło dodatkowe wyzwanie.

Warunki pogodowe w Podgórach w analizowanych latach pokazały znaczenie lokalnych danych meteorologicznych. W gospodarstwie korzystano ze stacji pogodowej Metos, co umożliwiało dokładne monitorowanie warunków atmosferycznych. Niekiedy korzystano także poglądowo ze stacji należącej do Pomorskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Głobinie, która była częścią systemu EDWIN. System EDWIN (Edukacyjno-Doradcze Wsparcie Innowacji w Rolnictwie) to platforma, która integruje dane meteorologiczne, agrometeorologiczne oraz konsultacyjne, służąca rolnikom do podejmowania świadomych decyzji w zakresie zarządzania uprawami. Częste obserwacje i analizy, takie jak te dostarczane przez systemy meteorologiczne, były kluczowe dla efektywnego zarządzania uprawami, minimalizując ryzyko strat spowodowanych niekorzystnymi warunkami pogodowymi.

Rysunek 8. Lokalizacja terenu badawczego oraz najbliższych stacji pogodowych będących w sieci Edwin.





Rysunek 9. Przebieg danych pogodowych w latach 21-24 dla stacji w sieci Edwin w najbliższym sąsiedztwie Podgór

Warunki glebowe w okolicach Podgór, gmina Kępice

W regionie dominują gleby piaszczyste, które charakteryzują się dobrą przepuszczalnością, ale jednocześnie mają ograniczoną zdolność do zatrzymywania wody. Takie gleby mogą powodować szybkie suszenie się roślin w okresach niskich opadów. Gleby piaszczyste mogą być ubogie w składniki odżywcze, co często wymaga intensywnego nawożenia, aby wspierać uprawy. Regularne badania glebowe są kluczowe dla dostosowania programu nawożenia. Gleby piaszczyste w regionie mogą mieć różne wartości pH, ale często są lekko kwaśne. Utrzymanie optymalnego pH jest ważne dla przyswajalności składników pokarmowych. Gleby piaszczyste najlepiej nadają się do upraw takich jak zboża i rośliny strączkowe, ale mogą być mniej odpowiednie dla roślin wymagających większej wilgotności gleby. Gleby w regionie cechują się wyższym ryzykiem występowania suszy, co wymaga od rolników monitorowania poziomu wilgotności i zarządzania nawadnianiem. Okolice Podgór z glebami piaszczystymi wymagają specyficznych metod upraw i zarządzania glebą, aby zminimalizować skutki niskiej zawartości wody i składników odżywczych oraz zapewnić zdrowy rozwój roślin.

8. Badania plonu końcowego

Badanie plonu końcowego w kontekście właściwości zapraw nasiennych stanowiło istotny element oceny ogólnej efektywności przeprowadzonych działań agronomicznych. Zaprawy nasienne, które zostały zaaplikowane na nasiona przed siewem, miały na celu przede wszystkim ochronę przed chorobami oraz wspieranie wczesnego wzrostu roślin poprzez dostarczanie niezbędnych składników odżywczych.

Skuteczność zapraw nasiennych

Przeprowadzone badania plonu końcowego pozwoliły na ocenę, w jakim stopniu zaprawy przyczyniły się do poprawy zdrowotności roślin oraz ich wzrostu. Wysoki plon końcowy sugerował, że zastosowane zaprawy nasienne były skuteczne w ochronie nasion przed patogenami oraz minimalizowały ryzyko wystąpienia chorób w okresie wzrostu.

Analiza wpływu różnych formuł

Porównując plon końcowy dla różnych kombinacji zapraw nasiennych, możliwe było określenie, które składniki zaprawy były najbardziej efektywne. Takie badania dostarczyły informacji nie tylko o skuteczności zapraw, ale także o ich wpływie na dynamikę wzrostu, co było niezbędne dla przyszłych innowacji w technologii uprawy.

Zarządzanie uprawami

Wyniki badania plonów końcowych w połączeniu z analizą właściwości zapraw nasiennych stanowiły bazę dla rolników do podejmowania bardziej świadomych decyzji dotyczących doboru odpowiednich technologii i środków ochrony roślin w kolejnych sezonach.

Zrównoważony rozwój

Ulepszone zaprawy nasienne, które były badane w kontekście plonów końcowych, mogły przyczynić się do zmniejszenia zużycia chemicznych środków ochrony roślin. To z kolei miało pozytywny wpływ na środowisko oraz zdrowie roślin, co było istotnym aspektem w kontekście zrównoważonego rozwoju w rolnictwie.

Badanie plonów końcowych w kontekście właściwości zapraw nasiennych dostarczyło niezbędnych informacji, które miały wpływ na strategię zarządzania uprawami oraz innowacje w technologii rolniczej, przyczyniając się do optymalizacji plonów oraz jakości produktów rolnych.

8.1 Próbkowanie

Aby wybrać odpowiednie miejsca do pobierania finalnych, reprezentatywnych prób na polu, konieczne było systematyczne gromadzenie danych dotyczących kondycji roślin podczas sezonu wegetacyjnego. W związku z tym prowadzono bieżące analizy wskaźników wegetacji, głównie koncentrując się na wskaźniku NDVI. Wykorzystano oprogramowanie Fields Pix4D do generowania map NDVI dla różnych terminów sezonu, które odpowiadały kluczowym etapom fenologicznym według skali BBCH. Zastosowanie oprogramowania GIS umożliwiło wyznaczanie precyzyjnych punktów (współrzędnych) i nawigowanie zespołu na polu przy użyciu GPS poletkowych. Taki systemowy i metodyczny sposób prowadzenia prób zapewnił reprezentatywność pobieranych próbek, co miało kluczowe znaczenie dla jakości oraz rzetelności wyników dalszych badań

Dla zapewnienia reprezentatywności próbek ustalono, że na każde 4 ha upraw przypadała jedna próba plonu. Punkty pobierania próbek wybierano na podstawie optymalnych wartości NDVI, co pozwoliło na identyfikację najbardziej odpowiednich obszarów do badań.

Próbą badawczą była próbka roślin pobrana z 1 m², w przypadku kukurydzy próbka została pobrana z 1,33 m (przeliczone na 1 m²), a zbiór odbywał się w fazie dojrzałości pełnej. W każdej z próbek dokładnie policzono liczbę kłosów, strąków lub kolb na powierzchni 1 m². Następnie próbki wymłócono przy użyciu minikombajnu Minibat, a pozyskane ziarno poddano dalszym analizom, w tym określeniu plonu ilościowego i jakościowego.

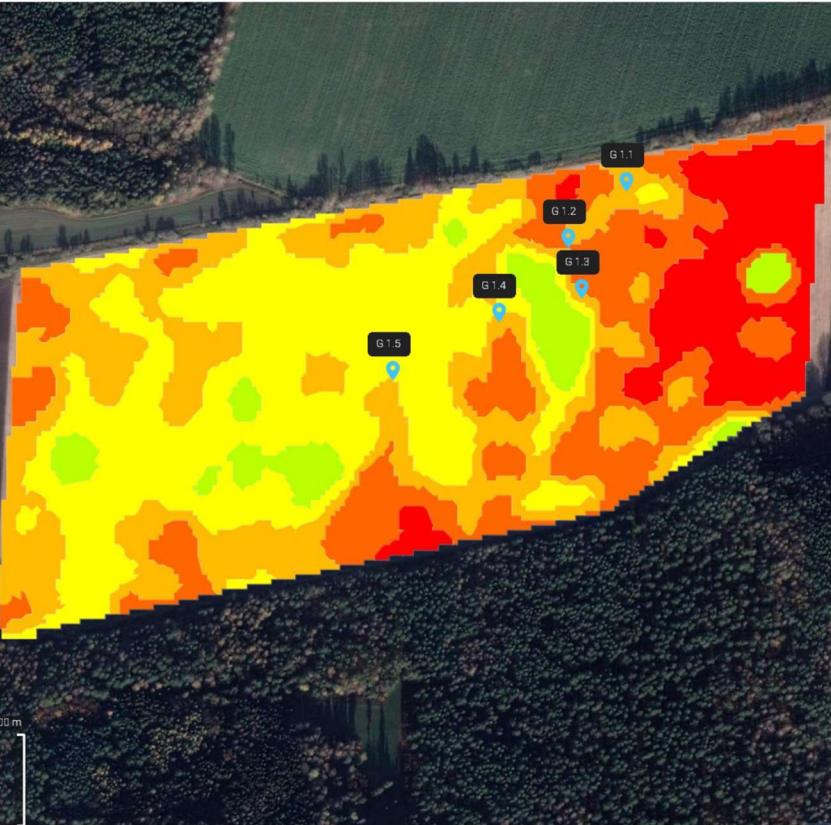
Tabela 8. Schemat pobierania próbek dla różnych gatunków roślin w latach 2023-2024, wraz z kombinacjami doświadczalnymi oraz szczegółowym oznakowaniem prób:

Rok badań	Gatunek	Kombinacja doświadczalna	Oznakowanie prób	Liczba pobranych prób dla kombinacji	Liczba pobranych prób dla kombinacji
2023	Pszenica ozima	1	PSZ1	PSZ1.1; PSZ 1.2; PSZ 1.3; PSZ 1.4; PSZ 1.5	5
		2	PSZ2	PSZ2.1; PSZ 2.2; PSZ 2.3; PSZ 2.4; PSZ 2.5	5
		3	PSZ3	PSZ3.1; PSZ 3.2; PSZ 3.3; PSZ 3.4; PSZ 3.5	5
		4	PSZ4	PSZ4.1; PSZ 4.2; PSZ 4.3; PSZ 4.4; PSZ 4.5	5
	Pszenżyto ozime	1	PŻ1	PŻ1.1; PŻ 1.2; PŻ 1.3; PŻ 1.4; PŻ 1.5	5
		2	PŻ2	PŻ2.1; PŻ 2.2; PŻ 2.3; PŻ 2.4; PŻ 2.5	5
		3	PŻ3	PŻ3.1; PŻ 3.2; PŻ 3.3; PŻ 3.4; PŻ 3.5	5

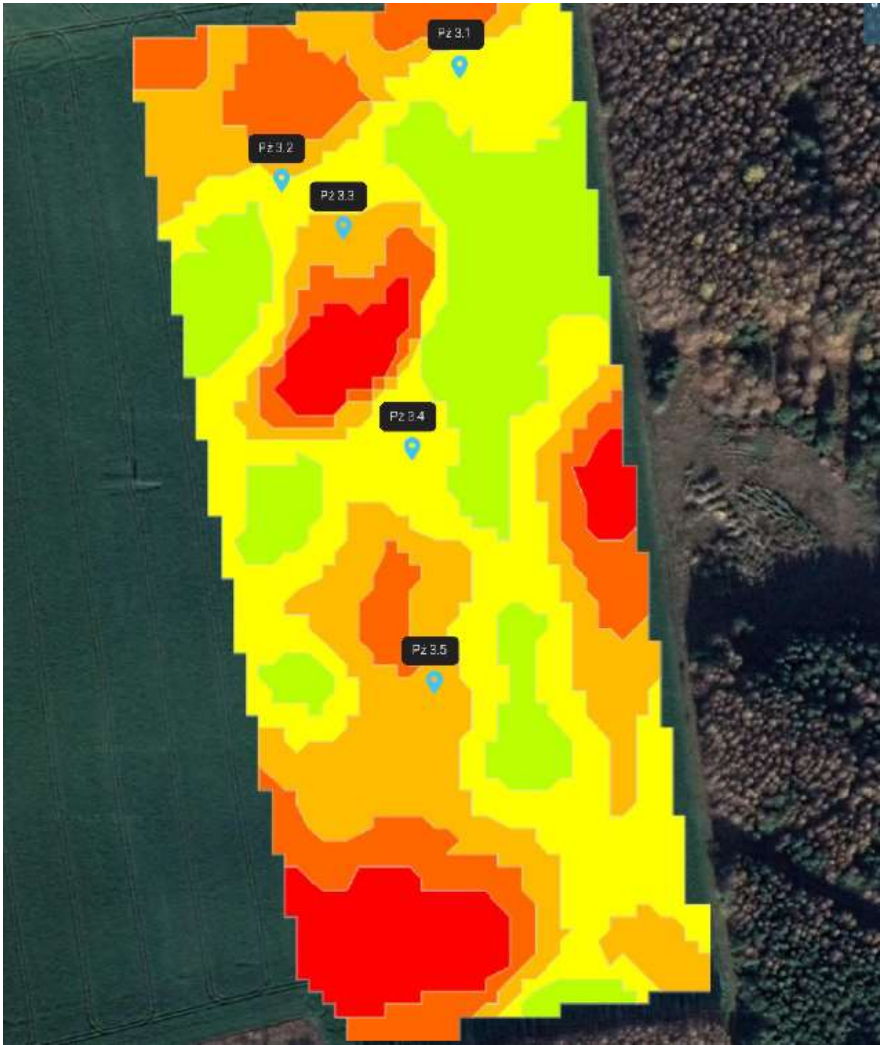
		4	PŻ4	PŻ4.1; PŻ 4.2; PŻ 4.3; PŻ 4.4; PŻ 4.5	5
	Groch	1	GG1	GG 1.1-1.3	3
			GG4	GG 4.1-4.3	3
			GG5	GG 5.1-5.3	3
			GG2	GG2.1- 2.3	3
			GG3	GG3.1-3.5	5
			GG6	GG6.1-6.5	5
	Kukurydza	1	KK1	KK 1.1.-1.5	5
			KK2	KK 2.1-2.2	2
			KK3	KK 3.1-3.3	3
			KK4	KK 4.1- 4.2	2
		2	KK5	KK 5.1-5.3	3
			KK6	KK 6.1-6.2	2
			KK7	KK 7.1-7.5	5
			KK8	KK 8.1-8.3	3
			KK9	KK 9.1-9.2	2
			KK10	KK 10.1-10.3	3
		3	KK11	KK11.1-11.3	3
			KK12	KK12.1-12.5	5
2024	Pszenica ozima	1	PSZ1	PSZ1.1; PSZ 1.2; PSZ 1.3; PSZ 1.4; PSZ 1.5	5
		2	PSZ2	PSZ2.1; PSZ 2.2; PSZ 2.3; PSZ 2.4; PSZ 2.5	5
		3	PSZ3	PSZ3.1; PSZ 3.2; PSZ 3.3; PSZ 3.4; PSZ 3.5	5
		4	PSZ4	PSZ4.1; PSZ 4.2; PSZ 4.3; PSZ 4.4; PSZ 4.5	5
	Pszenżyto ozime (Tadeus)	1	PŻ1	PŻ1.1; PŻ 1.2; PŻ 1.3; PŻ 1.4; PŻ 1.5	5
		2	PŻ2	PŻ2.1; PŻ 2.2; PŻ 2.3; PŻ 2.4; PŻ 2.5	5
		3	PŻ3	PŻ3.1; PŻ 3.2; PŻ 3.3; PŻ 3.4; PŻ 3.5	5
		4	PŻ4	PŻ4.1; PŻ 4.2; PŻ 4.3; PŻ 4.4; PŻ 4.5	5
	Pszenżyto ozime (Tributto)	1	PŻ TB1	PŻ TB1.1; PŻ TB 1.2; PŻ TB 1.3; PŻ TB 1.4; PŻ TB 1.5	5
		2	PŻ TB2	PŻ TB 2.1; PŻ TB 2.2; PŻ TB 2.3; PŻ TB 2.4; PŻ TB 2.5	5
		3	PŻ TB3	PŻ TB 3.1; PŻ TB 3.2; PŻ TB 3.3; PŻ TB 3.4; PŻ TB3.5	5
		4	PŻ TB4	PŻ TB 4.1; PŻ TB 4.2; PŻ TB 4.3; PŻ TB 4.4; PŻ TB 4.5	5

	Groch	1	GM 1	G 1.1.-1.7	7
			GA2a	GA2a 1.1-1.2	2
			GA2b	GA2b 1.1-1.2	2
			GA2c	GA2c 1.1-1.2	2
			GA2d	GA2d 1.1-1.2	2
			GA2e	GA2e	1
			GA2f	GA2f 1.1-1.2	2
			GA2g	GA2g	1
			GA2h	GA2h 1.1-1.2	2
	Kukurydza	1	K1	K 1.1-1.5	5
				KB1.1-1.5	5
		2	K2	K 2.1-2.10	10
		3	K3	KB1.1-1.5	5

Poniżej przedstawiono przykładowe mapy NDVI pozwalające na oszacowanie miejsc próbkowania:



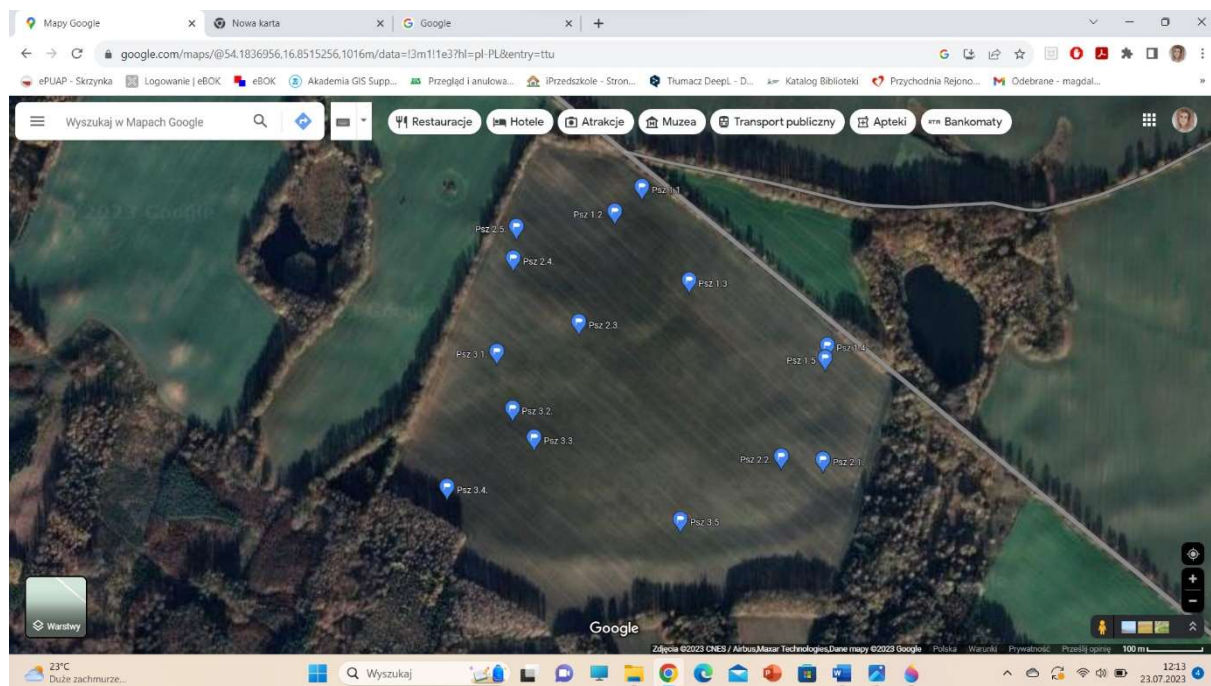
Miejsca poboru prób plonu dla uprawy grochu (2024). Obrazowanie z dnia 22.07.2024



Miejsca poboru prób plonu dla uprawy pszenżyta odmiana Tributto. Obraz z dnia 22.07.2024

Tabela 9. Wykaz współrzędnych geograficznych – lokalizacja prób do poboru na polu. Przykład dla pszenicy ozimej 2024.

Punkt	Wsp. Y	Wsp. X	Oznaczenie na etykiecie
Psz 1.1	54.1381584	16.7685217	Psz 1.1
Psz 1.2	54.1380144	16.7686523	Psz 1.2
Psz 1.3	54.1379378	16.7693671	Psz 1.3
Psz 1.4	54.1373390	16.7694516	Psz 1.4
Psz 1.5	54.1363980	16.7688137	Psz 1.5
Psz 2.1	54.1376151	16.7625423	Psz 2.1
Psz 2.2	54.1374950	16.7625423	Psz 2.2
Psz 2.3	54.1369598	16.7627686	Psz 2.3
Psz 2.4	54.1367672	16.7630503	Psz 2.4
Psz 2.5	54.1364545	16.7642585	Psz 2.5
Psz 3.1	54.1371723	16.7337022	Psz 3.1
Psz 3.2	54.1368831	16.7341443	Psz 3.2
Psz 3.3	54.1367320	16.7341590	Psz 3.3
Psz 3.4	54.1363350	16.7339748	Psz 3.4
Psz 3.5	54.1359638	16.7340559	Psz 3.5
Psz 4.1	54.1362645	16.7323409	Psz 4.1
Psz 4.2	54.1359265	16.7318695	Psz 4.2
Psz 4.3	54.1357327	16.7319188	Psz 4.3
Psz 4.4	54.1353288	16.7318906	Psz 4.4
Psz 4.5	54.1347558	16.7315811	Psz 4.5



Rysunek 10. Zestawienie punktów do poboru na polu pszenicy ozimej. Przykład dla roku 2023.



Fotografia 24. Pobór prób plonu. 2023



Fotografia 25. Pobór prób plonu. 2023 cd.



Fotografia 26. Pobór prób plonu. 2023 cd.



Fotografia 26. Pobór prób plonu. 2023 cd.



Fotografia 27. Ocena parametrów jakościowych nasion



Fotografia 28. Ocena parametrów jakościowych nasion cd.



Fotografia 29. Zestaw do omłotu materiału roślinnego



Fotografia 30. Nawigowanie zespołu w terenie



Fotografia 31. Próbkowanie 2024



Fotografia 32. Próbkowanie 2024 cd.



Fotografia 33 i 34. Oznaczanie składowych plonu



Fotografia 35. Omlot pszenżyta 2024



Fotografia 36. Określanie MTN grochu



Fotografia 37. Pobór prób kukurydzy 2024



Fotografia 38. Pobór prób kukurydzy 2024. Zdolność kiełkowania



Fotografia 39. Określanie parametrów jakościowych kukurydzy



Fotografia 40. Omlot kukurydzy



Fotografia 41. Określanie parametrów jakościowych kukurydzy



Fotografia 42 i 43. Test wilgotności ziarna kukurydzy



8.2. Analiza ilości i jakości plonu

Analiza ilości jakości plonu w ujęciu ilościowym i jakościowym jest kluczowym elementem w ocenie efektywności produkcji rolniczej oraz wpływu różnych czynników na plony. Poniżej przedstawiono najważniejsze aspekty obu ujęć.

W analizie składowych plonu określono kilka kluczowych parametrów, które miały istotny wpływ na plon ilościowy.

- obsada roślin: określono liczbę roślin na jednostkę powierzchni, zwykle w jednostkach na m². Odpowiednia obsada roślin była kluczowa dla maksymalizacji plonów, ponieważ wpływała na konkurencję o światło, wodę oraz składniki odżywcze.
- liczba kłosów/strąków na 1 m²: przeanalizowano również liczbę kłosów (w przypadku zbóż) lub strąków (w przypadku roślin strączkowych) lub kolb na m². Wyższa liczba kłosów, kolb lub strąków zazwyczaj przekładała się na potencjalnie wyższy plon.
- masa tysiąca ziarniaków/nasion (MTZ/MTN): pomiar MTZ/MTN umożliwił ocenę średniej masy ziarniaków danej rośliny. Zwiększenie MTZ/MTN mogło wskazywać na lepsze warunki wzrostu.
- plon ilościowy: ostatecznie, zbadano plon ilościowy, który był wyrażany w tonach na hektar. Stanowił on kluczowy wskaźnik efektywności produkcji rolniczej.

Przeliczenia dla kukurydzy. W przypadku kukurydzy, dokonano przeliczenia długości roślin w metrach bieżących (mb) na jednostkę powierzchni m², co pozwoliło na dokładniejsze określenie obsady i potencjału plonotwórczego.

Po wykonaniu pomiaru wilgotności dla każdej próby reprezentatywnej, plon końcowy oraz MTZ/MTN określono w przeliczeniu na 14% wilgotności dla zbóż i kukurydzy. Dla strączkowych było to 15%. Przeliczenia MTZ/MTN wykonano zgodnie z obowiązującą metodyką prowadzenia doświadczeń WGO zbóż i strączkowych COBORU (rysunek 10):

$$a = \frac{b \times (100 - x)}{85} \quad (g)$$

a - masa tysiąca nasion przy zawartości wody 15%

b - masa tysiąca nasion przy aktualnej zawartości wody w nasionach (g)

x - aktualna zawartość wody w nasionach w procentach.

Rysunek 11. Wzór na przeliczenie MTN dla wilgotności 15% na podstawie metodyki dla prowadzenia doświadczeń WGO roślin strączkowych COBORU.

Przeprowadzone analizy dostarczyły kompleksowego wglądu w efektywność uprawy i pomogły w podejmowaniu decyzji dotyczących agrotechniki oraz zarządzania uprawami.

Znajomość jakości plonu zbóż, grochu i kukurydzy jest kluczowa dla efektywności produkcji rolniczej, podejmowania decyzji agrotechnicznych oraz zaspokajania potrzeb rynku. Poniżej przedstawione są główne powody znaczenia jakości plonu dla tych upraw, a także istotne parametry oraz sposoby ich interpretacji.

Znaczenie Jakości Plonu

- wartość rynkowa: jakość plonów decyduje o cenie, jaką można uzyskać na rynku. Zboża, groch i kukurydza o wyższej jakości zazwyczaj generują wyższe przychody, co zwiększa dochody rolników.
- zastosowania przemysłowe: różne klasy jakościowe tych produktów determinują ich wykorzystanie w różnych sektorach. Na przykład, zboża o wysokiej zawartości białka są bardziej pożądane w paszownikach, groch o dobrej jakości odgrywa rolę w produktach żywnościowych, a kukurydza o odpowiednich parametrach jest wykorzystywana w przemyśle spożywczym i bioenergetycznym.
- bezpieczeństwo żywności: wysoka jakość plonów jest istotna dla zapewnienia zdrowej żywności. Produkty o lepszych parametrach charakteryzują się niższą zawartością zanieczyszczeń oraz patogenów, co zwiększa bezpieczeństwo konsumentów.

- decyzje agronomiczne: analiza jakości plonów pozwala na ocenę skuteczności stosowanych praktyk agrotechnicznych oraz wpływu warunków środowiskowych. Umożliwia to wprowadzanie odpowiednich zmian, które podnoszą jakość w przyszłych uprawach.

Istotne parametry jakości i ich interpretacja

Tabela 10. Parametry jakościowe ziarna dla pszenicy, pszenżyta, grochu i kukurydzy

Gatunek	Parametr	Pożądana Wartość
Pszenica	Zawartość białka	12-15%
	Gęstość ziarna	76-84 kg/hl
	Masa tysiąca ziaren	60-70 g
	Liczba opadania	250-450 s
	Skrobia	60-70%
Pszenżyto	Zawartość białka	12-14%
	Gęstość ziarna	72-82 kg/hl
	Masa tysiąca ziaren	55-65 g
	Liczba opadania	220-400 s
	Skrobia	60-68%
Groch	Zawartość białka	20-25%
	Gęstość ziarna	70-80 kg/hl
	Masa tysiąca ziaren	250-300 g
	Liczba opadania	N/A
	Skrobia	40-50%
Kukurydza	Zawartość białka	8-10%
	Gęstość ziarna	70-80 kg/hl
	Masa tysiąca ziaren	300-350 g
	Liczba opadania	N/A
	Skrobia	60-75%

N/A- nie określa się

Procentowa Zawartość Białka

Zawartość białka w zbożach i grochu jest kluczowym wskaźnikiem jakości, determinującym ich wykorzystanie w przemyśle młynarskim oraz produkcji pasz. Pożądane wartości zależą od gatunku i przeznaczenia. W przypadku grochu, białko znacząco wpływa na jego wartość odżywczą.

Gęstość Ziarna

Gęstość ziarna, czyli masa objętościowa, jest istotnym parametrem jakościowym. Wysoka gęstość ziarna oznacza lepszą jakość technologiczną i właściwości pieczenia oraz zwiększa odporność na uszkodzenia przy przechowywaniu. Wyższa gęstość ziarna pszenicy i pszenżyta wskazuje na lepsze parametry paszowe, natomiast gęstość grochu jest istotna w produkcji mąki grochowej.

Liczba Opadania Hagberga

Liczba opadania jest ważnym wskaźnikiem, który ocenia jakość ziarna pszenicy i pszenżyta. Wyższa wartość może sugerować lepsze właściwości wypiekowe, związane z wyższym poziomem glutenu. Liczba opadania informuje także o dojrzałości ziarna; ziarna uszkodzone mają niższe wartości. Stabilność ziarna, mierzona tym parametrem, jest istotna dla dłuższego przechowywania.

Zawartość Skrobi w Kukurydzy

Zawartość skrobi w kukurydzy wynosi od 60% do 75% masy suchej, co czyni ją głównym źródłem energii zarówno dla ludzi, jak i zwierząt. Wysoka zawartość skrobi jest korzystna w przemyśle przetwórczym i produkcji pasz, zwiększając wartość energetyczną kukurydzy, co jest istotne dla hodowli zwierząt i przemysłu spożywczego.

Zrozumienie wartości i interpretacji ww. parametrów jest kluczowe dla monitorowania jakości zbóż i grochu, co przyczynia się do efektywności produkcji oraz optymalizacji zastosowania w różnych gałęziach przemysłu.

Poniżej przedstawiono zestawienie sprzętu oraz metodyki wykorzystane do oznaczenia podstawowych parametrów ilości i jakości plonu zbóż i grochu.

Tabela 11. Parametry ilościowe i jakościowe zbóż i grochu: urządzenia i normy

Parametr ilościowy lub jakościowy	Urządzenie/ metoda/ norma
MTZ / MTZ	Licznik ziaren, spełnia wymogi normy PN-68/12-74017
Wilgotność nasion/ziarna	Wilgotnościomierz HE50
Plon (zboża + groch)	Waga laboratoryjna
Plon kukurydza	Wagosuszarka Axis BTS110
Białko	Spektrometr NIR (PN-EN 15161)
Gęstość ziarna/ nasion	Gęstościomierz manualny z wagą Graintube
Liczba opadania Hagberga	Analizator Hagberg (PN-EN 13080:2002)
Skrobia (kukurydza)	Zawartość skrobi z obliczeń wg. PN-A-82100:1985

8.3. Wyniki analiz.

W tabelach 12-15 przedstawiono podstawowe statystyki opisowe dla pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego, grochu i kukurydzy (średnio dla gatunku oraz w każdym z badanych lat).

Interpretacja wybranych parametrów z tabel 12-15

Statystyki opisowe dostarczają cennych informacji o jakości danych, ich rozkładzie oraz zmienności, co jest kluczowe dla przeprowadzania rzetelnych analiz.

Objaśnienia poszczególnych terminów statystycznych, które mogą być zastosowane w analizie danych:

Średnia

Średnia arytmetyczna to suma wszystkich wartości podzielona przez liczbę wartości. Jest to jeden z podstawowych wskaźników tendencji centralnej.

Umożliwia ocenę przeciętnej wartości w zbiorze danych.

Mediana

Mediana to wartość środkowa w uporządkowanym zbiorze danych. Dzieli dane na dwie równe części — połowa wartości jest niższa, a połowa wyższa od mediany.

Jest mniej wrażliwa na wartości skrajne niż średnia, co czyni ją użyteczną w przypadku rozkładów asymetrycznych.

Minimum

Minimum to najniższa wartość w zbiorze danych.

Umożliwia zrozumienie zakresu danych oraz identyfikację najniższych osiągniętych wyników.

Maksimum

Maksimum to najwyższa wartość w zbiorze danych.

Umożliwia określenie górnej granicy danych oraz identyfikację najwyższych osiągniętych wyników.

Wariancja

Wariancja mierzy rozproszenie wartości w zbiorze danych wokół średniej. Oblicza się ją poprzez średnią kwadratów różnic między wartościami a ich średnią.

Umożliwia ocenę, jak bardzo wartości są rozproszone. Wyższa wariancja oznacza większe zróżnicowanie danych.

Odchylenie Standardowe

Odchylenie standardowe to pierwiastek kwadratowy z wariancji. Mierzy, jak bardzo wartości w zbiorze różnią się od średniej.

Umożliwia zrozumienie zmienności danych w bardziej bezpośredni sposób. Niższe odchylenie standardowe oznacza, że wartości są bardziej skupione wokół średniej.

Współczynnik Zmienności (Wsp.zmn.)

Współczynnik zmienności to stosunek odchylenia standardowego do średniej, wyrażony w procentach. Służy do porównywania zmienności między różnymi zbiorami danych.

Umożliwia ocenę względnej zmienności danych. Przydatny, gdy dane mają różne jednostki lub różne średnie.

Standardowy Błąd

Standardowy błąd to odchylenie standardowe podzielone przez pierwiastek kwadratowy z liczby próbek. Mierzy dokładność oszacowania średniej na podstawie próby.

Umożliwia ocenę, jak blisko średnia próby może być do średniej populacji. Umożliwia także obliczanie przedziałów ufności.



Rysunek 12. Najważniejsze informacje o miarach statystyki opisowej

Tabela 12. Ocena zmienności parametrów pszenicy na podstawie statystyk opisowych

Zmienna zależna	Parametr							
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Wariancja	Odch.std	Wsp.zmn.	Standard błąd.
Pszenica ozima ogółem								
Plon (t/ha)	7,26	6,96	4,24	12,17	4,36	2,09	28,74	0,33
Obsada (szt/m²)	393,63	380,5	259	532	3814,5	61,76	15,69	9,77
MTN (g)	46,98	46,16	39,67	55,48	14,94	3,86	8,23	0,61
Białko (%)	12,5	12,3	9,80	14,80	1,68	1,29	10,36	0,2
Gęstość (kg/hl)	73,75	74,15	64,60	79,30	11,54	3,4	4,61	0,54
Liczba opadania (s)	298,05	331,00	90,00	410,00	9291,95	96,39	32,34	15,24
2023								
Plon (t/ha)	8,81	8,92	4,94	12,17	3,06	1,75	19,85	0,39
Obsada (szt/m²)	432,90	447,00	328,00	532,00	3105,88	55,73	12,87	12,46

MTN (g)	49,43	49,07	42,47	55,48	13,47	3,67	7,43	0,82
Białko (%)	12,95	13,65	9,80	14,80	2,88	1,70	13,11	0,38
Gęstość (kg/hl)	75,51	76,15	69,30	79,30	9,35	3,06	4,05	0,68
Liczba opadania (s)	222,10	241,50	90,00	312,00	6693,15	81,81	36,84	18,29
2024								
Plon (t/ha)	5,72	5,67	4,24	7,69	0,85	0,92	16,09	0,21
Obsada (szt/m ²)	354,35	355,00	259,00	449,00	1476,45	38,42	10,84	8,59
MTN (g)	44,54	44,41	39,67	49,83	4,58	2,14	4,81	0,48
Białko (%)	12,05	12,15	11,30	12,80	0,14	0,37	3,05	0,08
Gęstość (kg/hl)	71,99	72,50	64,60	75,80	7,79	2,79	3,88	0,62
Liczba opadania (s)	374,00	375,00	350,00	410,00	235,79	15,36	4,11	3,43

Tabela 13. Ocena zmienności parametrów pszenżyta na podstawie statystyk opisowych

Zmienna zależna	Parametr							
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Wariancja	Odch.std	Wsp.zmn.	Standard.błąd
Pszenżyto ozime ogółem								
Plon (t/ha)	10,23	10,53	5,01	12,99	3,84	1,96	19,14	0,22
Obsada (szt/m ²)	454,85	479,00	262,00	598,00	6814,66	82,55	18,15	9,23
MTN (g)	53,19	54,16	45,41	59,03	16,03	4,00	7,53	0,45
Białko (%)	10,39	10,40	9,30	11,10	0,18	0,42	4,07	0,05
Gęstość (kg/hl)	68,85	70,20	59,20	74,80	11,27	3,36	4,88	0,38
Liczba opadania (s)	136,29	120,00	85,00	220,00	1996,87	44,69	32,79	5,00
2023								
Plon (t/ha)	11,60	11,76	9,64	12,99	1,01	1,00	8,66	0,16
Obsada (szt/m ²)	473,18	483,00	382,00	534,00	1330,87	36,48	7,71	5,77
MTN (g)	55,85	55,63	50,58	59,03	5,92	2,43	4,36	0,38
Białko (%)	10,31	10,30	9,50	10,90	0,15	0,38	3,74	0,06
Gęstość (kg/hl)	70,78	70,90	68,90	72,30	0,77	0,88	1,24	0,14
Liczba opadania (s)	96,83	97,50	85,00	110,00	56,20	7,50	7,74	1,19
2024								
Plon (t/ha)	8,87	8,82	5,01	12,93	2,93	1,71	19,30	0,27
Obsada (szt/m ²)	436,53	437,50	262,00	598,00	11784,36	108,56	24,87	17,16
MTN (g)	50,54	50,27	45,41	57,35	12,08	3,48	6,88	0,55
Białko (%)	10,47	10,60	9,30	11,10	0,20	0,45	4,27	0,07
Gęstość (kg/hl)	66,93	66,20	59,20	74,80	14,48	3,81	5,69	0,60
Liczba opadania (s)	175,75	175,00	130,00	220,00	794,29	28,18	16,04	4,46

Tabela 14. Ocena zmienności parametrów grochu na podstawie statystyk opisowych

Zmienna zależna	Parametry							
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Wariancja	Odch.std	Wsp.zmn.	Standard.błąd
Groch ogółem								
Plon (t/ha)	6,75	6,59	4,10	13,74	2,76	1,66	24,61	0,25
Obsada (szt/m ²)	79,28	78,78	39,00	117,00	259,44	16,11	20,32	2,46

MTN (g)	279,90	281,33	212,63	359,11	1035,66	32,18	11,50	4,91
Białko (%)	21,40	21,90	18,20	26,30	2,95	1,72	8,03	0,26
Gęstość (kg/hl)	79,97	78,60	73,60	88,30	15,32	3,91	4,89	0,60
2023								
Plon (t/ha)	7,15	6,85	4,12	13,74	4,43	2,10	29,42	0,45
Obsada (szt/m ²)	76,32	76,00	39,00	117,00	350,51	18,72	24,53	3,99
MTN (g)	268,10	259,44	212,63	359,11	1441,21	37,96	14,16	8,09
Białko (%)	21,62	21,95	18,20	26,30	3,90	1,98	9,13	0,42
Gęstość (kg/hl)	76,91	77,20	73,60	79,60	2,67	1,63	2,13	0,35
2024								
Plon (t/ha)	6,32	6,32	4,10	7,54	0,77	0,87	13,84	0,19
Obsada (szt/m ²)	82,39	80,67	57,44	100,00	156,97	12,53	15,21	2,73
MTN (g)	292,26	293,70	258,31	330,45	348,04	18,66	6,38	4,07
Białko (%)	21,16	21,90	18,90	22,60	1,99	1,41	6,66	0,31
Gęstość (kg/hl)	83,18	83,40	76,40	88,30	8,26	2,87	3,46	0,63

Tabela 15. Ocena zmienności parametrów kukurydzy na podstawie statystyk opisowych

Zmienna zależna	Parametry							
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Wariancja	Odch.std	Wsp.zmn.	Standard.błąd
Ogółem dla kukurydzy								
Plon (t/ha)	14,92	14,83	9,11	24,38	6,07	2,46	16,52	0,30
Obsada (szt/m ²)	8,84	9,00	5,00	14,00	3,33	1,83	20,65	0,22
MTN (g)	306,76	305,84	223,95	361,69	798,17	28,252	9,20	3,42
Skrobia (g/100g)	58,28	58,93	18,00	69,54	56,88	7,54	12,94	1,22
2023								
Plon (t/ha)	14,60	14,55	9,11	24,38	8,08	2,84	19,47	0,46
Obsada (szt/m ²)	8,08	8,00	5,00	11,00	2,07	1,44	17,83	0,23
MTN (g)	291,14	287,87	223,95	342,93	561,04	23,68	8,13	3,84
Skrobia (g/100g)	58,28	58,93	18,00	69,54	56,88	7,54	12,94	1,22
2024								
Plon (t/ha)	15,31	15,65	11,30	18,86	3,43	1,85	12,09	0,34
Obsada (szt/m ²)	9,80	9,00	7,00	14,00	3,34	1,83	18,64	0,33
MTN (g)	326,55	324,20	291,54	361,69	403,53	20,09	6,15	3,67
Skrobia (g/100g)	61,34	62,09	57,23	65,23	6,42	2,53	4,13	0,46

Analiza danych rolniczych jest złożonym procesem, który po pierwsze wymaga starannego zbierania odpowiednich informacji. Kluczowymi danymi mogą być plony, jakość gleby, warunki pogodowe oraz zastosowane metody uprawy i nawożenia. Po zgromadzeniu danych następuje etap wstępnej analizy, podczas którego identyfikuje się brakujące wartości oraz wszelkie niezgodności w zebranych informacjach. Przeprowadzane są również analizy opisowe, mające na celu opisanie podstawowych cech danych.

Kolejnym istotnym krokiem jest testowanie rozkładu cech mierzalnych, takich jak plony. W tym celu stosuje się różne testy normalności, takie jak test Shapiro-Wilka czy test Kolmogorova-Smirnova, oraz analizę wizualną w postaci wykresów rozkładu. Wyniki tych testów pozwalają na ocenę, czy dane są zgodne z rozkładem normalnym. W kontekście rolnictwa niezbędne jest także uwzględnienie obecności licznych zmiennych losowych, które mogą wpływać na wyniki, takich jak zmiany klimatyczne, choroby roślin oraz różnice w technikach uprawy.

Ze względu na wspomnianą zmienność losową, w analizie danych rolniczych można zastosować centralne twierdzenie graniczne, które stwierdza, że przy dużych próbach, średnie wartości z prób niezależnych od siebie zmiennych losowych będą miały rozkład zbliżony do normalnego, niezależnie od rozkładu poszczególnych zmiennych. Ta właściwość jest niezwykle użyteczna, umożliwiając prowadzenie wnioskowań statystycznych. Zależną tą wykorzystaliśmy przy ocenie kształtowania się parametrów ilościowych i jakościowych plonu testowanych gatunków roślin uprawnych. Po przeprowadzeniu weryfikacji rozkładu i zrozumieniu zmienności danych, przystępuje się do analizy statystycznej. W tej części procesu wykorzystywane są różne metody analityczne, takie jak analiza wariancji (ANOVA), regresja czy korelacja, w celu oceny wpływu poszczególnych czynników na plony oraz identyfikacji istotnych zależności. Wreszcie, na podstawie uzyskanych wyników formułowane są wnioski, które mogą zostać zastosowane do opracowania rekomendacji dotyczących praktyk agronomicznych, mających na celu poprawę plonów i efektywności produkcji rolniczej. Taki systematyczny proces analizy danych w badaniach rolniczych pozwala na uzyskanie wiarygodnych i praktycznych informacji, które mogą wspierać decyzje podejmowane w obszarze rolnictwa.

W ramach badań statystycznych przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) dla każdego roku eksperymentu oraz dla każdego testowanego gatunku roślin (Tabela 12). Zmienną zależną w analizie stanowił plon, podczas gdy zmienną niezależną był typ zaprawy nasiennej. Test statystyczny wykonano na poziomie istotności 0,05, co umożliwiło ocenę różnic w plonach w zależności od zastosowanego typu zaprawy. W celu wyodrębnienia grup jednorodnych zastosowano test t-Studenta HSD (Honest Significant Difference). Wyniki analizy pozwoliły na identyfikację grup jednorodnych, które zostały oznaczone małymi literami. Interpretując wyniki, należy odczytywać i analizować poziomo grupy jednorodne dla każdego roku, co umożliwia ocenę wpływu różnych typów zapraw nasiennych na plon w analizowanym okresie.

Tabela 12. Plon (t/ha) różnych gatunków roślin w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej w latach 2023 i 2024.

Rok	Zaprawa			
	1	2	3	4
Pszenica ozima				
2023	9,73a	7,56a	8a	9,95a
2024	4,76b	6,32a	6,31b	5,45ab
Pszennyto ozime				
2023	11,01a	11,35a	11,61ab	12,42b
2024	8,86 a	9,25a	9,08a	8,25a
Kukurydza				
2023	14,42a	15,1a	13,74a	
2024	16,14 a	13,25b	16,54a	

Wyjaśnienie: małymi literami oznaczono grupy jednorodne w obrębie roku badań, a odczyt należy przeprowadzać poziomo, dla każdego wiersza tabeli oddzielnie
Poziom istotności: $\alpha = 0,05$

Niniejsza analiza dostarcza istotnych informacji na temat skuteczności różnorodnych metod zaprawiania nasion w kontekście plonów, stanowiąc cenny wkład w optymalizację praktyk agrotechnicznych i zwiększenie wydajności produkcji rolniczej. Wyniki analizy plonów pszenicy ozimej w roku 2023 pokazują, że zastosowanie innowacyjnych zapraw nasiennych nie wpływało istotnie na poziom plonowania pszenicy ozimej. Natomiast w roku 2024, obserwowane plony różniły się istotnie, osiągając wartość 4,76 t/ha dla zaprawy 1 (grupa oznaczona jako "b") oraz wartości 6,32 t/ha dla zaprawy 2, 6,31 t/ha dla zaprawy 3 i 5,45 t/ha dla zaprawy 4, z czego zaprawa 2 miała status grupy jednorodnej (oznaczonej jako "a"), a zaprawy 3 i 4 zostały zaliczone do grupy "ab". Dla pszenżyta ozimego w roku 2023, plony w zakresie stosowanych zapraw nasiennych wyniosły od 11,01 t/ha do 12,42 t/ha, a zastosowanie zapraw 1, 2 i 3 pozwoliło na uzyskanie plonu nasion nie różniącego się statystycznie na zadanym poziomie prawdopodobieństwa (oznaczone jako "a" oraz "ab"), natomiast plon nasion po zastosowaniu zaprawy

4 był istotnie różny i wyższy od pozostałych kombinacji doświadczalnych. W roku 2024 plony pszenżyta ozimego były nieco niższe, z wartościami od 8,25 t/ha (zaprawa 4) do 9,25 t/ha (zaprawa 2), przy czym zastosowanie wszystkich zapraw nasiennych wskazywało na jednorodność, co oznaczone zostało literą "a".

W przypadku kukurydzy w roku 2023 zaobserwowano, że zastosowanie wszystkich zapraw (1, 2 i 3) skutkowało brakiem zróżnicowania pod względem osiąganych plonów nasion, które wyniosły od 13,74 t/ha do 15,10 t/ha. To klasyfikowało je w jednorodnej grupie oznaczonej literą "a". W roku 2024 sytuacja uległa zmianie, gdyż plony nasion różniły się istotnie w zależności od zastosowanej zaprawy. Kombinacja doświadczalna (kontrola) potraktowana zaprawą nr 1 osiągnęła najwyższy plon, wynoszący 16,14 t/ha, i została przypisana do grupy jednorodnej "a". Z kolei zaprawa 2 uzyskała niższy plon wynoszący 13,25 t/ha, co klasyfikowało ją do grupy "b". Natomiast zaprawa 3 osiągnęła plon 16,54 t/ha, również zaliczając się do grupy "a". Podsumowując, przeprowadzona analiza wariancji ujawnia istotne różnice w plonach w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej dla poszczególnych gatunków roślin w kolejnych latach. Interpretacja grup jednorodnych dostarcza cennych informacji na temat efektywności różnych typów zapraw w kontekście plonotwórczym.

Kolejnym etapem prowadzonych obliczeń było przeprowadzenie dwuczynnikowej analizy wariancji z efektem interakcji dla wszystkich testowanych gatunków roślin (Tabela 13). Zmiennymi zależnymi w analizie były plon, składowe plonu oraz parametry jakościowe plonu, natomiast zmiennymi niezależnymi były typ innowacyjnej zaprawy oraz rok badań. Należy podkreślić, że w każdym przypadku zaprawa 1 pełniła rolę grupy kontrolnej. W ramach przeprowadzonej analizy wariancji ustalono, czy występują różnice w porównywanych średnich plonów i ich składowych, jednak nie dostarczała ona informacji na temat tego, między którymi grupami te różnice zachodzą. W celu identyfikacji grup jednorodnych po przeprowadzonej analizie wariancji zastosowano test t-Studenta HSD, który pozwala na przeprowadzanie porównań wielokrotnych, znanych również jako porównania parami.

Dla wszystkich zmiennych zależnych przyjęto, zgodnie z centralnym twierdzeniem granicznym, że występuje rozkład normalny zmiennej. Do analiz zastosowano poziom istotności równy 0,05, co oznacza, że różnice uznawane były za istotne, jeśli wartość p była niższa niż 0,05. Wyniki tej analizy dostarczają istotnych informacji na temat wpływu innowacyjnych zapraw nasiennych oraz roku badań na plon oraz jego składowe, a także na parametry jakościowe plonów. W przypadku grochu skoncentrowano się na testowaniu tylko jednej zaprawy nasiennej, co umożliwiło przeprowadzenie jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA). W ramach tej analizy zmienną niezależną był rok badań. Celem tego podejścia było ocenie wpływu różnych lat na plon grochu, przy jednoczesnym uwzględnieniu stałości zastosowanej zaprawy, co pozwoliło na klarowne oszacowanie efektu rocznego na wyniki uzyskiwane w uprawie.

Tabela 14. Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) z efektem interakcji dla plonów i parametrów jakościowych roślin w zależności od typu zaprawy nasiennej oraz roku badań (2023 i 2024).

	Rok		Zaprawa				Istotne interakcje
	2023	2024	1	2	3	4	
Pszenica ozima							
Plon (t/ha)	8,81*	5,72**	7,24a	6,94a	7,16a	7,71a	tak (zaprawa x rok)
MTZ (g)	49,43*	44,53**	46,36a	47,36a	47,48a	46,718a	tak (zaprawa x rok)
Obsada (szt/m2)	432,9*	354,35*	381,2a	379,7a	405,4a	408,2a	tak (zaprawa x rok)
Białko (%)	12,95*	12,05**	10,89 b	13,14a	13,33 a	12,64c	tak (zaprawa x rok)
Gęstość (kg/hl)	75,51*	71,99**	71,37b	75,66a	73,79ab	74,17a	tak (zaprawa x rok)
Liczba Opadania (s)	222,1**	374*	240,6a	339,8d	314,8c	297b	tak (zaprawa x rok)
Zdolność kiełkowania plonu (%)	76,9*	76,1*	81b	77ab	78,1ab	69,6a	tak (zaprawa x rok)
Pszenżyto ozime							
Plon (t/ha)	11,6**	8,87*	9,94a	10,31a	10,35a	10,34a	nie (zaprawa x rok)
MTZ (g)	55,86**	50,54*	51,74a	54,1a	53,83a	53,1a	tak (zaprawa x rok)
Obsada (szt/m2)	473,2*	436,5*	460,9a	459,95a	440,9a	457,65a	tak (zaprawa x rok)
Białko (%)	10,305*	10,465*	10,43a	10,365a	10,48a	10,27a	tak (zaprawa x rok)

Gęstość (kg/hl)	70,77**	66,93*	68,41a	69,01a	68,07a	69,923a	tak (zaprawa x rok)
Liczba Opadania (s)	96,82*	175,75**	136,8a	134,4a	134,7a	139,25	tak (zaprawa x rok)
Groch							
Plon (t/ha)	7,15*	6,32*					
MTZ (g)	268,1*	292,26**					
Obsada (szt/m2)	76,32*	82,39*					
Białko (%)	21,16*	21,63*					
Gęstość (kg/hl)	76,91*	83,18**					
Kukurydza							
Plon (t/ha)	14,61*	15,31*	15,21a	14,44a	15,3a		tak (zaprawa x rok)
MTZ (g)	291,15*	326,6**	302,23a	304,3a	315,9a		tak (zaprawa x rok)
Obsada (szt/m2)	8,1*	9,8**	9,55a	8,42a	8,61a		tak (zaprawa x rok)
Skrobia (g/100g)	58,28*	61,3**	59,76a	60,16a	58,65a		tak (zaprawa x rok)

Wyjaśnienie: małymi literami oznaczono grupy jednorodne w obrębie testowanych zapraw, a odczyt należy przeprowadzać poziomo, dla każdego wiersza w kolumnie oddzielnie

* lub ** oznaczono grupy jednorodne w obrębie prowadzonych lat badań, odczyt należy przeprowadzać poziomo, dla każdego wiersza w tabeli oddzielnie

Poziom istotności: $\alpha = 0,05$

W przypadku analizy wyników dla roku, grupy jednorodne zostały oznaczone symbolami * (jedna gwiazdka) oraz ** (dwie gwiazdki). Interpretacja wyników powinna być prowadzona poziomo, oddzielnie dla każdej testowanej zmiennej zależnej oraz dla danego gatunku roślin. Dla pszenicy ozimej w roku 2023 oznaczenie * wskazuje na istotne różnice w plonach (t/ha) i innych analizowanych parametrach, co sugeruje, że warunki w tym roku miały znaczący wpływ na uzyskane wyniki. W roku 2024, symbol ** wskazuje na jeszcze większe różnice w wynikach, co dodatkowo podkreśla wpływ zmieniających się warunków na plony i parametry jakościowe.

W przypadku zmiennej niezależnej zaprawa, oznaczenia grup jednorodnych przedstawiono jako kolejne małe litery alfabetu. Interpretacja powinna również przebiegać poziomo, oddzielnie dla każdej testowanej zmiennej zależnej oraz dla gatunku. Na przykład, w przypadku pszenicy ozimej, dla plonu, wszystkie zaprawy (1, 2, 3 i 4) zostały przypisane do grupy jednorodnej "a", co oznacza, że nie stwierdzono istotnych różnic między nimi. Jednakże, w przypadku białka, zaprawa 1 (kontrola) miała inny status, oznaczony literą "b", wskazując, że zawartość białka była istotnie inna w porównaniu do innych zapraw.

Podobnie dla pozostałych gatunków roślin, pozioma interpretacja grup jednorodnych pozwala na identyfikację, które zaprawy nasienne wpływały znacząco na poszczególne parametry jakościowe i plon, co może być kluczowe dla optymalizacji praktyk agrotechnicznych w uprawie. Ważne jest, aby wnioskować na podstawie porównania wyników w obrębie każdej zmiennej oraz roku, co może pomóc w podejmowaniu lepszych decyzji dotyczących wyboru zapraw.

Pszenica ozima

W roku 2023 plon pszenicy ozimej wyniósł średnio 8,81 t/ha, a w 2024 roku spadł do 5,72 t/ha. Oznaczenie grupy jednorodnej a dla plonu w roku 2023 wykazało, że dla wszystkich testowanych zapraw (1, 2, 3 i 4) plon nasion osiągnął wartości 7,24, 6,94, 7,16 oraz 7,71 t/ha, co wskazuje na brak istotnych statystycznie różnic w plonowaniu. W roku 2024 wartości plonu dla zaprawy 3 (6,31 t/ha) i 4 (5,45 t/ha) zostały przypisane do grupy "b", co sugeruje, że plony te były istotnie niższe i różniły się od zaprawy 1 i 2, które utrzymały status grupy "a".

Podobne trendy zauważono w analizach masy tysiąca ziaren (MTZ) oraz obsady. W roku 2023 MTZ wyniósł 49,43 g, a w 2024 roku 44,53 g, gdzie zaprawy 1 i 2 z plonami 46,36 g oraz 47,36 g (grupa "a") były jednorodne, w porównaniu do zaprawy 4 (46,718 g), która była przypisana do niższej grupy.

Pszenżyto ozime

Dla pszenżyta ozimego, plon w roku 2023 wyniósł 11,6 t/ha, a w 2024 roku 8,87 t/ha. Wartości dla zaprawy 1 (9,94 t/ha) i zapraw 2, 3, i 4 (10,31 t/ha, 10,35 t/ha, 10,34 t/ha) były jednorodne (grupa "a"). To sugeruje, że typ zaprawy miał istotny wpływ na plony w 2024 roku, gdy poziom plonowania prób kontrolnych znacząco różnił się od pozostałych- był zdecydowanie niższy.

Groch

Groch osiągnął plon w roku 2023 wynoszący 7,15 t/ha oraz 6,32 t/ha w roku 2024. Uwagę zwraca fakt, że dla grochu, ponieważ testowano tylko jedną zaprawę, analiza dotyczyła jedynie wpływu roku. Wobec tego, różnice w plonach są

zauważalne, co sugeruje zmieniające się warunki otoczenia, jednak brak możliwości porównań pomiędzy zaprawami ogranicza głębsze wnioski co do ich efektywności.

Kukurydza

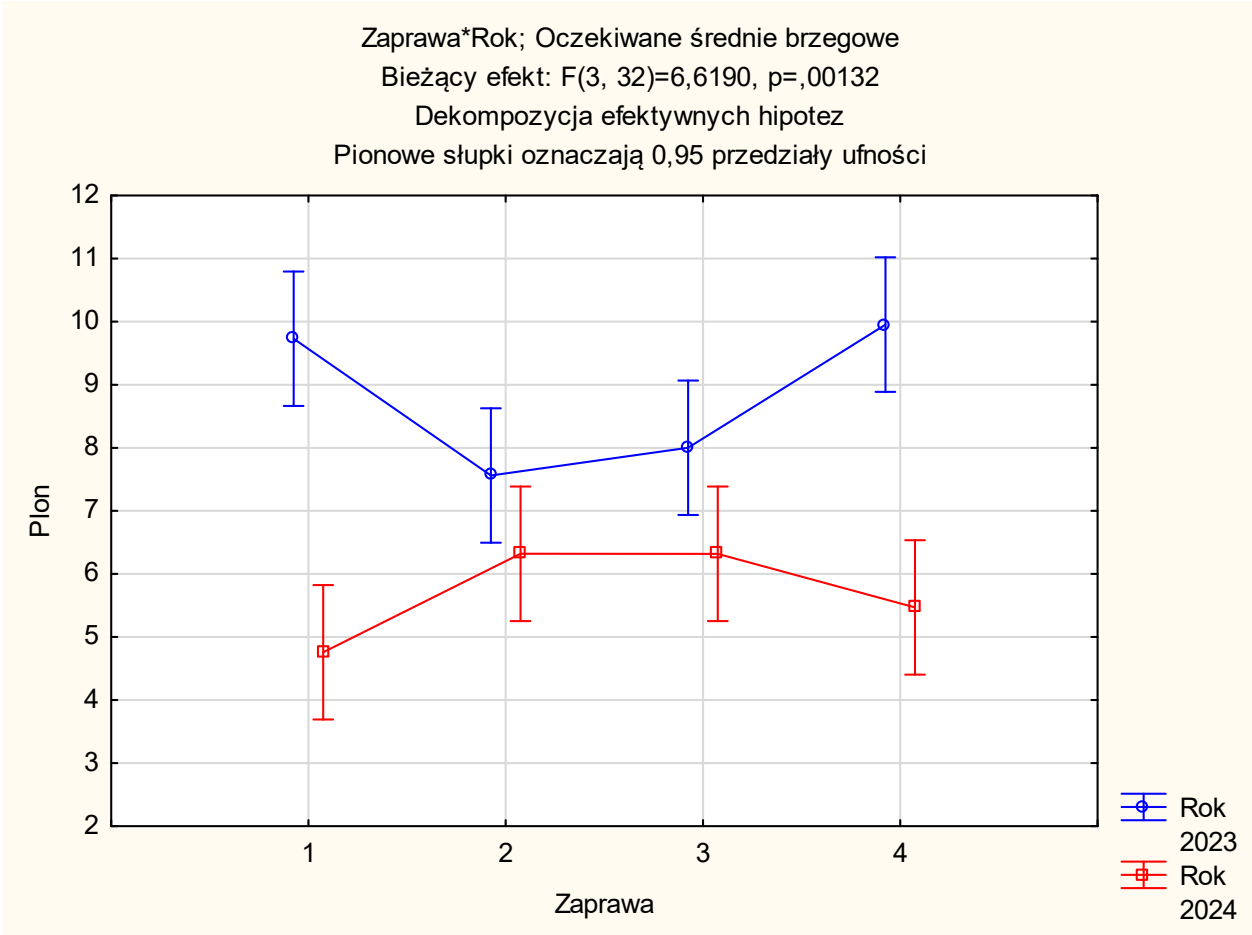
Wyniki dla kukurydzy były zaskakujące, z plonami wynoszącymi 14,61 t/ha w 2023 roku i 15,31 t/ha w 2024 roku. W przypadku zapraw nasiennych, wszystkie zaprawy 1, 2 i 3 pozostały w grupie jednorodnej "a" z plonami w granicach 15,21 t/ha, 14,44 t/ha i 15,30 t/ha. Takie wyniki sugerują, że typ zaprawy nie miał istotnego wpływu na plony kukurydzy, a zmiany były niewielkie w zależności od roku.

Interakcje

Uzyskane wyniki analiz ujawniają istotne różnice w plonach oraz parametrach jakościowych pomiędzy różnymi latami oraz typami zapraw nasiennych. Wysoka istotność interakcji „zaprawa x rok” wskazuje na znaczenie odpowiedniego doboru zapraw oraz rocznego kontekstu uprawy, co może mieć kluczowe znaczenie dla decyzji agrotechnicznych w produkcji rolniczej. Wartości liczbowe i przypisania do grup jednorodnych w każdym przypadku podkreślają różnice w efektywności zastosowanych zapraw nasiennych. Wyniki sugerują, że w przypadku pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego, dobrze dobrana zaprawa może znacząco wpływać na plony oraz parametry jakościowe, podczas gdy w przypadku grochu, zmienność związana z rokiem jest kluczowym czynnikiem wpływającym na wyniki.

Dla kukurydzy, obserwowane wyniki pokazują, że niezależnie od zastosowanej zaprawy, plony pozostawały na stabilnym poziomie, co sugeruje, że inne czynniki środowiskowe lub genetyczne mogły mieć większy wpływ na wydajność plonów niż rodzaj użytej zaprawy.

Zrozumienie tych interakcji jest kluczowe dla rolników i specjalistów zajmujących się agrotechniką, gdyż pozwala na lepsze dostosowanie wyboru zapraw nasiennych do przewidywanych warunków atmosferycznych oraz ich potencjalnych skutków dla wydajności plonów. To z kolei może wspierać strategię upraw i prowadzić do zwiększenia efektywności produkcji rolniczej.



Wykres 3. Wykres interakcji zaprawa x rok a plonowanie pszenicy ozimej.

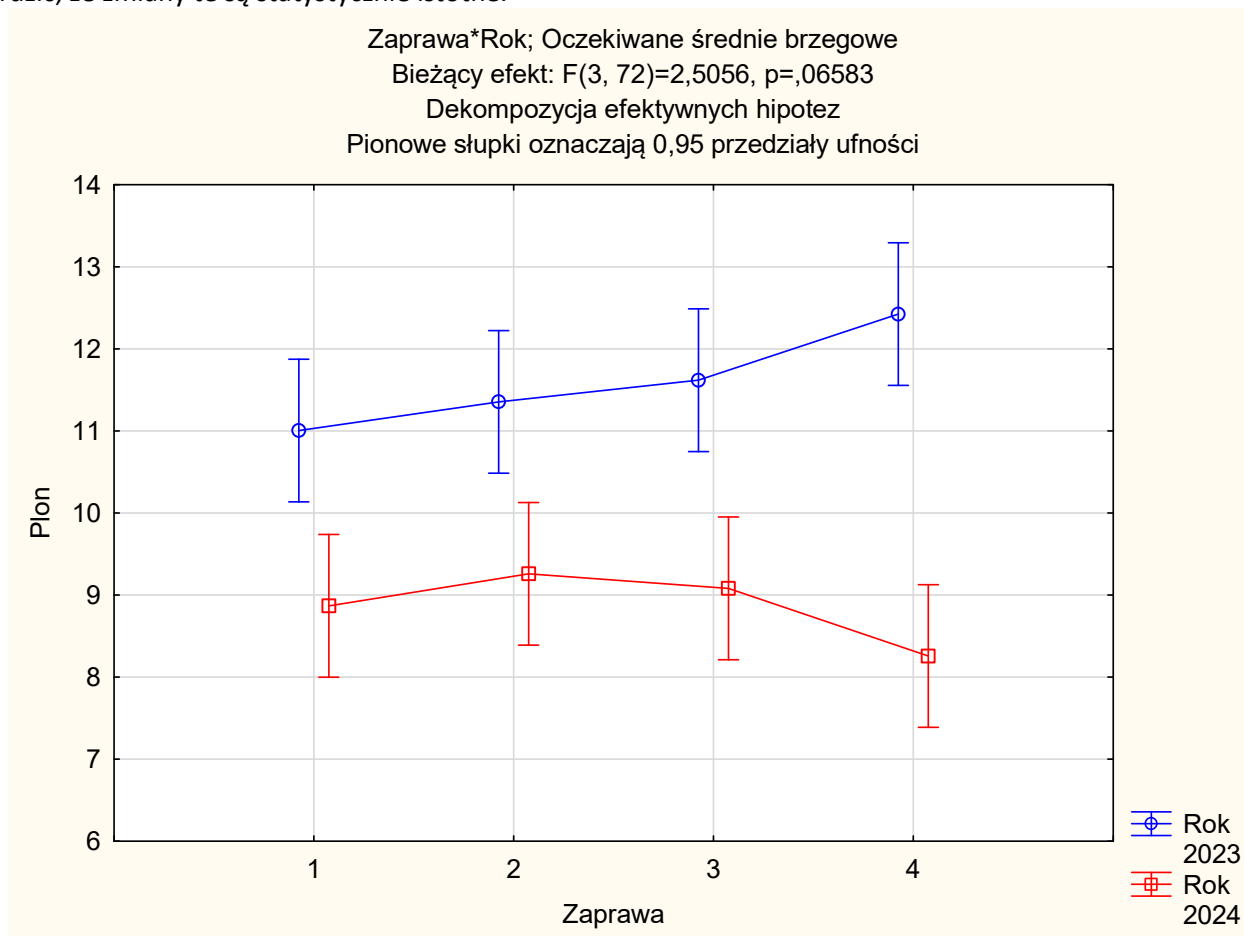
Analiza interakcji między rokiem a typem zaprawy nasiennej zastosowanej w uprawie pszenicy wykazała istotny wpływ na plony, co jest wyraźnie widoczne na przedstawionym wykresie 3. W roku 2023 średnie plony dla wszystkich zapraw były wyższe, co sugeruje korzystne warunki uprawy, takie jak adekwatne warunki pogodowe czy też optymalny dobór zaprawy. Natomiast w roku 2024 obserwowany jest znaczny spadek plonów dla wszystkich zapraw, co może wskazywać na negatywny wpływ zmiennych czynników, takich jak susze, choroby roślin czy nieodpowiedni dobór zapraw do specyficznych warunków.

Dalsza analiza ujawnia, że rok 2024 zredukował różnice w plonach pszenicy ozimej pomiędzy zaprawami, co sugeruje, iż w trudniejszych warunkach nawet zaprawa kontrolna (zaprawa 1) nie różniła się znacząco od innych zapraw, co wskazuje na ich ograniczoną efektywność w niekorzystnych okolicznościach. Statystyczna analiza wariancji, z wartością $F(3, 32) = 6,6190$ oraz $p = 0,0132$, potwierdza istotną interakcję między rokiem a zaprawą, co oznacza, że różnice w plonach są wynikiem ich wspólnego wpływu.

Interakcja między rokiem a typem zaprawy nasiennej w uprawie pszenicy ozimego (**Wykres 4**), przedstawiona na wykresie, ukazuje, jak plony nasion(t/ha) różnią się w zależności od zastosowanej zaprawy w latach 2023 i 2024. Wykres ilustruje, że w 2023 roku średnie plony były znacznie wyższe, co sugeruje, że warunki uprawy były bardziej sprzyjające. Podczas gdy w 2024 roku nastąpił spadek plonów we wszystkich testowanych zaprawach, co może wskazywać na negatywny wpływ zmiennych czynników, takich jak niekorzystne warunki atmosferyczne czy choroby roślin.

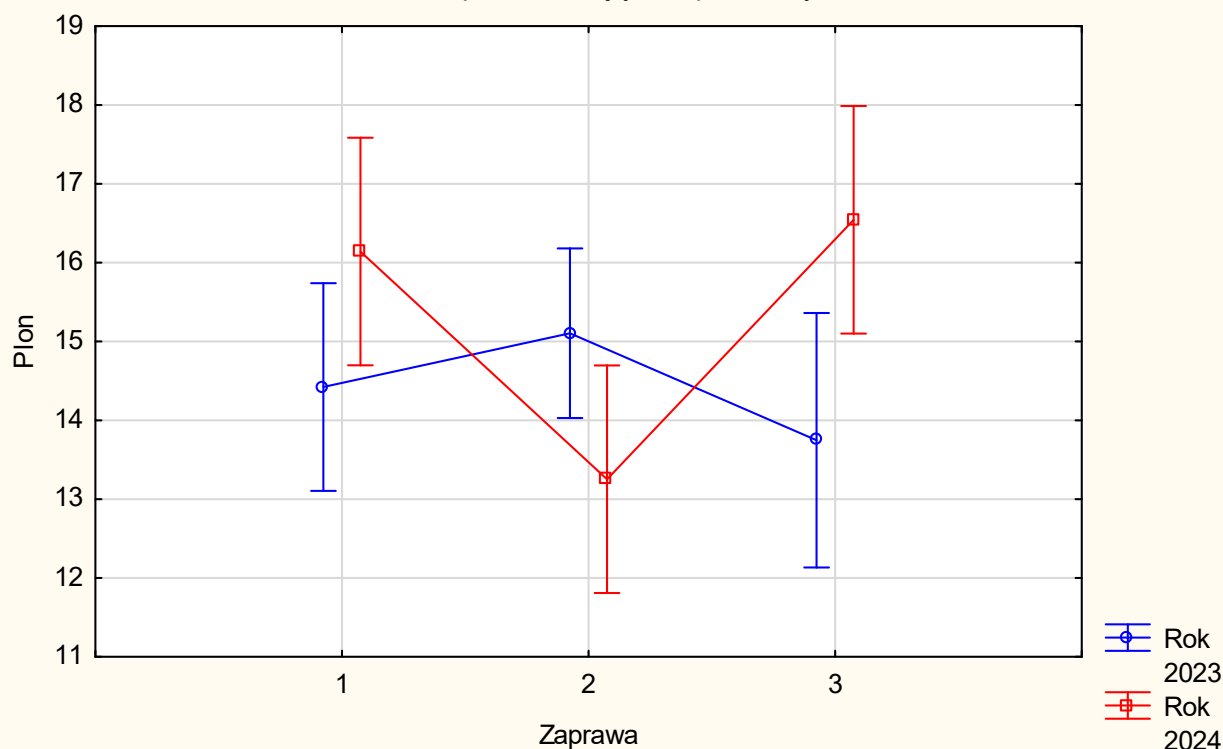
Interakcja ta jest ważna, ponieważ wskazuje na to, że różne zaprawy mogły mieć odmienny wpływ na plony w każdym roku. Choć wszystkie zaprawy zarejestrowały spadek plonów w 2024 roku, to sposób, w jaki poszczególne zaprawy reagowały na zmieniające się warunki, może sugerować, że niektóre zaprawy były bardziej odporne na czynniki stresowe niż inne.

Analiza wariancji wykazała, że wynik interakcji między rokiem a zaprawą nie osiągnął istotności statystycznej ($F(3, 72) = 2,506$, $p = 0,0563$), co sugeruje, że chociaż różnice w plonach były zauważalne, nie były wystarczająco silne, aby potwierdzić, że zmiany te są statystycznie istotne.



Wykres 4. Wykres interakcji zaprawa x rok a plonowanie dla pszenicy ozimego.

Zaprawa*Rok; Oczekiwane średnie brzegowe
 Bieżący efekt: $F(2, 62)=6,4185$, $p=,00293$
 Dekompozycja efektywnych hipotez
 Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności



Wykres 5. Wykres interakcji zaprawa x rok a plonowanie dla kukurydzy.

Wykres 5 ilustruje interakcję między rokiem a typem zaprawy nasiennej, przedstawiając średnie plony kukurydzy (t/ha) dla zapraw w latach 2023 i 2024. W 2023 roku zaprawa 2 osiągnęła najwyższe plony, co wskazuje na jej efektywność w tym roku, podczas gdy zaprawa 1 oraz zaprawa 3 miały niskie wyniki, co sugeruje, że reagowały one podobnie na warunki wzrostu w 2023 roku.

W roku 2024 sytuacja uległa zmianie: średnie plony dla zaprawy 1 i zaprawy 3 były wyższe niż w 2023 roku, co może sugerować, że te zaprawy lepiej radziły sobie w nowym kontekście klimatycznym i środowiskowym. W przeciwieństwie do tego, plon zaprawy 2 w 2024 roku był znacząco niższy, co mówi o jej wrażliwości na zmiany warunków uprawnych.

Błędy standardowe, pokazane na wykresie, ilustrują zmienność wyników dla każdej z zapraw. W 2024 roku, żadne z zapraw nie wykazywały niezwykle dużej różnorodności w wynikach, co może sugerować bardziej jednolite warunki uprawy, ale jednocześnie niższą efektywność zaprawy 2.

Analiza wariancji ($F(2, 62) = 4,1865$, $p = 0,0029$) ujawnia istotną interakcję między rokiem a zaprawą, co sugeruje, że efektywność zapraw nasiennych w odniesieniu do plonów zmienia się w zależności od roku. Ta informacja podkreśla kluczową rolę, jaką warunki klimatyczne oraz inne czynniki środowiskowe odgrywają w kształtowaniu plonów.

Podsumowując, przeprowadzone analizy wskazują na istotną rolę, jaką odgrywa zarówno rok wzrostu, jak i rodzaj zastosowanej zaprawy nasiennej. Zrozumienie tych interakcji jest niezbędne dla optymalizacji praktyk agrotechnicznych i poprawy efektywności produkcji rolniczej.**

Centralne twierdzenie graniczne (CLT) nie mogło być zastosowane dla zmiennej zdolność kiełkowania z kilku powodów. Po pierwsze, zmienna ta często nie spełnia założeń CLT, takich jak niezależność obserwacji i identyczny rozkład, ponieważ zdolność kiełkowania może zależeć od wielu czynników, takich jak warunki środowiskowe czy jakość nasion, co wprowadza dodatkową zmienność. Po drugie, zdolność kiełkowania zwykle wyrażana jest jako proporcje lub dane binarne, co uniemożliwia wykorzystanie CLT, które wymaga danych ciągłych. Ponadto, jeśli próbki są małe, to CLT może nie mieć zastosowania, a asymetryczny rozkład wyników, typowy dla zdolności kiełkowania, dodatkowo łamie warunki dla tego twierdzenia. Z tych powodów w analizie zdolności kiełkowania konieczne jest stosowanie alternatywnych metod statystycznych, które nie opierają się na założeniu normalności rozkładu.

Dla parametrów zdolność kiełkowania pszenicy nie mogliśmy przyjąć losowego rozkładu zmiennych, przeprowadziliśmy test Shapiro-Wilka celem zbadania normalności rozkładu. Na podstawie wyników określiliśmy, że zdolność kiełkowania plonu ma rozkład normalny, a więc możemy przeprowadzić dwuczynnikową analizę wariancji. Dla zmiennej zdolność kiełkowania materiału zaprawionego przeprowadziliśmy test nieparametryczny.

Wyjaśnienie – nazwy zmiennych- zdolność kiełkowania zaprawionego – chodzi o materiał testowy zaprawiony, przygotowany do wysiania w polu; zdolność kiełkowania plonu- materiał zebrany po całym roku trwania testu polowego, przeznaczony na sprzedaż w gospodarstwie.

Tabela 14. Wyniki testu Shapiro-Wilka dla zdolności kiełkowania pszenicy ozimej

Zmienna	Testy normalności (Analizy statistica projekt- arkusz !!)		
	N	W	p
Zdolność kiełkowania mat. zaprawionego	40	0,884649	0,000704
Zdolność kiełkowania plonu	40	0,983217	0,806117

Tabela 15. Wyniki testu Shapiro-Wilka dla zdolności kiełkowania pszenżyta ozimego

Zmienna	Testy normalności (Analizy statistica projekt- arkusz !!)		
	N	W	p
Zdolność kiełkowania zaprawionego	80	0,200446	0,000000
Zdolność kiełkowania plonu	80	0,887809	0,000004

Tabela 16. Wyniki testu Shapiro-Wilka dla zdolności kiełkowania grochu

Zmienna	Testy normalności (Analizy statistica projekt- arkusz !!)		
	N	W	p
Zdolność kiełkowania zaprawionego	43	0,852532	0,000060
Zdolność kiełkowania plonu	43	0,885417	0,000465

Tabela 17. Wyniki testu Shapiro-Wilka dla zdolności kiełkowania kukurydzy

Zmienna	Testy normalności (Analizy statistica projekt- arkusz !!)		
	N	W	p
Zdolność kiełkowania zaprawionego	68	0,943800	0,004105
Zdolność kiełkowania plonu	68	0,925662	0,000576

Wartość p w teście Shapiro-Wilka (Tabela 14-17), który służy do oceny normalności rozkładu danych, odgrywa kluczową rolę w interpretacji wyników. Hipoteza zerowa dla tego testu zakłada, że dane pochodzą z rozkładu normalnego. Gdy wartość p jest większa niż przyjęty poziom istotności, zazwyczaj 0,05, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, co oznacza, że dane nie różnią się istotnie od rozkładu normalnego. W takiej sytuacji można przyjąć założenie normalności rozkładu, co jest istotne w kontekście zastosowania odpowiednich metod statystycznych. Z kolei w przypadku, gdy wartość p jest mniejsza lub równa 0,05, można odrzucić hipotezę zerową. Wskazuje to, że dane różnią się istotnie od rozkładu normalnego, co sugeruje, że rozkład danych jest nienormalny. Taka sytuacja ma istotne konsekwencje dla dalszej analizy, ponieważ wykorzystanie metod parametrycznych, które zakładają normalność rozkładu, może prowadzić do błędnych wniosków.

We testowanych przypadkach wartości p uzyskane w teście Shapiro-Wilka wskazały, że nie mamy do czynienia z rozkładem normalnym. W związku z tym konieczne było zastosowanie testów nieparametrycznych. Takie podejście jest

istotne, ponieważ pozwala na właściwą analizę danych, uwzględniając ich nienormalny charakter. Wybór testów nieparametrycznych, które nie wymagają założenia normalności rozkładu, zapewnia rzetelność i wiarygodność wyników, co jest kluczowe dla poprawnej interpretacji analizowanych danych.

Test nieparametryczny Kruskala- Wallisa – porównanie wielu prób niezależnych

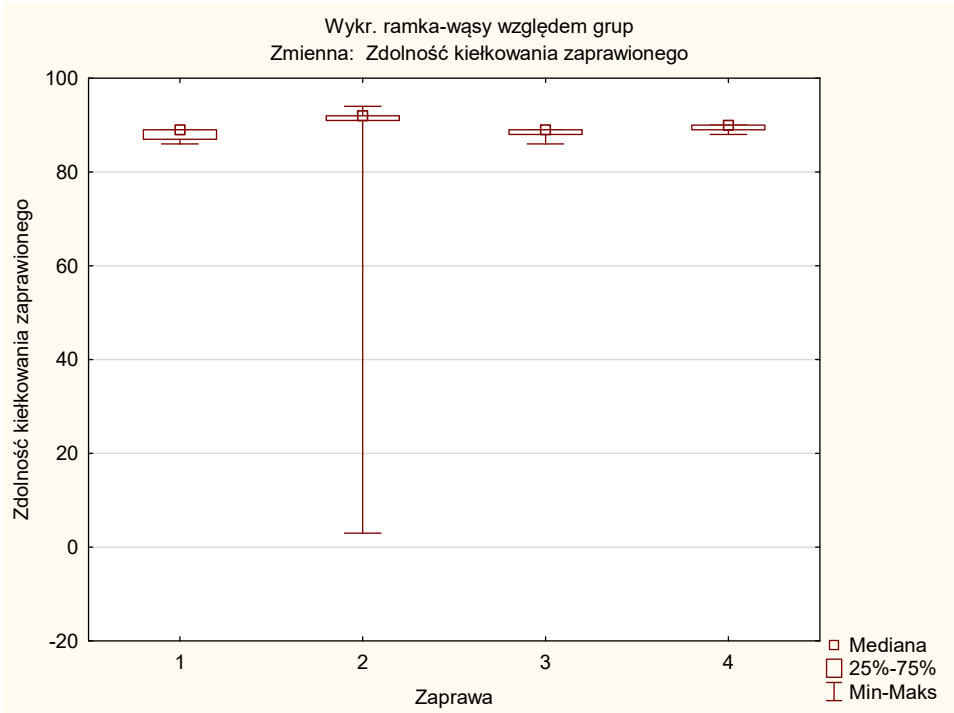
Pszenica ozima

Dla zdolności kiełkowania materiału zaprawionego przeprowadzono test Kruskala- Wallisa, parametrem niezależnym była zaprawa. Przeprowadzono porównania wielokrotne średnich rang. Otrzymano następujące wyniki:

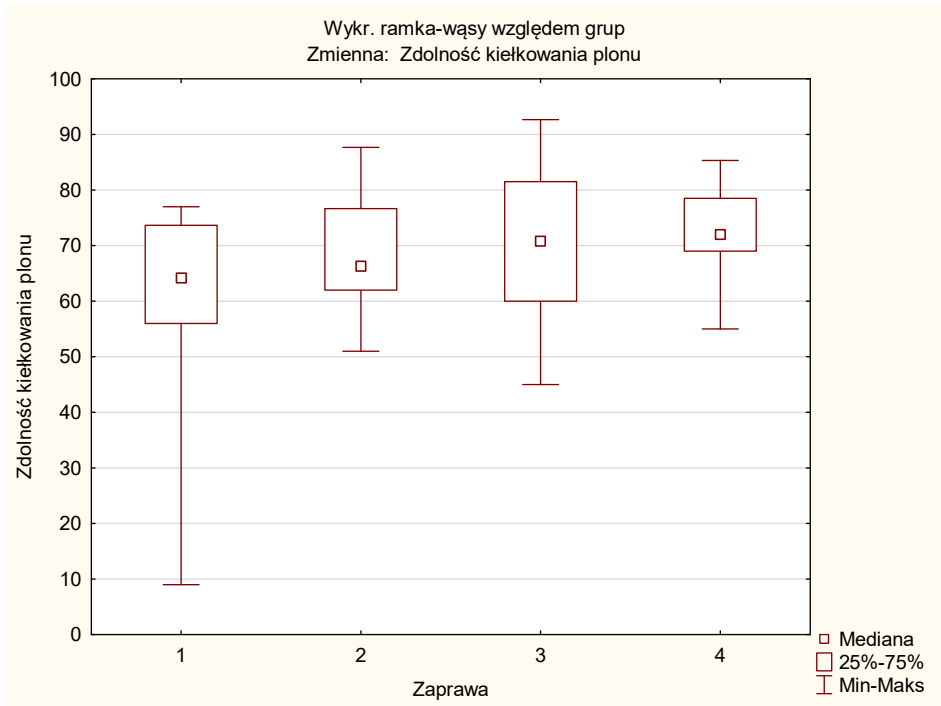


Wykres 6. Wykres ramka-wąsy dla zmiennej zależnej zdolność kiełkowania mat. zaprawionego pszenicy w zależności od stosowanej zaprawy nasiennej

Pszenżyto ozime

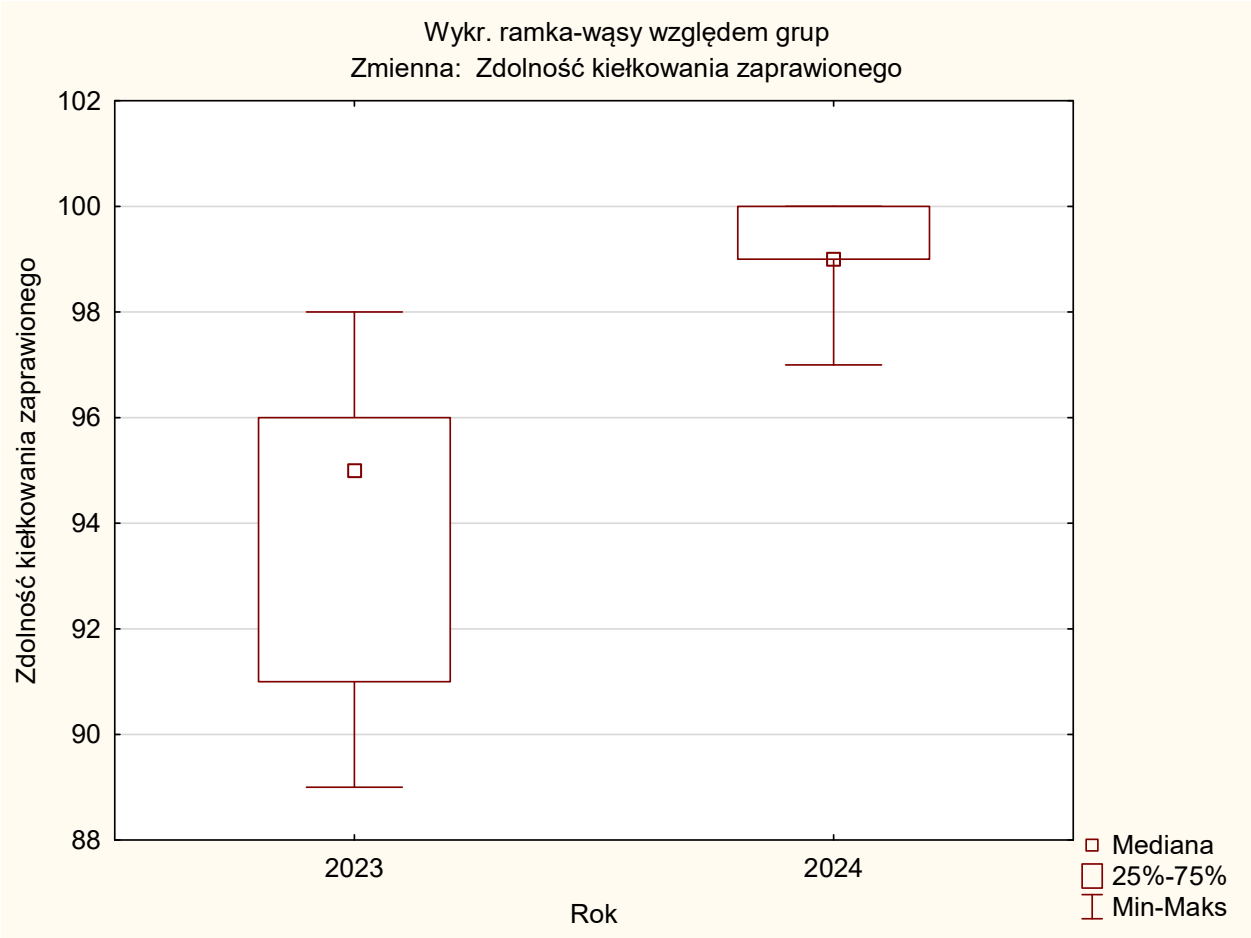


Wykres 7. Wykres ramka-wąsy dla zmiennej zależnej zdolność kiełkowania mat. zaprawionego pszenżyta w zależności od stosowanej zaprawy nasiennej.

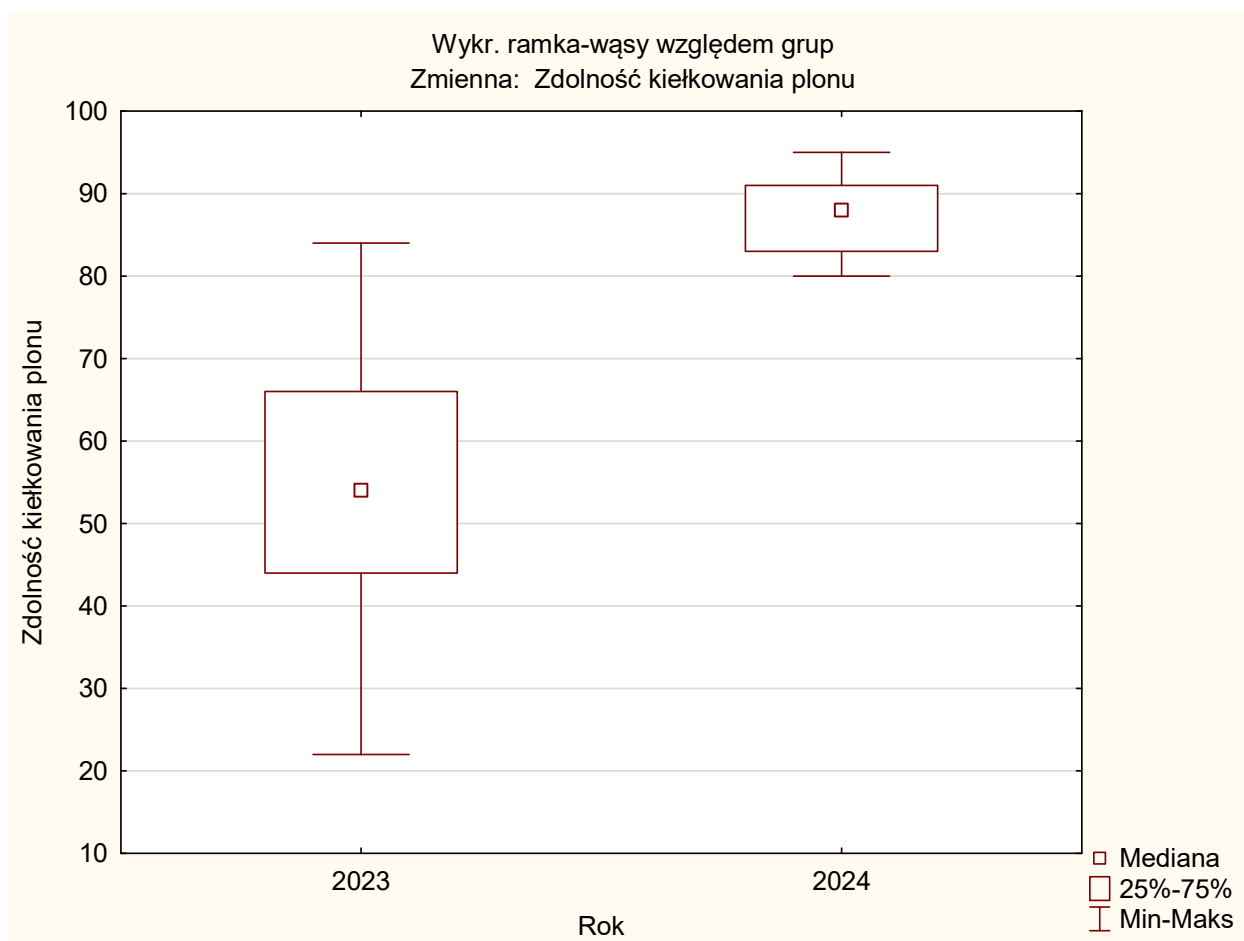


Wykres 8. Wykres ramka-wąsy dla zmiennej zależnej zdolność kiełkowania plonu pszenżyta w zależności od stosowanej zaprawy nasiennej.

Groch



Wykres 9. Wykres ramka-wąsy dla zmiennej zależnej zdolność kiełkowania mat. zaprawionego grochu w zależności od stosowanej zaprawy nasiennej



Wykres 10. Wykres ramka-wąsy dla zmiennej zależnej zdolność kiełkowania plonu grochu w zależności od stosowanej zaprawy nasiennej.



Wykres 11. Wykres ramka-wąsy dla zmiennej zależnej zdolność kiełkowania mat. zaprawionego kukurydzy w zależności od stosowanej zaprawy nasiennej

Interpretacja wykresów wąsy- ramka

Wykres ramka-wąsy, znany również jako boxplot, jest użytecznym narzędziem w analizie statystycznej, umożliwiającym przedstawienie rozkładu danych w różnych grupach. W kontekście analizy statystycznej, szczególnie przy zastosowaniu testu Kruskala-Wallisa, ten typ wykresu staje się nieoceniony w interpretacji wielogrupowych różnic w medianach.

Wykres składa się z kilku kluczowych elementów, które ułatwiają zrozumienie zgromadzonych danych. Ramka, reprezentująca I (pierwszy) i III (trzeci) kwartył, wskazuje zakres, w którym znajduje się środkowe 50% obserwacji – jest to tzw. interkwartyłowy zakres. Linia znajdująca się wewnątrz ramki odzwierciedla medianę, czyli punkt, w którym rozdziela się zbiór danych na dwie równe części. Długość ramki, a tym samym interkwartyłowy zakres, dostarcza informacji na temat rozproszenia danych wewnątrz grupy.

Wąsy, które rozciągają się od górnej i dolnej krawędzi ramki, reprezentują wartości minimalne i maksymalne w obrębie zdefiniowanego interwału, a ich koniec zazwyczaj przedstawia wartości nieprzekraczające odległości równej 1,5-krotności rozstępu międzykwartyłowego (IQR) od krawędzi ramki. Punkty znajdujące się poza tym zasięgiem są klasyfikowane jako wartości odstające i są zazwyczaj oznaczane indywidualnie na wykresie.

Analizując wykres ramka-wąsy w kontekście wyników testu Kruskala-Wallisa, można ocenić różnice między medianami dla różnych grup. Różnice w położeniu median, a także długości ramki w poszczególnych grupach, mogą wskazywać na istotne różnice w rozkładach danych, co jest szczególnie istotne w kontekście analizy hipotez

statystycznych. Dodatkowo, analiza wizualna wykresu pozwala zidentyfikować potencjalne wartości odstające, które mogą wpływać na wyniki badań i interpretacje statystyczne.

Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują na znaczną poprawę zdolności kiełkowania materiału siewnego po zastosowaniu innowacyjnych zapraw. Reguły tej nie potwierdzono w przypadku pszenżyta ozimego.

Przeprowadzenie badań w zakresie pozostałości ŚOR.

Zebrany materiał roślinny w postaci nasion wszystkich analizowanych gatunków roślin został przebadany pod kątem pozostałości ŚOR wg metodyki:

PN-EN 15662:2018-06 Metoda chromatografii cieczowej z detekcją tandemową spektrometrią mas (LC MS/MS)
PN-EN 15662:2018-06 Metoda chromatografii gazowej z detekcją tandemową spektrometrią mas (GC MS/MS)

Przygotowano po 1 reprezentatywnej próbie nasion dla każdej kombinacji zaprawowej i dla każdego gatunku. Oznaczenia wykonano w laboratorium akredytowanym. We wszystkich zbadanych próbach nie stwierdzono pestycydów w stężeniach wyższych niż granice oznaczalności (LOQ) wymienione w załączonych Tabelach (jako załącznik do Raportu).

9. Aspekty ekonomiczne

O Analizie

Analiza opłacalności stosowania różnych kombinacji zaprawowych w uprawach rolniczych jest kluczowym elementem planowania i zarządzania produkcją. Wpływa ona na decyzje dotyczące wyboru środków ochrony roślin i technologii, które mogą znacząco wpłynąć na efektywność i zyskowność gospodarstwa rolnego. Celem tej analizy jest ocena ekonomiczna różnych strategii zaprawiania nasion w kontekście ich wpływu na plony oraz całkowite koszty produkcji.

Cel

Głównym celem analizy jest porównanie opłacalności stosowania poszczególnych kombinacji zaprawowych w uprawach grochu, pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego i kukurydzy. Analiza obejmuje:

- Ocena kosztów zapraw: Obliczenie kosztów zapraw stosowanych w różnych kombinacjach na jednostkę powierzchni uprawnej (ha).
- prezentacji plonów: Określenie średnich plonów (t/ha) uzyskanych z poszczególnych kombinacji zaprawowych przy wilgotności $\leq 14\%$.
- Analiza kosztów i korzyści: Przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści, uwzględniając całkowite koszty zapraw oraz uzyskane plony, aby określić najbardziej opłacalne strategie zaprawiania nasion.
- Rekomendacje: Sformułowanie rekomendacji dla rolników dotyczących najefektywniejszych metod zaprawiania nasion, które maksymalizują plony przy minimalizacji kosztów.
- Analiza ta ma na celu dostarczenie praktycznych i opartych na danych wskazówek, które wspomogą rolników w podejmowaniu świadomych decyzji dotyczących strategii zaprawiania nasion w ich gospodarstwach.

Koszty zapraw na tone

UPRAWA	KOMBINACJA	KOSZT ZAPRAWY NA TONE
Groch	GG1	47.50 zł
Pszenica ozima	PSZ1	1 000.00 zł
	PSZ2	1 004.00 zł
	PSZ3	958.50 zł
	PSZ4	836.20 zł
Pszenżyto ozime	PŻ1	1 000.00 zł
	PŻ2	1 004.00 zł
	PŻ3	958.50 zł
	PŻ4	961,5 zł
Kukurydza-	KK1	- zł
	KK2	958.50 zł
	KK3	961,5 zł

9.1. Analiza opłacalności różnych strategii tworzenia materiału siewnego na podstawie wyników z 2023:

Pszenżyto w 2023:

Kombinacje doświadczalne:

PŻ1: Materiał siewny zaprawiony środkami vibrance i systiva w pełnej dawce jako próba kontrolna.

Średni plon: 10.81 t/ha

PŻ2: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony polimerem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 10.47 t/ha

PŻ3: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 10.92 t/ha

PŻ4: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 10.32 t/ha

Wielkość obszarów upraw pszenżyta ozimego:

PŻ1: 3.227 ha

PŻ2: 2.3 ha

PŻ3: 2.1 ha

PŻ4: 2.8 ha

Zużycie nasion:

Pszenżyto ozime: 200 kg/ha

Koszty zapraw dla kombinacji:

PŻ1: pełna dawka Vibrance i Systiva

Koszt: 1000 zł/tona

PŻ2: polimer + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 1004 zł/tona

PŻ3: nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 958.5 zł/tona

PŻ4: biokomponenty + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 961.5 zł/tona

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

PŻ1:

Koszt zaprawy na ha:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t}/1000 \text{ kg} \times 1000 \text{ zł/t} = 200 \text{ zł/ha}$

PŻ2:

Koszt zaprawy na ha:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t}/1000 \text{ kg} \times 1004 \text{ zł/t} = 200.8 \text{ zł/ha}$

PŻ3:

Koszt zaprawy na ha:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t}/1000 \text{ kg} \times 958.5 \text{ zł/t} = 191.7 \text{ zł/ha}$

PŻ4:

Koszt zaprawy na ha:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t}/1000 \text{ kg} \times 961.5 \text{ zł/t} = 192.3 \text{ zł/ha}$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

PŻ1:

Całkowity koszt zaprawy:

$3.227 \text{ ha} \times 200 \text{ zł/ha} = 645.4 \text{ zł}$

PŻ2:

Całkowity koszt zaprawy:

$$2.3 \text{ ha} \times 200.8 \text{ zł/ha} = 461.84 \text{ zł}$$

PŻ3:

Całkowity koszt zaprawy:

$$2.1 \text{ ha} \times 191.7 \text{ zł/ha} = 402.57 \text{ zł}$$

PŻ4:

Całkowity koszt zaprawy:

$$2.8 \text{ ha} \times 192.3 \text{ zł/ha} = 538.44 \text{ zł}$$

Całkowite plony:

PŻ1:

Całkowity plon:

$$3.227 \text{ ha} \times 10.81 \text{ t/ha} = 34.88 \text{ t}$$

PŻ2:

Całkowity plon:

$$2.3 \text{ ha} \times 10.47 \text{ t/ha} = 24.08 \text{ t}$$

PŻ3:

Całkowity plon:

$$2.1 \text{ ha} \times 10.92 \text{ t/ha} = 22.93 \text{ t}$$

PŻ4:

Całkowity plon:

$$2.8 \text{ ha} \times 10.32 \text{ t/ha} = 28.90 \text{ t}$$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

PŻ1:

Koszt zaprawy na hektar: 200 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar:

$8648 \text{ zł/ha} - 200 \text{ zł/ha} = 8448 \text{ zł/ha}$

PŻ2:

Koszt zaprawy na hektar: 200.8 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: $8376 \text{ zł/ha} - 200.8 \text{ zł/ha} = 8175.2 \text{ zł/ha}$

PŻ3:

Koszt zaprawy na hektar: 191.7 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: $8736 \text{ zł/ha} - 191.7 \text{ zł/ha} = 8544.3 \text{ zł/ha}$

PŻ4:

Koszt zaprawy na hektar: 192.3 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: $8256 \text{ zł/ha} - 192.3 \text{ zł/ha} = 8063.7 \text{ zł/ha}$

Podsumowanie Przychodów Z Jednego Hektara Dla Każdej Kombinacji

1. **PŻ1 (syntetyczna):** 8448 zł/ha
2. **PŻ2 (polimer + redukowana dawka):** 8175.2 zł/ha
3. **PŻ3 (nanokoloidalne srebro + redukowana dawka):** 8544.3 zł/ha
4. **PŻ4 (biokomponenty + redukowana dawka):** 8063.7 zł/ha

Wniosek

Najwyższy przychód z jednego hektara generuje kombinacja PŻ3 (nanokoloidalne srebro + redukowana dawka) z przychodem 8544.3 zł/ha, przewyższając kombinację syntetyczną PŻ1 (8448 zł/ha). Pozostałe kombinacje, PŻ2 i PŻ4, generują niższe przychody w porównaniu do PŻ1.

Pszenica ozima w 2023:

Kombinacje doświadczalne i ich średni plon:

PSZ1: Materiał siewny zaprawiony środkami vibrance i systiva w pełnej dawce jako próba kontrola.

Średni plon: 9.73 t/ha

PSZ2: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony polimerem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 7.56 t/ha

PSZ3: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 8.0 t/ha

PSZ4: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 9.95 t/ha

Wielkość obszarów upraw pszenicy ozimej:

PSZ1: 15.395 ha

PSZ2: 13.5 ha

PSZ3: 23.8 ha

PSZ4: 12 ha

Zużycie nasion:

Pszenica ozima: 200 kg/ha

Koszty zapraw na tonę nasion:

PSZ1: pełna dawka Vibrance i Systiva

Koszt: 1000 zł/tona

PSZ2: polimer + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 1004 zł/tona

PSZ3: nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 958.5 zł/tona

PSZ4: biokomponenty + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 961.5 zł/tona

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

PSZ1:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 1000 \text{ zł/t} = 200 \text{ zł/ha}$

PSZ2:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 1004 \text{ zł/t} = 200.8 \text{ zł/ha}$

PSZ3:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 958.5 \text{ zł/t} = 191.7 \text{ zł/ha}$

PSZ4:

$200 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 961.5 \text{ zł/t} = 192.3 \text{ zł/ha}$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

PSZ1:

$15.395 \text{ ha} \times 200 \text{ zł/ha} = 3079 \text{ zł}$

PSZ2:

$13.5 \text{ ha} \times 200.8 \text{ zł/ha} = 2710.8 \text{ zł}$

PSZ3:

$23.8 \text{ ha} \times 191.7 \text{ zł/ha} = 4562.46 \text{ zł}$

PSZ4:

$12 \text{ ha} \times 192.3 \text{ zł/ha} = 2307.6 \text{ zł}$

Całkowite plony:

PSZ1:

$15.395 \text{ ha} \times 9.73 \text{ t/ha} = 149.74 \text{ t}$

PSZ2:

$13.5 \text{ ha} \times 7.56 \text{ t/ha} = 102.06 \text{ t}$

PSZ3:

$23.8 \text{ ha} \times 8.0 \text{ t/ha} = 190.4 \text{ t}$

PSZ4:

$12 \text{ ha} \times 9.95 \text{ t/ha} = 119.4 \text{ t}$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

PSZ1:

Średni plon: 9.73 t/ha

Przychód z plonów na hektar:

$9.73 \text{ t/ha} \times 800 \text{ zł/t} = 7784 \text{ zł/ha}$

Zysk z zaprawą na hektar:

$7784 \text{ zł/ha} - 200 \text{ zł/ha} = 7584 \text{ zł/ha}$

PSZ2:

Średni plon: 7.56 t/ha

Przychód z plonów na hektar:

$7.56 \text{ t/ha} \times 800 \text{ zł/t} = 6048 \text{ zł/ha}$

Zysk z zaprawą na hektar:

$6048 \text{ zł/ha} - 200.8 \text{ zł/ha} = 5847.2 \text{ zł/ha}$

PSZ3:

Średni plon: 8.0 t/ha

Przychód z plonów na hektar:

$8.0 \text{ t/ha} \times 800 \text{ zł/t} = 6400 \text{ zł/ha}$

Zysk z zaprawą na hektar:

$6400 \text{ zł/ha} - 191.7 \text{ zł/ha} = 6208.3 \text{ zł/ha}$

PSZ4:

Średni plon: 9.95 t/ha

Przychód z plonów na hektar:

$9.95 \text{ t/ha} \times 800 \text{ zł/t} = 7960 \text{ zł/ha}$

Zysk z zaprawą na hektar:

7960 zł/ha-192.3 zł/ha=7767.7 zł/ha

Podsumowanie Przychodów Z Jednego Hektara Dla Każdej Kombinacji

PSZ1 (syntetyczna):

Przychód z plonów na hektar: 7784 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 7584 zł/ha

PSZ2 (polimer + redukowana dawka):

Przychód z plonów na hektar: 6048 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 5847.2 zł/ha

PSZ3 (nanokoloidalne srebro + redukowana dawka):

Przychód z plonów na hektar: 6400 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 6208.3 zł/ha

PSZ4 (biokomponenty + redukowana dawka):

Przychód z plonów na hektar: 7960 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 7767.7 zł/ha

WNIOSEK

PSZ4 (biokomponenty + redukowana dawka) generuje najwyższy zysk z jednego hektara (7767.7 zł/ha), co czyni ją najbardziej opłacalną kombinacją w tej analizie. PSZ1 (syntetyczna) również przynosi wysoki zysk z jednego hektara (7584 zł/ha) i jest zbliżona do PSZ4 pod względem opłacalności. PSZ3 (nanokoloidalne srebro + redukowana dawka) jest mniej opłacalna od PSZ1 i PSZ4, z zyskiem 6208.3 zł/ha. PSZ2 (polimer + redukowana dawka) generuje najniższy zysk z jednego hektara (5847.2 zł/ha) spośród wszystkich analizowanych kombinacji.

Kukurydza w 2023:

Kombinacje doświadczalne i ich średni plon:

KK1: Materiał siewny bez zaprawienia jako próba kontrolna.

Średni plon: 14.42 t/ha

KK2: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 14.90 t/ha

KK3: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 14.70 t/ha

Wielkość obszarów upraw kukurydzy:

KK1: 41 ha

KK2: 49.58 ha

KK3: 40.2 ha

Zużycie nasion:

Kukurydza: 35 kg/ha

Koszty zapraw dla kombinacji:

Koszty zapraw na tonę nasion:

KK1: brak zaprawienia (koszt 0 zł)

KK2: nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 958.5 zł/tona

KK3: biokomponenty + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 961.5 zł/tona

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

KK1:

$35 \text{ kg/ha} \times 0 \text{ zł/t} = 0 \text{ zł/ha}$

KK2:

$35 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 958.5 \text{ zł/t} = 33.55 \text{ zł/ha}$

KK3:

$35 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 961.5 \text{ zł/t} = 33.65 \text{ zł/ha}$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

KK1:

$41 \text{ ha} \times 0 \text{ zł/ha} = 0 \text{ zł}$

KK2:

$49.58 \text{ ha} \times 33.55 \text{ zł/ha} = 1663.49 \text{ zł}$

KK3:

$40.2 \text{ ha} \times 33.65 \text{ zł/ha} = 1352.73 \text{ zł}$

Całkowite plony:

KK1:

$41 \text{ ha} \times 14.42 \text{ t/ha} = 591.22 \text{ t}$

KK2:

$49.58 \text{ ha} \times 14.90 \text{ t/ha} = 739.742 \text{ t}$

KK3:

$40.2 \text{ ha} \times 14.70 \text{ t/ha} = 590.94 \text{ t}$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

KK1:

Średni plon: 14.42 t/ha

Przychód z plonów na hektar:

$$14.42 \text{ t/ha} \times 700 \text{ zł/t} = 10094 \text{ zł/ha}$$

Zysk z zaprawą na hektar:

$$10094 \text{ zł/ha} - 0 \text{ zł/ha} = 10094 \text{ zł/ha}$$

KK2:

Średni plon: 14.90 t/ha

Przychód z plonów na hektar:

$$14.90 \text{ t/ha} \times 700 \text{ zł/t} = 10430 \text{ zł/ha}$$

Zysk z zaprawą na hektar:

$$10430 \text{ zł/ha} - 33.55 \text{ zł/ha} = 10396.45 \text{ zł/ha}$$

KK3:

Średni plon: 14.70 t/ha

Przychód z plonów na hektar:

$$14.70 \text{ t/ha} \times 700 \text{ zł/t} = 10290 \text{ zł/ha}$$

Zysk z zaprawą na hektar:

$$10290 \text{ zł/ha} - 33.65 \text{ zł/ha} = 10256.35 \text{ zł/ha}$$

PODSUMOWANIE PRZYCHODÓW Z JEDNEGO HEKTARA DLA KAŻDEJ KOMBINACJI

1. KK1 (bez zaprawienia)

Przychód z plonów na hektar: 10094 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 10094 zł/ha

2. KK2 (nanokoloidalne srebro + redukowana dawka):

Przychód z plonów na hektar: 10430 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 10396.45 zł/ha

3. KK3 (biokomponenty + redukowana dawka):

Przychód z plonów na hektar: 10290 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 10256.35 zł/ha

Wniosek

KK2 (nanokoloidalne srebro + redukowana dawka) generuje najwyższy zysk z jednego hektara (10396.45 zł/ha), co czyni ją najbardziej opłacalną kombinacją w tej analizie.

KK3 (biokomponenty + redukowana dawka) również przynosi wysoki zysk z jednego hektara (10256.35 zł/ha) i jest zbliżona do KK2 pod względem opłacalności.

KK1 (bez zaprawienia) generuje najniższy zysk z jednego hektara (10094 zł/ha) spośród wszystkich analizowanych kombinacji.

Groch w 2023 r:

Kombinacje doświadczalne i ich średni plon:

G1 (Astronaute):

Średni plon: 8.12 t/ha

G2 (Mecenas):

Średni plon: 6.58 t/ha

G3 (Ostinato):

Średni plon: 6.32 t/ha

Wielkość obszarów upraw grochu:

Całkowita powierzchnia upraw grochu: 50.44 ha

Zużycie nasion:

Groch: 300 kg/ha

Koszt zaprawy:

GG1: 47.50 zł/tona

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

Koszt zaprawy na hektar:

$$300 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 47.5 \text{ zł/t} = 14.25 \text{ zł/ha}$$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

Całkowity koszt zaprawy:

$$50.44 \text{ ha} \times 14.25 \text{ zł/ha} = 718.77 \text{ zł}$$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

Obliczenie przychodu z jednego hektara dla każdej kombinacji

G1 (Astronaute):

$$\text{Średni plon: } 8.12 \text{ t/ha}$$

Przychód z plonów na hektar:

$$8.12 \text{ t/ha} \times 800 \text{ zł/t} = 6496 \text{ zł/ha}$$

Zysk z zaprawą na hektar:

$$6496 \text{ zł/ha} - 14.25 \text{ zł/ha} = 6481.75 \text{ zł/ha}$$

G2 (Mecenas):

$$\text{Średni plon: } 6.58 \text{ t/ha}$$

Przychód z plonów na hektar:

$$6.58 \text{ t/ha} \times 800 \text{ zł/t} = 5264 \text{ zł/ha}$$

Zysk z zaprawą na hektar:

$$5264 \text{ zł/ha} - 14.25 \text{ zł/ha} = 5249.75 \text{ zł/ha}$$

G3 (Ostinato):

$$\text{Średni plon: } 6.32 \text{ t/ha}$$

Przychód z plonów na hektar:

$$6.32 \text{ t/ha} \times 800 \text{ zł/t} = 5056 \text{ zł/ha}$$

Zysk z zaprawą na hektar:

$$5056 \text{ zł/ha} - 14.25 \text{ zł/ha} = 5041.75 \text{ zł/ha}$$

Podsumowanie Przychodów Z Jednego Hektara Dla Każdej Kombinacji

1. G1 (Astronaute)

Przychód z plonów na hektar: 6496 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 6481.75 zł/ha

2. G2 (Mecenas):

Przychód z plonów na hektar: 5264 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 5249.75 zł/ha

3. G3 (Ostinato):

Przychód z plonów na hektar: 5056 zł/ha

Zysk z zaprawą na hektar: 5041.75 zł/ha

Wniosek

G1 (Astronaute) generuje najwyższy zysk z jednego hektara (6481.75 zł/ha), co czyni ją najbardziej opłacalną kombinacją w tej analizie. G2 (Mecenas) również przynosi wysoki zysk z jednego hektara (5249.75 zł/ha) i jest mniej opłacalna niż G1. G3 (Ostinato) generuje najniższy zysk z jednego hektara (5041.75 zł/ha) spośród wszystkich analizowanych kombinacji.

Analiza

Pszenica ozima

W przypadku pszenicy ozimej, kombinacja PSZ4 (biokomponenty + redukowana dawka syntetycznych zapraw) okazała się najbardziej opłacalna. Uzyskano najwyższy zysk z jednego hektara wynoszący 7767.7 zł/ha, co przewyższało kombinację syntetyczną PSZ1 (7584 zł/ha). Całkowity zysk dla kombinacji PSZ4 wyniósł 93212.4 zł, co również było wyższe od zysku uzyskanego przy użyciu pełnej dawki syntetycznych zapraw (PSZ1) wynoszącego 116713 zł.

Pszenżyto ozime

Dla pszenżyta ozimego, kombinacja PŻ3 (nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + redukowana dawka syntetycznych zapraw) była najbardziej opłacalna, generując zysk z jednego hektara wynoszący 8544.3 zł/ha. To również przewyższało kombinację syntetyczną PŻ1 (8448 zł/ha). Całkowity zysk dla kombinacji PŻ3 wyniósł 147757.54 zł, co było znacznie wyższe od zysku uzyskanego przy użyciu pełnej dawki syntetycznych zapraw (PŻ1) wynoszącego 27258.6 zł.

Kukurydza

Analiza kukurydzy również wykazała, że kombinacje z biokomponentami są bardziej opłacalne. Kombinacja KK2 (nanokoloidalne srebro + redukowana dawka syntetycznych zapraw) generowała najwyższy zysk z jednego hektara wynoszący 10396.45 zł/ha oraz całkowity zysk wynoszący 516155.91 zł, co było znacznie wyższe od kombinacji bez zaprawienia (KK1), która generowała zysk z jednego hektara wynoszący 10094 zł/ha i całkowity zysk wynoszący 413854 zł.

Groch

W przypadku grochu, kombinacja G1 (Astronaute), również wykazała wyższy zysk z jednego hektara wynoszący 6481.75 zł/ha oraz całkowity zysk wynoszący

9.2 Analiza opłacalności różnych strategii tworzenia materiału siewnego na podstawie wyników z 2024:

Pszenżyto ozime w 2024:

Kombinacje doświadczalne:

PŻ1: Materiał siewny zaprawiony środkami vibrance i systiva w pełnej dawce jako próba kontrolna.

Średni plon: 10.81 t/ha

PŻ2: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony polimerem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 10.47 t/ha

PŻ3: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 10.92 t/ha

PŻ4: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 10.32 t/ha

Wielkość obszarów upraw pszenżyta ozimego:

PŻ1: 3.227 ha

PŻ2: 2.3 ha

PŻ3: 2.1 ha

PŻ4: 2.8 ha

Zużycie nasion:

Formuła:

$$\text{Zużycie nasion na ha} = \frac{\text{MTZ} \times 320}{\text{Siła kiełkowania (\%)}}$$

Podstawienie dla pszenżyta:

$$\text{Zużycie nasion na ha} = \frac{53.22 \times 320}{90} \approx 189.52 \text{ kg/ha}$$

Koszty zapraw dla kombinacji:

$$\text{Koszt zaprawy na ha} = \text{Zużycie nasion na ha (kg/ha)} \times \frac{\text{Koszt zaprawy na tonę (zł/t)}}{1000}$$

PŻ1: pełna dawka Vibrance i Systiva

Koszt: 1000 zł/tona

PŻ2: polimer + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 1004 zł/tona

PŻ3: nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 958.5 zł/tona

PŻ4: biokomponenty + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 961.5 zł/tona

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

PŻ1:

Koszt zaprawy na ha:

$$189.5 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 1000 \text{ zł/t} = 189.52 \text{ zł/ha}$$

PŻ2:

Koszt zaprawy na ha:

$$189.5 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 1004 \text{ zł/t} = 190.28 \text{ zł/ha}$$

PŻ3:

Koszt zaprawy na ha:

$$189.5 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 958.5 \text{ zł/t} = 181.73 \text{ zł/ha}$$

PŻ4:

Koszt zaprawy na ha:

$$189.5 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 961.5 \text{ zł/t} = 182.24 \text{ zł/ha}$$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

Tadeus:

PŻ TD1: 3.227 ha

PŻ TD2: 2.3 ha

PŻ TD3: 2.1 ha

PŻ TD4: 2.8 ha

Tributo:

PŻ TB1: 4.0 ha

PŻ TB2: 3.5 ha

PŻ TB3: 2.6 ha

PŻ TB4: 2.2 ha

Formuła:

$$\text{Całkowity koszt zaprawy} = \text{Koszt zaprawy na ha} \times \text{Powierzchnia (ha)}$$

Tadeus:

PŻ TD1:

$$189.52 \times 3.227 \approx 611.17 \text{ zł}$$

PŻ TD2:

$$190.28 \times 2.3 \approx 437.64 \text{ zł}$$

PŻ TD3:

$181.73 \times 2.1 \approx 381.63 \text{ zł}$

PŻ TD4:

$182.24 \times 2.8 \approx 510.27 \text{ zł}$

Tributo:

PŻ TB1:

$189.52 \times 4.0 \approx 758.08 \text{ zł}$

PŻ TB2:

$190.28 \times 3.5 \approx 665.98 \text{ zł}$

PŻ TB3:

$181.73 \times 2.6 \approx 472.50 \text{ zł}$

PŻ TB4:

$182.24 \times 2.2 \approx 400.93 \text{ zł}$

Całkowite plony:

Formuła:

$$\text{Całkowity plon (t)} = \text{Średni plon (t/ha)} \times \text{Powierzchnia (ha)}$$

Tadeus:

PŻ TD1:

$10.56 \times 3.227 \approx 34.08 \text{ t}$

PŻ TD2:

$10.41 \times 2.3 \approx 23.94 \text{ t}$

PŻ TD3:

$10.27 \times 2.1 \approx 21.57 \text{ t}$

PŻ TD4:

$8.24 \times 2.8 \approx 23.07 \text{ t}$

Tributo:

PŻ TB1:

$$7.17 \times 4.0 \approx 28.68t$$

PŻ TB2:

$$8.10 \times 3.5 \approx 28.35t$$

PŻ TB3:

$$7.89 \times 2.6 \approx 20.51t$$

PŻ TB4:

$$8.28 \times 2.2 \approx 18.22t$$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

Tadeus:

Obliczenia dla każdego wariantu (Cena sprzedaży: 800 zł/t):

PŻ TD1:

Zysk na ha:

$$(10.56 \times 800) - 189.52 \approx 8460.48 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$8460.48 \times 3.227 \approx 27282.59 \text{ zł}$$

PŻ TD2:

Zysk na ha:

$$(10.41 \times 800) - 190.28 \approx 8219.52 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$8219.52 \times 2.3 \approx 18904.90 \text{ zł}$$

PŻ TD3:

Zysk na ha:

$$(10.27 \times 800) - 181.73 \approx 8061.27 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$8061.27 \times 2.1 \approx 16928.67 \text{ zł}$$

PŻ TD4:

Zysk na ha:

$$(8.24 \times 800) - 182.24 \approx 6389.76 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$6389.76 \times 2.8 \approx 17891.33 \text{ zł}$$

Tributo:

PŻ TB1:

Zysk na ha:

$$(7.17 \times 800) - 189.52 \approx 5585.48 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$5585.48 \times 4.0 \approx 22341.92 \text{ zł}$$

PŻ TB2:

Zysk na ha:

$$(8.10 \times 800) - 190.28 \approx 6319.72 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$6319.72 \times 3.5 \approx 22119.02 \text{ zł}$$

PŻ TB3:

Zysk na ha:

$$(7.89 \times 800) - 181.73 \approx 6140.27 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$6140.27 \times 2.6 \approx 15964.70 \text{ zł}$$

PŻ TB4:

Zysk na ha:

$$(8.28 \times 800) - 182.24 \approx 6479.76 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$6479.76 \times 2.2 \approx 14255.47 \text{ zł}$$

Wniosek

Tadeus:

Kombinacja PŻ TD1 (pełna dawka Vibrance i Systiva) generuje najwyższy całkowity zysk (27,282.59 zł) i najwyższy zysk na hektar (8,460.48 zł/ha). Jest to najbardziej opłacalna strategia spośród analizowanych dla Tadeus.

Kombinacja PŻ TD2 (polimer + redukowana dawka) osiąga dobry całkowity zysk (18,904.90 zł), ale ustępuje kontroli pod względem efektywności.

PŻ TD3 (nanokoloidalne srebro, miedź, krzem) generuje umiarkowany całkowity zysk (16,928.67 zł), a zysk na hektar jest niższy od kontroli i PŻ TD2.

PŻ TD4 (biokomponenty) przynosi najniższy całkowity zysk (17,891.33 zł) oraz zysk na hektar (6,389.76 zł/ha), wskazując na ograniczoną efektywność w przypadku tego wariantu.

Tributo:

Kombinacja PŻ TB1 (pełna dawka Vibrance i Systiva) osiąga najwyższy całkowity zysk (22,341.92 zł), ale zysk na hektar jest stosunkowo niski (5,585.48 zł/ha).

PŻ TB4 (biokomponenty) generuje najwyższy zysk na hektar (6,479.76 zł/ha) oraz dobry całkowity zysk (14,255.47 zł), pokazując większą efektywność w stosunku do innych innowacyjnych strategii.

Kombinacja PŻ TB2 (polimer + redukowana dawka) również generuje przyzwoite wyniki (22,119.02 zł całkowitego zysku).

PŻ TB3 (nanokoloidalne srebro, miedź, krzem) osiąga umiarkowany całkowity zysk (15,964.70 zł) i plasuje się poniżej kontroli.

Generalne Wnioski:

Dla Tadeus, kontrola (PŻ TD1) pozostaje najskuteczniejsza. W przypadku Tributo, biokomponenty (PŻ TB4) mogą być bardziej opłacalne, szczególnie w kontekście zysku na hektar.

Kombinacje innowacyjne z redukowaną dawką wymagają dalszych analiz w celu zwiększenia efektywności ekonomicznej.

Pszenica ozima w 2024:

Kombinacje doświadczalne i ich średni plon:

PSZ1: Materiał siewny zaprawiony środkami vibrance i systiva w pełnej dawce jako próba kontrola.

Średni plon: 9.73 t/ha

PSZ2: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony polimerem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 7.56 t/ha

PSZ3: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 8.0 t/ha

PSZ4: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 9.95 t/ha

Wielkość obszarów upraw pszenicy ozimej:

PSZ1: 15.395 ha

PSZ2: 13.5 ha

PSZ3: 23.8 ha

PSZ4: 12 ha

Zużycie nasion:

$$\text{Zużycie nasion na ha} = \frac{\text{MTZ} \times 320}{\text{Siła kiełkowania (\%)}}$$

Podstawienie:

$$\text{Zużycie nasion na ha} = \frac{44.53 \times 320}{89.5} \approx 159.37 \text{ kg/ha}$$

Koszty zapraw na tonę nasion:

Formuła:

$$\text{Koszt zaprawy na ha} = \text{Zużycie nasion na ha (kg/ha)} \times \frac{\text{Koszt zaprawy na tonę (zł/t)}}{1000}$$

PSZ1: pełna dawka Vibrance i Systiva

Koszt: 1000 zł/tona

PSZ2: polimer + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 1004 zł/tona

PSZ3: nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 958.5 zł/tona

PSZ4: biokomponenty + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 961.5 zł/tona

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

Podstawienie kosztów zaprawy na tonę z poprzedniego roku:

- PSZ1: 1000 zł/t
- PSZ2: 1004 zł/t
- PSZ3: 958.5 zł/t
- PSZ4: 961.5 zł/t

Obliczenia:

- PSZ1: $159.37 \times \frac{1000}{1000} = 159.37 \text{ zł/ha}$
- PSZ2: $159.37 \times \frac{1004}{1000} \approx 159.99 \text{ zł/ha}$
- PSZ3: $159.37 \times \frac{958.5}{1000} \approx 152.76 \text{ zł/ha}$
- PSZ4: $159.37 \times \frac{961.5}{1000} \approx 153.21 \text{ zł/ha}$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

$$\text{Całkowity koszt zaprawy} = \text{Koszt zaprawy na ha} \times \text{Powierzchnia (ha)}$$

- PSZ1: 15.395 ha
- PSZ2: 13.5 ha
- PSZ3: 23.8 ha
- PSZ4: 12 ha

Obliczenia:

- PSZ1: $159.37 \times 15.395 \approx 2452.95 \text{ zł}$
- PSZ2: $159.99 \times 13.5 \approx 2159.87 \text{ zł}$
- PSZ3: $152.76 \times 23.8 \approx 3635.69 \text{ zł}$
- PSZ4: $153.21 \times 12 \approx 1838.52 \text{ zł}$

Całkowite plony:

Formuła:

$$\text{Całkowity plon (t)} = \text{Średni plon (t/ha)} \times \text{Powierzchnia (ha)}$$

Średnie plony (z nowego pliku):

- PSZ1: 4.76 t/ha
- PSZ2: 6.32 t/ha
- PSZ3: 6.32 t/ha
- PSZ4: 5.47 t/ha

Obliczenia:

- PSZ1: $4.76 \times 15.395 \approx 73.27 \text{ t}$
- PSZ2: $6.32 \times 13.5 \approx 85.92 \text{ t}$
- PSZ3: $6.32 \times 23.8 \approx 150.42 \text{ t}$
- PSZ4: $5.47 \times 12 \approx 65.64 \text{ t}$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

Formuła:

$$\text{Zysk na ha} = (\text{Plon na ha (t/ha)} \times \text{Cena za tonę (zł/t)}) - \text{Koszt zaprawy na ha (zł/ha)}$$

Cena sprzedaży: 800 zł/t.

Obliczenia zysków:

- **PSZ1:**
Zysk na ha: $(4.76 \times 800) - 159.37 \approx 3688.63 \text{ zł/ha}$
Całkowity zysk: $3688.63 \times 15.395 \approx 56772.55 \text{ zł}$
- **PSZ2:**
Zysk na ha: $(6.32 \times 800) - 159.99 \approx 4901.01 \text{ zł/ha}$
Całkowity zysk: $4901.01 \times 13.5 \approx 66163.64 \text{ zł}$
- **PSZ3:**
Zysk na ha: $(6.32 \times 800) - 152.76 \approx 4907.24 \text{ zł/ha}$
Całkowity zysk: $4907.24 \times 23.8 \approx 116919.31 \text{ zł}$
- **PSZ4:**
Zysk na ha: $(5.47 \times 800) - 153.21 \approx 4232.79 \text{ zł/ha}$
Całkowity zysk: $4232.79 \times 12 \approx 50793.46 \text{ zł}$

WNIOSEK

Kombinacja PSZ3 (nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + redukowana dawka syntetycznych zapraw) generuje najwyższy całkowity zysk (116919.31 zł). Jest ona najbardziej opłacalna spośród wszystkich analizowanych. Kombinacja PSZ2 również osiąga wysoki całkowity zysk (66163.64 zł), przewyższając PSZ1 i PSZ4. PSZ1, będąca kontrolą, generuje najniższy zysk.

Kukurydza w 2024:

Kombinacje doświadczalne i ich średni plon:

KK1: Materiał siewny bez zaprawienia jako próba kontrolna.

Średni plon: 15,21 t/ha

KK2: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony nanokoloidalnym srebrem miedzią i krzemem oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 14,44 t/ha

KK3: Innowacyjna zaprawa - Materiał siewny zaprawiony biokomponentami oraz środkami vibrance i systiva w zredukowanej dawce o 20%.

Średni plon: 15,3 t/ha

Wielkość obszarów upraw kukurydzy:

KK1: 41 ha

KK2: 49.58 ha

KK3: 40.2 ha

Zużycie nasion:

Kukurydza: 35 kg/ha

Koszty zapraw dla kombinacji:

Koszty zapraw na tonę nasion:

KK1: brak zaprawienia (koszt 0 zł)

KK2: nanokoloidalne srebro, miedź, krzem + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 958.5 zł/tona

KK3: biokomponenty + Vibrance i Systiva w zredukowanej dawce o 20%

Koszt: 961.5 zł/tona

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

KK1:

$$35 \text{ kg/ha} \times 0 \text{ zł/t} = 0 \text{ zł/ha}$$

KK2:

$$35 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 958.5 \text{ zł/t} = 33.55 \text{ zł/ha}$$

KK3:

$$35 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 961.5 \text{ zł/t} = 33.65 \text{ zł/ha}$$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

K1:

$$0 \text{ zł}$$

K2:

$$33.55 \times 49.58 \approx 1663.69 \text{ zł}$$

K3:

$$33.65 \times 40.2 \approx 1352.43 \text{ zł}$$

Całkowite plony:

Obliczenia:

K1:

$$15,21 \times 41 \approx 623.61 \text{ t}$$

K2:

$$14,44 \times 49.58 \approx 715,93 \text{ t}$$

K3:

$$16.54 \times 40.2 \approx 615,06$$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

Obliczenia:

K1:

$(15,21 \times 700) - 0 \approx 10647 \text{ zł/ha}$

Całkowity zysk:

$11298 \times 41 \approx 463,218 \text{ zł}$

K2:

Zysk na ha:

$(14,44 \times 700) - 33.55 \approx 10074 \text{ zł/ha}$

K3:

Zysk na ha:

$(15,3 \times 700) - 33.65 \approx 10\ 676 \text{ zł/ha}$

Wnioski:

1. **K3 (biokomponenty)** generuje najwyższy zysk na hektar (10676 zł/ha), co czyni ją najbardziej opłacalną kombinacją.
2. **K1 (kontrola)** osiąga bardzo podobny całkowity zysk na hektar 10647 zł/ha
3. **K2 (nanokoloidy)** generuje najniższy zysk na hektar 10074 zł/ha

Groch:

Kombinacje doświadczalne i ich średni plon:

G1 (Astronaute):

Średni plon: 6.70 t/ha

G2 (Mecenas):

Średni plon: 5,56 t/ha

Wielkość obszarów upraw grochu:

Całkowita powierzchnia upraw grochu: 50.44 ha

Zużycie nasion:

Formuła:

$$\text{Zużycie nasion na ha} = \frac{\text{MTZ} \times 320}{\text{Siła kiełkowania (\%)}}$$

Podstawienie:

$$\text{Zużycie nasion na ha} = \frac{289.75 \times 320}{93} \approx 997.85 \text{ kg/ha}$$

Koszt zaprawy:

Formuła:

$$\text{Koszt zaprawy na ha} = \text{Zużycie nasion na ha (kg/ha)} \times \frac{\text{Koszt zaprawy na tonę (zł/t)}}{1000}$$

Koszt zaprawy dla grochu wynosi 47.5 zł/t (bez zmian w stosunku do ubiegłego roku).

Obliczenia kosztów zapraw na hektar:

Koszt zaprawy na hektar:

$$300 \text{ kg/ha} \times 1 \text{ t/1000 kg} \times 47.5 \text{ zł/t} = 14.25 \text{ zł/ha}$$

Całkowite koszty zapraw dla każdej kombinacji:

Obliczenia:

$$47.40 \times 50.44 \approx 2391.86 \text{ zł}$$

Formuła:

$$\text{Całkowity plon (t)} = \text{Średni plon (t/ha)} \times \text{Powierzchnia (ha)}$$

Średnie plony z danych:

Mecenas (GM): 5.56 t/ha

Astronaute (GA): 6.70 t/ha

Obliczenia:

Mecenas:

$$5.56 \times 50.44 \approx 280.45 \text{ t}$$

Astronaute:

$$6.70 \times 50.44 \approx 337.95 \text{ t}$$

Formuła:

$$\text{Zysk na ha} = (\text{Plon na ha (t/ha)} \times \text{Cena za tonę (zł/t)}) - \text{Koszt zaprawy na ha (zł/ha)}$$

Obliczenie zysku z zaprawą na hektar

Formuła:

$$\text{Zysk na ha} = (\text{Plon na ha (t/ha)} \times \text{Cena za tonę (zł/t)}) - \text{Koszt zaprawy na ha (zł/ha)}$$

Cena sprzedaży: 800 zł/t.

Obliczenia:

Mecenas:

Zysk na ha:

$$(5.56 \times 800) - 47.40 \approx 4394.60 \text{ zł/ha}$$

Całkowity zysk:

$$4394.60 \times 50.44 \approx 221642.42 \text{ zł}$$

Astronaute:

Zysk na ha:

$(6.70 \times 800) - 47.40 \approx 5312.60 \text{ zł/ha}$

Całkowity zysk:

$5312.60 \times 50.44 \approx 267946.34 \text{ zł}$

Wniosek

Astronaute generuje najwyższy całkowity zysk (267,946.34 zł) oraz najwyższy zysk na hektar (5312.60 zł/ha), co czyni tę odmianę bardziej opłacalną niż Mecenias.

Mecenias, chociaż mniej efektywny w porównaniu do Astronaute, wciąż generuje przyzwoity całkowity zysk (221,642.42 zł).

Groch w 2024:

Wyższa efektywność Astronaute sugeruje, że ta odmiana powinna być preferowana w przyszłych sezonach, zwłaszcza przy podobnych kosztach zaprawy i warunkach rynkowych.

Analiza:

Najlepszym wskaźnikiem porównującym efektywność ekonomiczną stosowanego materiału siewnego jest zysk na hektar ujmowany dla uproszczenia jako wielkość przychodu pomniejszana o koszty zaprawy (tworzy nam to układ *ceteris paribus* co do wpływu zaprawy).

W 2024 r. w pszenicy ozimym w odmianie Tributo wszystkie kombinacje sposobu zaprawiania materiału siewnego przyniosły istotne przewagi względem kontroli (Polimery – 6319 zł/ha, Nanocząsteczki – 6140,27 zł/ha, Biokomponenty 6479,76 zł/ha vs kontrola – 5585,48 zł/ha)/

W 2024 w pszenicy ozimej wszystkie badane rodzaje materiału siewnego przyniosły większy zysk niż kontrola (Polimer – 4901 zł/ha, Nanocząsteczki 4907 zł/ha, Biokomponenty 4232,8 zł/ha vs kontrola 3688,63 zł/ha).

W 2024 w kukurydzy K3 (biokomponenty) generują najwyższy zysk na hektar (10676 zł/ha), co czyni je najbardziej opłacalną kombinacją. K1 (kontrola) osiąga bardzo podobny całkowity zysk na hektar 10647 zł/ha K2 (nanokoloidy) generuje najniższy zysk na hektar 10074 zł/ha.

W każdej z upraw innowacyjny materiał siewny przyniósł większy zysk z hektara niż standardowa kontrola.

10. Podsumowanie wytworzonych innowacji

10.1 Innowacja produktowa- ulepszony materiał siewny z wykorzystaniem polimerów (Kombinacja doświadczalna nr 2)

Innowacja w zakresie wykorzystania polimerów w procesie zaprawiania nasion przyniosła znaczące korzyści zarówno w aspekcie technologii upraw, jak i ekonomiki produkcji rolniczej, stanowiąc istotny krok w kierunku zrównoważonego rolnictwa. Polimery zastosowane w innowacyjnych zaprawach, wykazały dużą skuteczność w poprawie kluczowych parametrów procesu zaprawiania, w tym równomierności pokrycia nasion, która wynosiła średnio 96%, w porównaniu do kontroli na poziomie 94–95%. To nie tylko zwiększyło efektywność ochrony nasion przed patogenami, ale także wpłynęło na lepsze i bardziej równomierne wschody roślin, co w praktyce przekłada się na stabilniejsze plony. Wykorzystanie polimerów umożliwiło również optymalizację parametrów fizycznych zapraw, takich jak napięcie powierzchniowe (wynoszące 28,98 mN/m w przypadku pszenicy ozimej) oraz istotne zmniejszenie pylistości do 0,3998 g/100 kg nasion, co znacząco ograniczyło straty materiału podczas siewu oraz poprawiło bezpieczeństwo pracy.

Największe korzyści ekonomiczne i produkcyjne zaobserwowano w przypadku pszenżyta ozimego, gdzie technologia z użyciem polimerów przyniosła zarówno wyższe plony, jak i zwiększony zysk. Średni plon wzrósł z 9,94 t/ha w kontroli do 10,31 t/ha, co stanowi znaczącą poprawę. Jednocześnie średni zysk na hektar wyniósł 230,5 zł, bazując na wynikach z dwóch lat i wielu lokalizacji badawczych. Warto podkreślić, że w roku 2024 technologia ta wygenerowała aż 734 zł/ha więcej względem kontroli, co potwierdza jej efektywność w zmiennych warunkach środowiskowych. W pszenicy ozimej rezultaty były równie imponujące – przy zastosowaniu polimerów osiągnięto zysk w wysokości 1219 zł/ha w roku 2024, co udowadnia, że redukcja chemicznych środków ochrony o 20% nie wpłynęła negatywnie na końcowy wynik produkcji, a wręcz przeciwnie – pozwoliła na znaczną oszczędność i poprawę plonowania.

W przypadku kukurydzy zastosowanie polimerów również przyniosło korzyści, szczególnie w kontekście poprawy jakości procesu zaprawiania. Pylistość zaprawy została zmniejszona do 0,7495 g/100 kg nasion, co miało kluczowe znaczenie dla utrzymania jakości nasion i ograniczenia strat podczas ich aplikacji. Choć plony w kukurydzy wykazały większą stabilność w porównaniu do innych upraw, wyniki te nadal wskazują, że technologia polimerowa stanowi obiecujące rozwiązanie w dążeniu do zwiększenia efektywności produkcji przy ograniczonym użyciu chemikaliów.

Projekt, choć pierwotnie zakładał jedynie wskazanie możliwości utrzymania plonów przy zmniejszonym zużyciu chemicznych środków ochrony roślin, wykazał, że zastosowanie polimerów pozwala nie tylko osiągnąć założony cel, ale także zwiększyć efektywność plonowania. W pszenżycie ozimym, oprócz stabilności plonów na poziomie przewyższającym kontrolę, odnotowano również wyższy zysk z hektara, co jest istotnym dowodem na przewagę tej technologii nad tradycyjnymi metodami zaprawiania. Podobne wyniki w pszenicy ozimej udowodniły, że redukcja chemii nie musi oznaczać obniżenia efektywności, a odpowiednio dobrane technologie, takie jak polimery, mogą stanowić katalizator wzrostu produktywności.

Dzięki wdrożeniu innowacji polimerowych projekt pokazał, że rolnictwo może ewoluować w kierunku bardziej zrównoważonych rozwiązań, które ograniczają negatywny wpływ na środowisko, nie rezygnując przy tym z wysokiej efektywności ekonomicznej. Wyniki projektu jednoznacznie potwierdzają, że polimery mogą odgrywać kluczową rolę w przyszłości rolnictwa, szczególnie w kontekście zwiększonej presji na redukcję chemii w produkcji roślinnej. Te rezultaty wskazują, że połączenie nowoczesnych technologii z odpowiednim zarządzaniem produkcją rolną może przynieść nie tylko lepsze wyniki finansowe dla producentów, ale także korzyści w postaci bardziej odpowiedzialnego podejścia do ochrony środowiska.

Podsumowując, wdrożenie polimerów w technologii zaprawiania nasion dowodzi, że można skutecznie łączyć redukcję chemicznych środków ochrony roślin z poprawą jakości i efektywności produkcji. To

rozwiązanie pozwala na osiągnięcie stabilnych i wysokich plonów nawet w trudnych warunkach uprawowych, co czyni je idealnym narzędziem dla nowoczesnego rolnictwa. Innowacyjność tej technologii polega na jej uniwersalnym zastosowaniu w różnych gatunkach upraw, od pszenicy, przez pszenżyto, aż po kukurydzę, co zapewnia rolnikom elastyczność i możliwość dostosowania produkcji do indywidualnych potrzeb. Wyniki jednoznacznie wskazują na jej potencjał w podnoszeniu rentowności gospodarstw rolnych przy jednoczesnym ograniczeniu wpływu na środowisko. To nie tylko innowacja technologiczna, ale również wyraz nowoczesnego podejścia do produkcji roślinnej, które integruje cele ekonomiczne i środowiskowe, otwierając nowe możliwości dla przyszłości europejskiego rolnictwa.

10.2. Innowacja produktowa- ulepszony materiał siewny z wykorzystaniem nanocząsteczek (kombinacja doświadczalna nr 3)

Zastosowanie nanocząsteczek w procesie zaprawiania nasion stanowiło jedną z najbardziej zaawansowanych innowacji produktowych realizowanych w ramach projektu. Celem tej technologii było zwiększenie efektywności ochrony nasion przed patogenami oraz optymalizacja ich wzrostu, przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia chemicznych środków ochrony roślin. Nanocząsteczki, zostały wyselekcjonowane ze względu na ich unikalne właściwości biobójcze, stymulujące oraz poprawiające parametry fizykochemiczne zapraw nasiennych. Innowacja ta nie tylko umożliwiła uzyskanie wyższych plonów, ale również dowiodła, że można osiągnąć wysoki poziom ochrony roślin przy mniejszym obciążeniu środowiska.

Technologia z zastosowaniem nanocząsteczek wykazała wyjątkową skuteczność w poprawie parametrów technicznych zapraw. W przypadku pszenżyta ozimego równomierność pokrycia nasion wyniosła 96%, co stanowiło istotne usprawnienie względem kontroli. Zastosowanie nanocząsteczek poprawiło również stopień wypełnienia bruzd nasiennych zaprawą, który wynosił 95%, zapewniając bardziej skuteczne dostarczanie substancji aktywnych do nasion. Jednym z kluczowych parametrów była pylistość zaprawy, która w przypadku technologii z nanocząsteczkami osiągnęła wartość 0,49 g/100 kg nasion, co jest wartością niższą niż w kontrolnych mieszaninach dla pszenżyta i kukurydzy. Największe korzyści tej technologii odnotowano w zakresie zdolności kiełkowania i plonowania roślin. W przypadku pszenżyta ozimego plon wzrósł z 9,94 t/ha w kontroli do 10,35 t/ha, co przełożyło się na średni zysk na poziomie 325,5 zł/ha względem kontroli na podstawie danych z dwóch lat i wielu lokalizacji badawczych. Wynik ten dowodzi, że nanocząsteczki, dzięki swoim właściwościom biostymulacyjnym i ochronnym, wspierają nie tylko wczesny rozwój roślin, ale również ich późniejsze zdolności plonowania. W przypadku pszenicy ozimej technologia z nanocząsteczkami wykazała również pozytywne rezultaty – zysk z zastosowania materiału siewnego względem kontroli w 2024 roku wyniósł 1213 zł/ha, co było wynikiem lepszym od kontroli, mimo redukcji chemicznych środków ochrony roślin w zakresie zaprawiania o 20%.

Zastosowanie nanocząsteczek w kukurydzy przyniosło zróżnicowane efekty w zależności od warunków. Pylistość zapraw została zredukowana do 0,49 g/100 kg nasion, co wpłynęło na poprawę jakości zaprawy i stabilność procesu siewu. W przypadku plonowania w roku 2023 technologia ta pozwoliła na osiągnięcie wyższego zysku względem kontroli, jednak w roku 2024 warunki środowiskowe wpłynęły na obniżenie efektywności tej technologii. Mimo to technologia z nanocząsteczkami w kukurydzy wykazała znaczący potencjał w kontekście redukcji użycia chemicznych środków ochrony przy zachowaniu wysokiej jakości zaprawy.

Projekt, mimo że zakładał jedynie utrzymanie plonów przy zmniejszonej ilości chemii, wykazał, że zastosowanie nanocząsteczek może znacząco zwiększyć wydajność produkcji roślinnej w wielu gatunkach upraw. W przypadku pszenżyta ozimego i pszenicy ozimej technologia ta nie tylko pozwoliła na ograniczenie chemicznych środków ochrony o 20%, ale również przyniosła wyższe zyski, co jest dowodem na synergiczne działanie nanocząsteczek i pozostałych składników zaprawy.

Podsumowując, innowacja produktowa oparta na nanocząsteczkach dowiodła, że nowoczesne technologie mogą znacząco wpłynąć na efektywność upraw, jednocześnie wspierając cele zrównoważonego rolnictwa. Technologia ta wyróżnia się swoją uniwersalnością – od pszenicy, przez pszenżyto, aż po kukurydzę – co czyni ją idealnym rozwiązaniem dla gospodarstw rolnych, które chcą łączyć wysoką wydajność z troską o środowisko. Wyniki jednoznacznie wskazują na potencjał nanocząsteczek jako kluczowego elementu przyszłości rolnictwa.

10.3. Innowacja produktowa – materiał siewny z wykorzystaniem biokomponentów (kombinacja doświadczalna nr 4)

Innowacja produktowa w zakresie biokomponentów w zaprawianiu nasion wprowadziła przełomowe rozwiązanie, które skutecznie łączy efektywną ochronę roślin z redukcją chemicznych środków ochrony, przynosząc jednocześnie wymierne korzyści ekonomiczne i środowiskowe. W ramach projektu wykorzystano naturalne składniki, takie jak kurkuma mielona oraz susz z papryczek chili, które wykazują właściwości biostymulujące i ochronne. Biokomponenty te wspierały wczesny rozwój roślin, chroniły nasiona i młode siewki przed chorobami oraz czynnikami zewnętrznymi, jednocześnie zmniejszając konieczność stosowania chemicznych środków ochrony. W pszenżycie ozimym zastosowanie biokomponentów pozwoliło osiągnąć plony na poziomie 10,34 t/ha, co stanowiło wzrost o 0,4 t/ha w porównaniu do kontroli, gdzie plony wyniosły 9,94 t/ha. Średni zysk na hektar w tej technologii wyniósł 254,5 zł, a w roku 2024 aż 894 zł/ha, co wyraźnie podkreśla efektywność tego rozwiązania w kontekście ekonomicznym.

Równie pozytywne wyniki uzyskano w przypadku pszenicy ozimej, gdzie zastosowanie biokomponentów przyniosło zysk w wysokości 544 zł/ha w 2024 roku, przy zachowaniu wysokiej jakości plonów i równomierności pokrycia nasion zaprawą. Właściwości przeciwwgrzybicze i przeciwbakteryjne kurkumy w połączeniu z suszem z papryczek chili znacząco zwiększyły ochronę nasion w początkowych fazach wzrostu roślin. Co istotne, osiągnięto to przy redukcji chemicznych środków ochrony o 20%, co dodatkowo podkreśla korzyści wynikające z tego podejścia. Parametry fizykochemiczne zaprawy, takie jak pylistość na poziomie 1,1995 g/100 kg nasion oraz równomierność pokrycia wynosząca 95%, były zgodne z wymaganiami przemysłowymi i zapewniały skuteczną ochronę roślin.

W przypadku kukurydzy zastosowanie biokomponentów, takich jak susz z papryczek chili, wykazało dodatkowe korzyści związane z utrzymaniem obsady roślin w warunkach presji dzięki zwierzyńcy. Na działkach narażonych na obecność dzikich zwierząt, takich jak dziki czy sarny, biokomponenty skutecznie działały jako repelenty, chroniąc młode rośliny przed zniszczeniem we wczesnych etapach wzrostu. Papryczka chili, dzięki swoim właściwościom odstraszającym, pozwoliła ograniczyć straty obsady w trudnych warunkach środowiskowych, co przełożyło się na stabilizację plonów. W efekcie plony kukurydzy w 2024 roku wyniosły 15,3 t/ha, przewyższając wyniki kontroli, które osiągnęły poziom 15,21 t/ha. Dodatkowo, zmniejszenie pylistości zaprawy do poziomu 0,712 g/100 kg nasion przyczyniło się do poprawy jakości zaprawy oraz procesów aplikacji nasion.

Biokomponenty wykazały również szerokie korzyści środowiskowe. Zastąpienie części chemicznych środków ochrony naturalnymi składnikami, takimi jak kurkuma i papryczka chili, znacząco ogranicza emisję toksycznych substancji do gleby i wód gruntowych, przyczyniając się do poprawy stanu ekosystemów. Co więcej, naturalne składniki wspierają regenerację gleby, sprzyjając rozwojowi pożytecznych mikroorganizmów. Takie podejście nie tylko pozwala na poprawę jakości gleb, ale także zwiększa odporność upraw na zmienne warunki środowiskowe.

Podsumowując, biokomponenty w zaprawianiu nasion stanowią efektywne rozwiązanie produktowe, które integruje ochronę nasion z dbałością o środowisko. Dzięki ich zastosowaniu możliwe było nie tylko ograniczenie chemii w produkcji, ale także zwiększenie opłacalności upraw. Równocześnie technologia ta wykazała swoją uniwersalność w uprawach pszenicy, pszenżyta i kukurydzy, co dowodzi, że biokomponenty mają potencjał do szerokiego wdrożenia w rolnictwie zrównoważonym. Wyniki

projektu pokazują, że naturalne składniki mogą skutecznie wspierać ochronę roślin i stabilizację plonów, jednocześnie odpowiadając na potrzeby współczesnego rolnictwa w zakresie ekologii i efektywności.

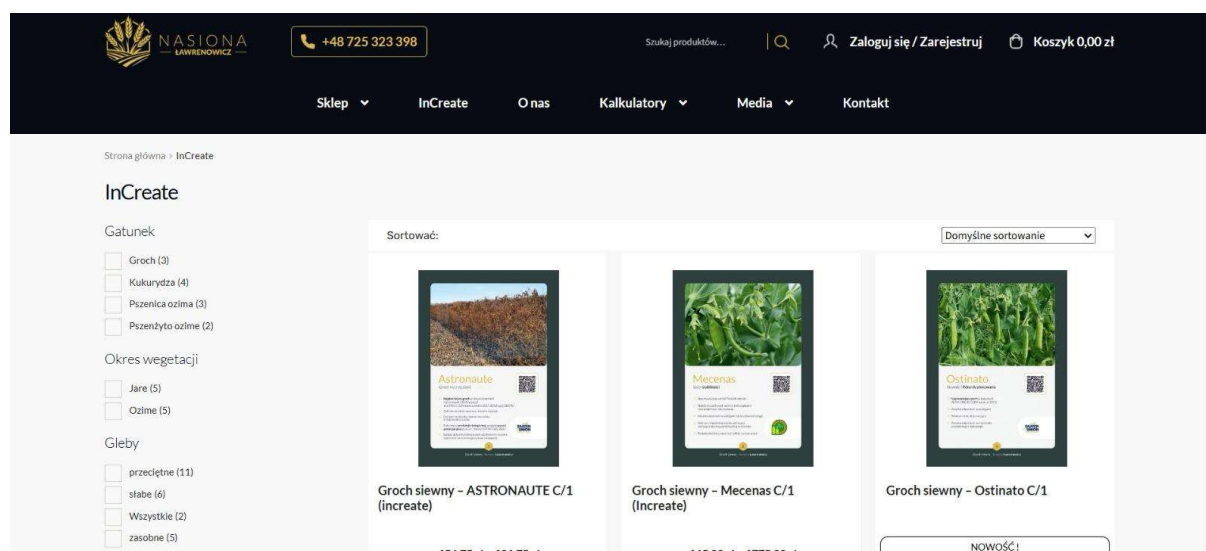
10.4. Innowacja organizacyjna

Innowacja organizacyjna stworzona w ramach projektu „Innowacje w polskim nasiennictwie” wyróżnia się unikalnym systemem online do zamawiania i personalizacji procesu zaprawiania nasion. Opracowana platforma umożliwia rolnikom wybór gatunków, odmian, rodzaju opakowania oraz opcji zaprawiania nasion, dostosowanych do ich indywidualnych potrzeb i warunków upraw. System zapewnia możliwość konfiguracji parametrów produktu – od standardowego zaprawiania z użyciem Vibrance Gold i Systiva, po opcje biokomponentowe (np. kurkuma i papryczka chili), nanokoloidalne srebro z miedzią i krzemem czy polimery. Platforma pozwala rolnikom na optymalizację kosztów i efektywności zamówienia.

Kluczową cechą innowacji jest prostota i intuicyjność interfejsu, który został opracowany w oparciu o konsultacje z rolnikami. Użytkownicy mogą nie tylko dokładnie dopasować produkt do swoich potrzeb, ale także korzystać z zaawansowanych funkcji, takich jak filtrowanie nasion według odporności na choroby czy określonych cech jakościowych. Po dokonaniu wyboru platforma umożliwia zapisanie preferencji użytkownika i przekazanie zlecenia bezpośrednio do produkcji, co znacząco usprawnia proces logistyczny.

Platforma została zaprojektowana w responsywnej architekturze, co umożliwia jej użycie na komputerach, tabletach oraz smartfonach, co jest niezwykle wygodne w warunkach polowych. System rejestruje wszystkie decyzje użytkownika, co pozwala na ich śledzenie w przyszłości, a także dostarcza rolnikom narzędzi do kalkulacji kosztów zamówień. Tego rodzaju digitalizacja procesu zaprawiania nasion stanowi przełom na rynku, pozwalając na kompleksowe i wygodne zarządzanie zamówieniami w branży nasiennej.

Adres strony internetowej: <https://www.nasiona-lawrenowicz.pl/kategoria-produktu/increate/>

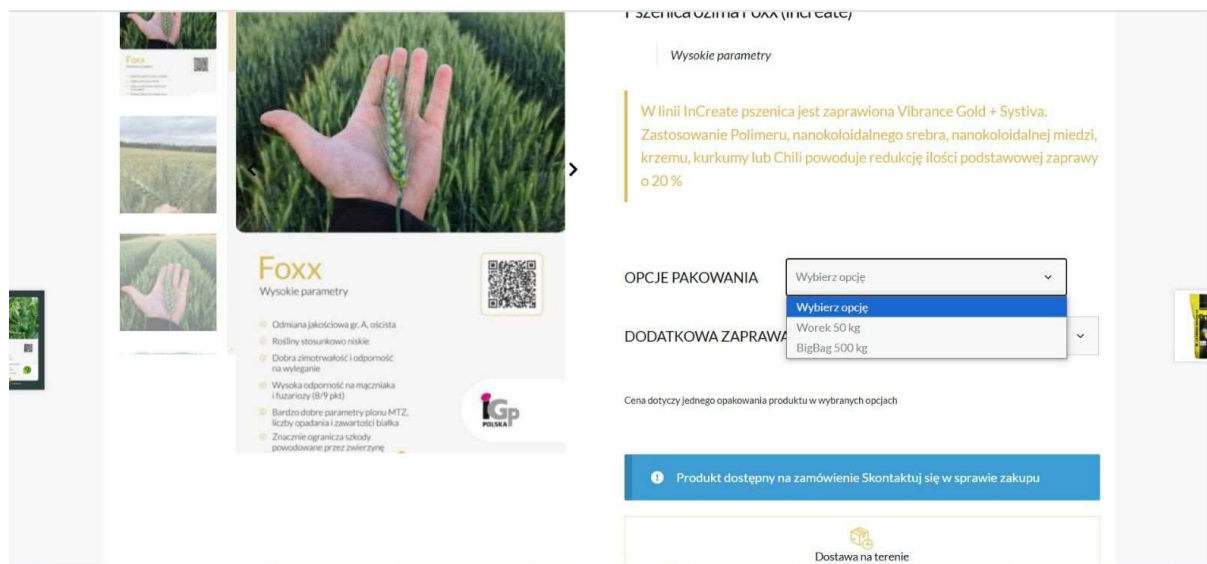


Screenshot.1.

Możliwość specyfikacji gatunków i odmian roślin:

Z lewej strony (Screenshot.1) znajdują się pola wyboru gatunku roślin. Po zaznaczeniu jednej opcji, na zasadzie selekcji pozytywnej, z prawej strony zostają ikony odmian tylko tego gatunku. Wybierając odpowiednią ikonę, mamy możliwość wyboru odmiany. I przechodzimy do dalszej części procesu.

Również z lewej strony (Screenshot.1) mamy unikalny, może nawet w skali świata, system selekcji odmian na podstawie własnych potrzeb brzegowych.



Screenshot.2

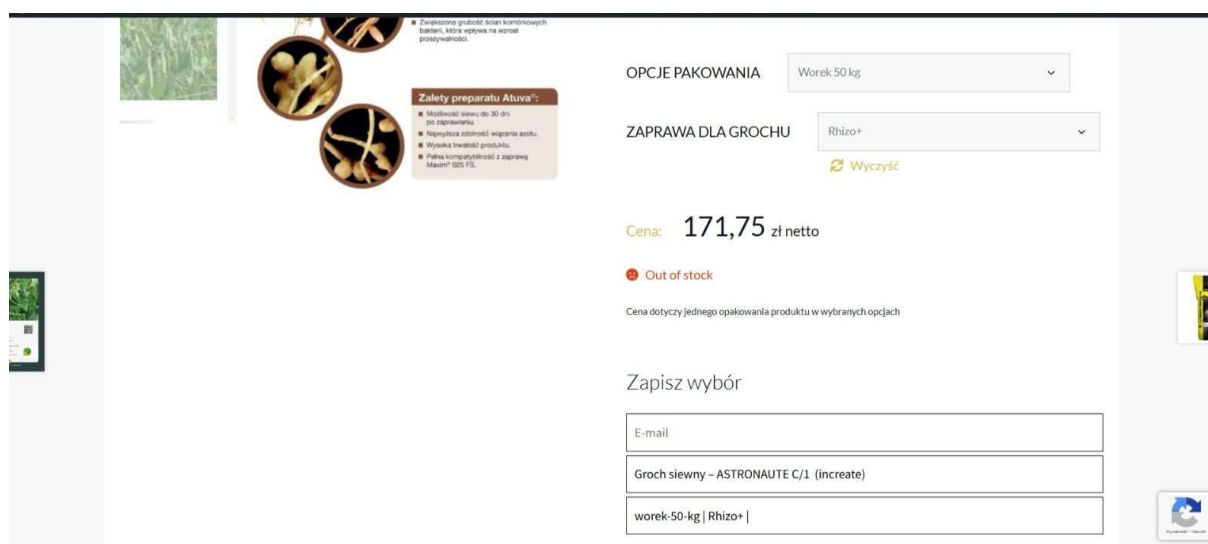
Powyżej (Screenshot.2) przedstawiono screen z funkcjonalnego **wyboru opcji pakowania, którego można dokonać po wyborze gatunku i odmiany.**



Screenshot.3

Kolejnym wyborem jest **możliwość wyboru zaprawy (Screenshot.3)**. Zgodnie z wytycznymi programu podstawowym wyborem jest zaprawa Vibrance Gold oraz Systiva w pełnej dawce. Wybranie przez

klienta dodatkowej zaprawy powoduje obniżenie dawki podstawowych zapraw o 20 %. Jest to wyjaśnione tekstem w kolorze żółtym. Do wyboru są wszystkie opcje dla programu, specyficzne dla gatunku i od tego zależne. W tym wypadku dla zbóż : a) brak dodatkowej zaprawy (tj. pełna dawka podstawowa) b) biokomponenty, kurkuma i papryczka chili (z obniżoną o 20 % dawką zaprawy głównej) c) nanokoloidalne srebro + nanokoloidalna miedź + krzem (z obniżoną o 20 % dawką zaprawy głównej) d) polimer, sepiret (z obniżoną o 20 % dawką zaprawy głównej). W ten sposób farmer ma **możliwość kreowania parametrów produktu, która ma zostać wyprodukowany**



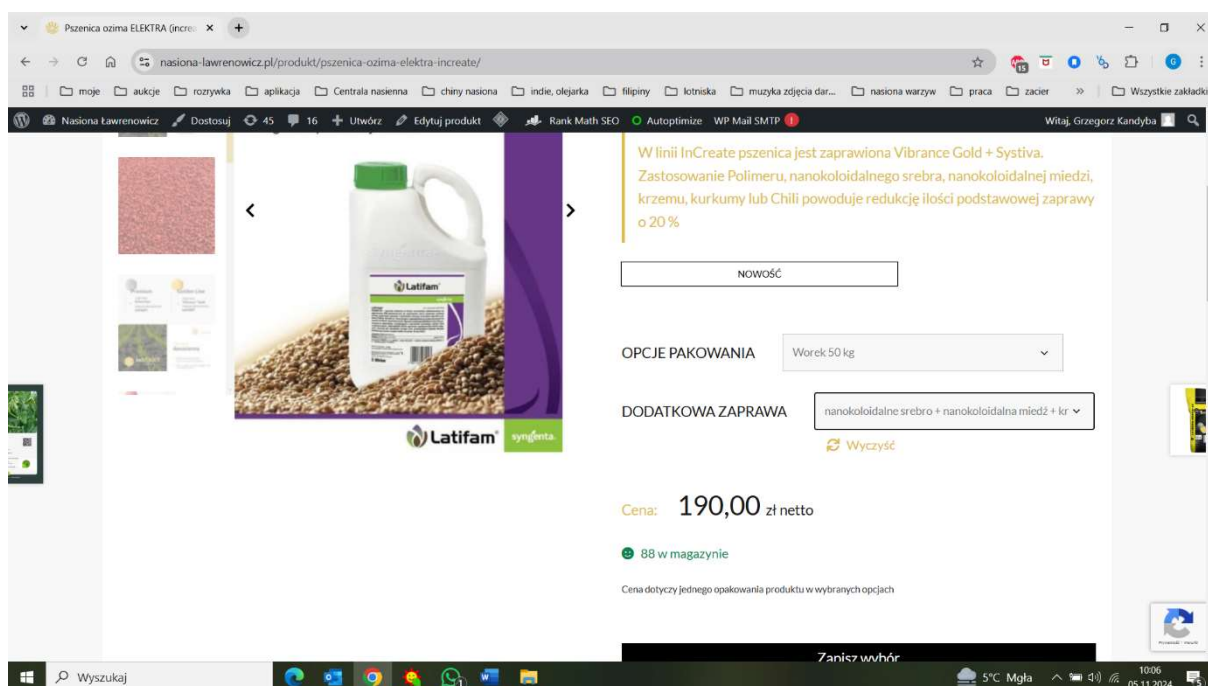
Screenshot. 4

Po dokonaniu odpowiednich wyborów, każdy zainteresowany ma **możliwość zapisywania danych i preferencji (Screenshot.4)**. Te informacje otrzyma również bezpośrednio do siebie na wskazany adres e-mail. Widok w prawym dolnym rogu.

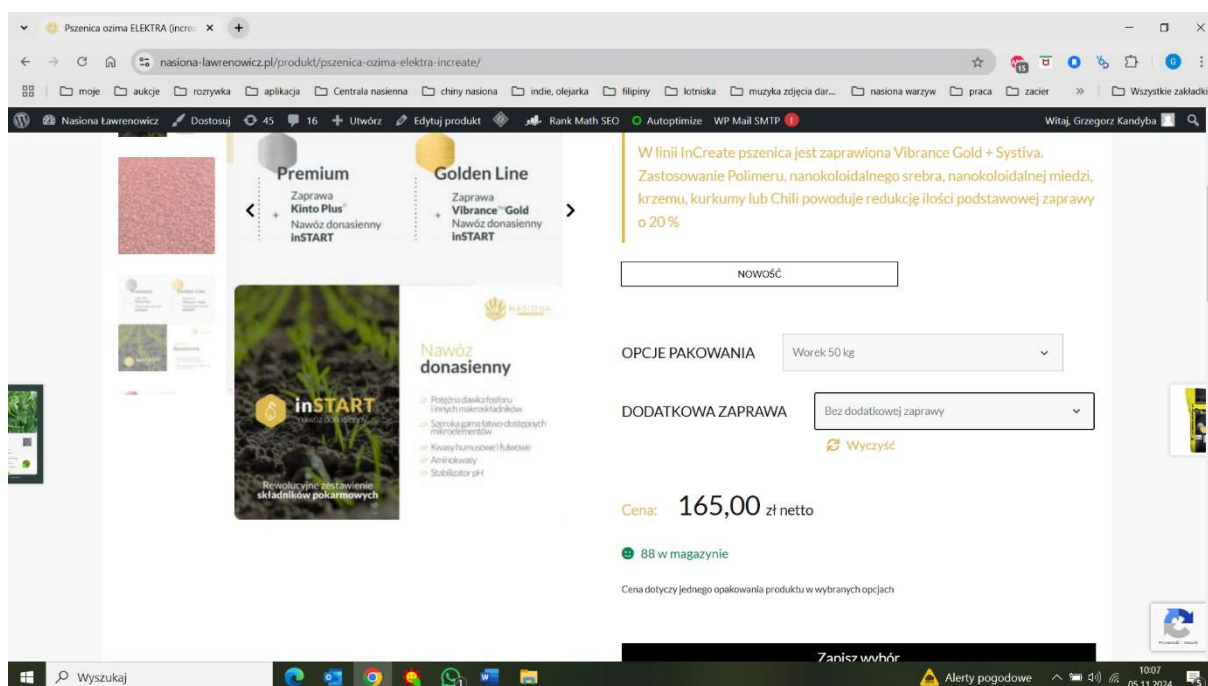


Screenshot. 5

Jeżeli farmer jest zdecydowany, ma **możliwość obsługi zamówień produkcyjnych** poprzez bezpośrednie zlecenie swoich zamówień bezpośrednio na dział produkcji. Żółte pole formularza to funkcjonalny przycisk do przekazania zlecenia produkcji (Screenshot.5).



Screenshot.6



Screenshot.7

Poprzez odpowiedni dla siebie dobór odmiany, rodzaju opakowania oraz zastosowanej zaprawy nasz partner handlowy ma **możliwość wykalkulowania kosztów zlecenia produkcji**. Powyżej są zdjęcia różnych cen produktu zależnie od wybranej zaprawy (Screenshot.6, Screenshot.7).

Aplikacja do zamawiania nasion umożliwia rolnikom przeglądanie, wybieranie i zamawianie nasion z różnymi opcjami zaprawiania, dostosowanymi do ich specyficznych potrzeb. Aplikacja została stworzona w oparciu o responsywną architekturę, co pozwala na dostęp z różnych urządzeń, w tym komputerów, tabletów i smartfonów, co zapewnia wygodę użytkowania w warunkach polowych.

Funkcjonalności aplikacji:

- Przegląd katalogu nasion: System wyświetla katalog nasion z pełnym opisem odmian oraz dostępnych opcji zaprawiania.
- Filtry i wyszukiwanie: Aplikacja umożliwia filtrowanie nasion według gatunku, opcji zaprawiania, odporności na choroby oraz innych cech.
- Opcje zaprawiania nasion: Przy każdym produkcie dostępne są informacje o możliwościach zaprawiania, w tym klasyczne zaprawianie, biopreparaty oraz inne zaprawy przeciw chorobom grzybowym. Użytkownik może wybrać odpowiednią opcję przy składaniu zamówienia.
- Intuicyjny proces zamawiania: Proces składania zamówienia jest prosty i intuicyjny, a każda decyzja użytkownika jest odpowiednio zapisywana w bazie danych aplikacji, aby zapewnić przejrzystość i dokładność zamówień.
- Profil użytkownika: Rolnicy mają dostęp do swojego profilu. Każdy klient może śledzić historię swoich wyborów oraz zamówień.

Projektowanie i konsultacje

Interfejs aplikacji został zaprojektowany w sposób przyjazny dla użytkownika i przetestowany z udziałem rolników, którzy podzielili się swoimi opiniami na temat oczekiwanych funkcji oraz ergonomii. W wyniku tych konsultacji wprowadzono m.in. uproszczony interfejs. Dzięki temu aplikacja spełnia wymagania praktyczne rolników, co jest kluczowe dla jej użyteczności i funkcjonalności w codziennych pracach polowych.

11. Podsumowanie i wnioski

11.1. Sformułowanie wyników badań i ich wpływu na polskie nasiennictwo

Projekt miał na celu opracowanie i wdrożenie innowacyjnych metod zaprawiania nasion przy użyciu biokomponentów, polimerów oraz nanocząsteczek, mając na celu zwiększenie ich odporności na choroby oraz poprawę jakości plonów. Wstępne badania ujawniły, że tradycyjne metody zaprawiania, oparte na chemicznych środkach ochrony roślin, mogą szkodliwie wpływać na środowisko. Przeprowadzenie analiz teledetekcyjnych umożliwiło wyznaczenie stref pól do badania gleby, co przyczyniło się do lepszego dostosowania nawożenia do potrzeb roślin. Uwzględnienie technologii zaprawiania nasion w kontekście równomierności aplikacji pozytywnie wpłynęło na ich zdolność kiełkowania. Monitoring upraw dostarczył bieżących informacji na temat kondycji roślin oraz skuteczności użytych fungicydów.

Istotne jest to, że badania plonów wykazały duże możliwości zachowania poziomu plonowania lub ich podniesienia przy ograniczonym zużyciu substancji chemicznych. Istotne jest to, że nie obniżyły one plonów, co może świadczyć o ich stabilizującym działaniu w trudnych warunkach uprawnych. W analizach statystycznych (ANOVA, Kruskal-Wallis) zaobserwowano istotne interakcje pomiędzy rodzajem zaprawy a rokiem uprawy. Te wyniki sugerują, że innowacyjne zaprawy mogą wspierać zrównoważone praktyki w rolnictwie, redukując potrzebę chemicznych środków ochrony roślin.

Wyniki przeprowadzonego projektu mają istotny wpływ na polskie nasiennictwo, wskazując na zrównoważony rozwój i odpowiedzialne podejście do praktyk rolniczych. Mimo że zastosowane innowacyjne zaprawy nie przyczyniły się do zwiększenia plonów, kluczowym jest, że nie pogorszyły one wydajności upraw. Utrzymanie stabilnego poziomu plonowania świadczy o skuteczności tych metod, które oferują producentom możliwość siewu bez obaw o straty w plonach.

Dodatkowo, wprowadzenie biokomponentów i polimerów do zaprawiania nasion pozwala na znaczną redukcję stosowanych dawek pestycydów. Taki krok nie tylko sprzyja ochronie środowiska, ale także odpowiada na rosnące oczekiwania konsumentów dotyczące ekologicznej produkcji żywności. Zmniejszenie użycia chemikaliów w uprawach przekłada się na poprawę jakości gleby oraz bioróżnorodności, co jest niezbędne w kontekście zrównoważonego rolnictwa.

Ekonomicznie, nowe zaprawy mogą się okazać korzystne dla rolników, ponieważ ograniczenie wydatków na chemiczne środki ochrony roślin przyczynia się do zwiększenia rentowności produkcji. W rezultacie, innowacyjne metody zaprawiania nasion wpisują się w strategię promującą zrównoważony rozwój, odpowiadając na potrzeby rynku oraz dbając o przyszłość środowiska naturalnego w Polsce.

11.2. Rekomendacje dotyczące dalszego rozwoju technologii zaprawiania.

Aby w skuteczny sposób rozwijać technologie zaprawiania nasion, kluczowe jest, aby cały proces – od zaprawiania po ocenę plonu ilościowego – był ciągłym cyklem badawczym. Warto wprowadzić poletka doświadczalne, na których będzie można monitorować efekty działania zapraw w krótkich odstępach czasu w trakcie wegetacji. Taki systematyczny monitoring pozwoli na szybszą i bardziej precyzyjną ocenę wpływu innowacyjnych zapraw na rozwój roślin oraz plonowanie.

Ponadto, można również rozważyć przeprowadzenie doświadczeń łanowych, które umożliwiają analizę skutków w szerszym kontekście polowym, uwzględniając różnorodność warunków glebowych i klimatycznych. Tego rodzaju badania dostarczą cennych danych na temat rzeczywistej efektywności zapraw w praktyce rolniczej.

Warto także eksplorować nowe komponenty, takie jak substancje pochodzące z mikrobiologii czy biostymulatory. Mikrobiologia, w tym wykorzystanie korzystnych mikroorganizmów, może przyczynić się do poprawy zdrowotności nasion oraz zwiększenia ich odporności na choroby. Z kolei biostymulatory mogą wspierać rozwój roślin, stymulując ich wzrost i odporność na stresy abiotyczne. Włączenie takich innowacji do zapraw nasiennych może znacząco zwiększyć ich efektywność.

Dodatkowo, warto prowadzić współpracę z jednostkami badawczymi oraz przemysłem w celu ciągłego poszukiwania i testowania nowych rozwiązań technologicznych. To podejście może przyczynić się do powstania efektywnych i ekologicznych praktyk, podnosząc jednocześnie konkurencyjność polskiego nasiennictwa na rynku międzynarodowym.