

SPRAWOZDANIE

z badań prowadzonych w 2023 roku na rzecz rolnictwa ekologicznego

Kierownik projektu: dr Regina Janas

Warzywnictwo ekologiczne, w tym uprawa ziół: badania w zakresie usprawnienia ekologicznej produkcji materiału rozmnożeniowego ekologicznych upraw warzywniczych, polegające na określeniu dobrych praktyk, standardów postępowania oraz opracowanie przewodnika wraz z wytycznymi w zakresie prowadzenia produkcji materiału rozmnożeniowego upraw warzywniczych w systemie rolnictwa ekologicznego.

Biorozwiazania stymulujące wzrost, rozwój i odporność materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego w ekologicznych systemach produkcji nasiennej oraz opracowanie praktycznego przewodnika ekologicznej produkcji wysadków.

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

decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
z dnia 6.04.2023 r., nr DEJ.re.027.1.2023

DYREKTOR

Instytutu Ogrodnictwa –
Państwowego Instytutu Badawczego

.....
Prof. dr hab. Dorota Konopacka

**Wykonawcy: dr Regina Janas, prof. dr hab. Lidia Sas-Paszt, prof. dr hab. Mieczysław Grzesik,
dr Paweł Trzciniński, dr Anna Lisek, mgr inż. Aleksandra Wojska, inż. Katarzyna Traczyk**



WSTĘP

Celem badań było opracowanie biorozwiązań usprawniających proces produkcji materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych oraz opracowanie i upowszechnienie praktycznego przewodnika ekologicznej produkcji wysadków przeznaczonych do reprodukcji nasion.

W ramach projektu, zgodnie z założeniami metodyki opracowano innowacyjne metody osłony biologicznej kłębków buraka ćwikłowego przed patogenami oraz metody ekologicznej produkcji materiału rozmnożeniowego (wysadków), uprawianego dwoma metodami: tradycyjną (powszechnie dotąd stosowaną) – tzw. wysadkową, w której wysadki zbierano z pola i umieszczono w przechowalni (I rok produkcji) do kolejnego sezonu wegetacyjnego (wiosny 2024 r.), kiedy będą sadzone w gruncie, celem oceny ich potencjału plonotwórczego, mierzonego wielkością i jakością plonu reprodukowanych z nich nasion (II rok produkcji) oraz metodą bezwysadkową – z pozostawieniem wyprodukowanego materiału rozmnożeniowego w glebie na przezimowanie, celem oceny wpływu zastosowanej metody produkcji na produktywność wysadków w II roku – **reprodukcja nasion (2024 r.)**. W produkcji metodą bezwysadkową dzięki opóźnieniu terminu siewu i pozostawieniu wysadków na przezimowanie w gruncie, można uzyskać znaczne skrócenie procesu produkcyjnego, ograniczenie nakładów pracy a tym samym zwiększenie opłacalności ekonomicznej produkcji. Jednak wadą tej metody jest zwiększenie zapotrzebowania na nasiona oraz ryzyko wymarzenia plantacji. Przyspieszając rozwój roślin metodą skrócenia okresu jaryzacji, nie ma także możliwości przeprowadzenia selekcji, czyli oceny korzeni (wysadków) pod względem wartości użytkowych. Miarą ich produktywności będą ilościowe i jakościowe plony nasion reprodukowanych w II roku uprawy.

W produkcji materiału rozmnożeniowego (wysadków) buraka ćwikłowego zasadniczą rolę odgrywa **zdrowotność i jakość materiału siewnego oraz wielkość i prawidłowe ukształtowanie wysadków, zwłaszcza ich średnica i wyrównanie**. Zdrowy materiał siewny i rozmnożeniowy (wysadki), otrzymany w I roku produkcji nasiennej, jest podstawą uzyskania dobrego plonowania roślin nasiennych i wysokiej jakości nasion w II roku uprawy. Wysiew nasion skontaminowanych patogenami, zapoczątkowuje w sprzyjających warunkach porażenie systemiczne lub lokalne rośliny – gospodarza.

Nierównomierne zagęszczenie roślin w uprawach wysadków, a także **niewyrównany pod względem średnicy korzeni materiał wysadkowy, może niekorzystnie wpływać na morfologię nasiennika (w II roku produkcji), równomierność dojrzewania nasion i ich jakość**. Zbyt rzadka obsada roślin i duża średnica wysadków sprzyjają z kolei **nadmiernemu krzewieniu nasiennika**. Na takich roślinach nasiona nierównomiernie dojrzewają, a pędy wyrastające w nadmiernej liczbie łatwo się łamią, wylegają i utrudniają prowadzenie zabiegów pielęgnacyjnych. Z kolei zbyt małe wysadki, jak pokazuje praktyka, wytwarzają w II roku produkcji mniej pędów nasiennych, z których uzyskuje się niskie plony nasion. **W prowadzonych ekologicznych uprawach wysadkowego buraka ćwikłowego, średnicę wysadków modyfikowano zagęszczeniem roślin na jednostce powierzchni**. Zarówno dla uprawy metodą wysadkową, jak i bezwysadkową przyjęto dwie rozstawy: kwadratową 30x30 cm oraz prostokątną 45x30 cm.

W badaniach **oceniono przydatność i skuteczność działania konsorcjów mikroorganizmów pożytecznych, zgromadzonych w SYMBIO BANKU Instytutu Ogrodnictwa - PIB w Skierniewicach i wyizolowanych z rodzimych gleb spod upraw buraka ćwikłowego oraz wybranych do badań z wykorzystaniem praktycznej wiedzy w zakresie specyfiki produkcji nasiennej tej dwuletniej rośliny, wymagań buraka ćwikłowego w I i II roku uprawy oraz jego szczególnej wrażliwości na niedobór mikroelementów takich,**

jak bor i mangan, ekologicznych środków komercyjnych (dopuszczonych do stosowania w ekologicznej produkcji warzyw) o zróżnicowanych mechanizmach działania (ulepszaczy glebowych, biostymulatorów, biologicznych środków ochrony roślin), aplikowanych donasiennie, dolistnie i doglebowo w uprawach wysadków buraka ćwikłowego.

Opracowana technologia I roku produkcji materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego, uprawianego na nasiona, **uwzględnia najnowsze metody, oparte na elementarnych zasadach dobrej praktyki rolniczej w zakresie ochrony środowiska, gleby i powietrza oraz zachowania równowagi biologicznej. Priorytetem było sukcesywne budowanie odporności roślin na stres biotyczny i abiotyczny, zapobieganie infekcjom oraz zniwelowanie do minimum zabiegów ochrony roślin przed agrofagami.**

Podzadanie 1. Identyfikacja i selekcja szczepów pożytecznych mikroorganizmów oraz opracowanie bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie, przydatnych w uprawach buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych

W ramach prac związanych z podzadaniem 1 przeprowadzono izolację, selekcję i identyfikację szczepów bakterii pozyskanych z gleby z uprawy roślin buraka ćwikłowego.

1. Charakterystyka właściwości izolatów bakterii

Izolację szczepów bakterii glebowych prowadzono na pożywkach mikrobiologicznych metodą posiewów kolejnych rozcieńczeń. W następnej kolejności wyizolowane szczepy bakterii kultywowano na pożywkach w celu określenia ich właściwości, takich jak antybioza w stosunku do grzybów z rodzaju *Fusarium*, udostępniania związków mineralnych roślinom, takich jak azot, fosfor, żelazo oraz syntezy auksyny (kwasu indoliloctowego). W ramach przeprowadzonych analiz, oceniano także właściwości szczepów bakterii do wytwarzania form przetrwalnikowych – endospor (bakterie z rodzaju *Paenibacillus*) lub egzospor (bakterie z rodzaju *Streptomyces*).

W wyniku przeprowadzonych analiz uzyskano 1 szczep bakterii AntyG+M5 *Paenibacillus* sp., który wykazał właściwości hamowania wzrostu grzybów z rodzaju *Fusarium* (Tabela 1). Stwierdzono także, że dwa szczepy bakterii CH2023AJ *Streptomyces* sp. i CH2023AK *Cohnella ferri* ograniczały wzrost grzybów z rodzaju *Fusarium*. Stwierdzono, że dwa szczepy bakterii AntyG+M5 *Paenibacillus* sp., i CH2023AF *Paenibacillus* sp. wykazały właściwości udostępniania roślinom jonów fosforu. W wyniku przeprowadzonych analiz zaobserwowano, że wszystkie testowane szczepy bakterii wykazały właściwości udostępniania roślinom jonów żelaza poprzez wytwarzanie sideroforów. Ponadto stwierdzono, że jeden szczep bakterii: AntyG+M5 *Paenibacillus* sp., wykazał właściwości wiązania azotu atmosferycznego.

Tabela 1. Charakterystyka właściwości badanych izolatów bakterii

Izolat bakterii	Antagonizm w stosunku do <i>Fusarium</i> spp. (1)	Synteza kwasu indoliloctowego (2)	Udostępnianie jonów fosforu (3)	Synteza sideroforów (4)	Wiązanie azotu atmosferycznego (5)
26A1 <i>Agromyces cerinus</i>	-	-	-	+	nb
26B <i>Streptomyces</i> sp.	-	-	-	+	nb
26C <i>Streptomyces</i> sp.	-	-	-	+	nb
26FB <i>Actinacidiphila</i> sp.	-	-	-	+	nb
26FC <i>Streptomyces</i> sp.	-	-	-	+	nb
30D <i>Aeromicrobium ginsengisoli</i>	-	-	-	+	nb
30E <i>Pseudoduganella</i> sp.	-	-	-	+	nb
30F <i>Streptomyces</i> sp.	-	-	-	+	nb
30G <i>Streptomyces</i> sp.	-	-	-	+	nb
30FA <i>Kitasatospora</i> sp.	-	-	-	+	nb

30FB <i>Streptomyces</i> sp.	-	-	-	+	nb
30FC <i>Pseudomonas</i> sp.	-	-	-	+	nb
AntyG+M5 <i>Paenibacillus</i> sp.	*	-	(+)	+	+
CH2023_AA <i>Moraxella</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AB <i>Pseudomonas</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AC <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AD <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AD1 <i>Massilia</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AD2 <i>Massilia</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AE <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AF <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	(+)	+	-
CH2023_AG <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AH <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_Ai <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AJ <i>Streptomyces</i> sp.	(+)	-	-	+	-
CH2023_AK <i>Cohnella ferri</i>	+	-	-	+	-
CH2023_AR <i>Micromonospora</i> sp.	-	-	-	+	-
CH2023_AT <i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	+	-

* – hamowanie wzrostu grzybów z rodzaju *Fusarium*

‘+’ - pozytywna reakcja; ‘-’ – negatywna reakcja; (+) słaba pozytywna reakcja; nb – nie badano

1 – oszacowane na pożywce ziemniaczano-glukozowej

2 – ocena na podstawie reakcji płynu pochodzącego (zawierającego l-tryptofan) z odczynnikiem Salkowskiego

3 – ocena na pożywce Pikovskiej

4 – ocena na pożywce CAS agar

5 – ocena na podstawie wytwarzania biomasy w pożywce płynnej Burka

2. Identyfikacja molekularna izolatów bakterii

Pozyskane izolaty bakterii zidentyfikowano metodami molekularnymi. Materiałem biologicznym do testów molekularnych były kolonie izolatów bakterii pozyskanych z ryzosfery roślin ogrodniczych i kultywowanych na pożywkach mikrobiologicznych. Ekstrakcję DNA przeprowadzono z użyciem zestawu komercyjnego GeneMatrix Bacterial & Yeast Genomic DNA Purification Kit (EURx) do izolacji DNA z bakterii i drożdży. Identyfikację izolatów bakterii przeprowadzono w oparciu o analizę sekwencji fragmentu genu rybosomalnego 16S rRNA. Amplifikację genu 16S rRNA przeprowadzono w 35 cyklach (94°C x 1 min, 55°C x 1 min, 72°C x 2 min) z użyciem starterów 27F/1492R. Identyfikację szczepów bakterii na podstawie uzyskanych sekwencji genu 16SrRNA przeprowadzono przez porównanie z danymi zgromadzonymi w bazie NCBI (National Center for Biotechnology Information, NIH, Bethesda, MD 20894, USA, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

W wyniku analizy sekwencji genu 16SrRNA zidentyfikowano testowane izolaty bakterii (Tabela 2). Stwierdzono, że 7 izolatów bakterii: 26B, 26C, 26FC, 30F, 30FB, 30G, CH2023AJ należy do rodzaju *Streptomyces*. 9 izolatów bakterii: AntyG+M5, CH2023AC, CH2023AD, CH2023AE, CH2023AF, CH2023AG, CH2023AH, CH2023Ai, CH2023AT należy do rodzaju *Paenibacillus*. Dwa izolaty bakterii: 30FC i CH2023AB przyporządkowano do rodzaju *Pseudomonas*, dwa izolaty bakterii: CH2023AD1, CH2023AD2 zidentyfikowano jako należące do rodzaju *Massilia*. Ponadto zidentyfikowano pojedyncze izolaty bakterii: 26A1 *Agromyces cerinus*, 26FB *Actinacidiphila* sp., 30D *Aeromicrobium ginsengisoli*, 30E *Pseudoduganella* sp., 30FA *Kitasatospora* sp., CH2023AA *Moraxella* sp., CH2023AK *Cohnella ferri*, CH2023AR *Micromonospora* sp.

Tabela 2. Identyfikacja izolatów bakterii na podstawie porównania sekwencji genu 16S rRNA z danymi w bazie NCBI

Lp.	Nazwa izolatu	Długość sekwencji (pz)	Rodzaj/gatunek o największym podobieństwie	Nr sekwencji NCBI	Stopień podobieństwa (%)	Identyfikacja
1.	26A1	927	<i>Agromyces cerinus subsp. cerinus</i>	NR_119081.1	99,78	<i>Agromyces cerinus</i>
			<i>Agromyces fucosus</i>	NR_114399.1	98,93	
2.	26B	938	<i>Streptomyces clavifer</i>	NR_112453.1	99,89	<i>Streptomyces</i> sp.
			<i>Streptomyces mutomycini</i>	NR_041421.1	99,89	
3.	26C	916	<i>Streptomyces turgidiscabies</i>	NR_040828.2	99,56	<i>Streptomyces</i> sp.
			<i>Streptomyces lacrimifluminis</i>	NR_153666.1	98,58	
4.	26FB	889	<i>Actinacidiphila bryophytorum</i>	NR_146707.1	99,44	<i>Actinacidiphila</i> sp.
			<i>Actinacidiphila cocklensis</i>	NR_108501.1	99,10	
5.	26FC	923	<i>Streptomyces chattanoogensis</i>			<i>Streptomyces</i> sp.
			<i>Streptomyces lydicus</i>			
6.	30D	997	<i>Aeromicrobium ginsengisoli</i>	NR_041384.1	100,00	<i>Aeromicrobium ginsengisoli</i>
			<i>Aeromicrobium marinum</i>	NR_025681.1	98,80	
7.	30E	825	<i>Pseudoduganella violaceinigra</i>	NR_025770.1	99,27	<i>Pseudoduganella</i> sp.
			<i>Pseudoduganella guangdongensis</i>	NR_180585.1	99,26	
8.	30F	791	<i>Streptomyces pseudovenezuelae</i>	NR_114832.1	99,49	<i>Streptomyces</i> sp.
			<i>Streptomyces neopeptinius</i>	NR_116261.1	99,49	
9.	30G	791	<i>Streptomyces yokosukanensis</i>	NR_112372.1	99,12	<i>Streptomyces</i> sp.
			<i>Streptomyces griseochromogenes</i>	NR_114800.1	99,12	
10.	30FA	786	<i>Kitasatospora gansuensis</i>	NR_025782.1	100,00	<i>Kitasatospora</i> sp.
			<i>Kitasatospora cinereorecta</i>	NR_115377.1	99,11	
11.	30FB	794	<i>Streptomyces chattanoogensis</i>	NR_112260.1	99,87	<i>Streptomyces</i> sp.
			<i>Streptomyces lydicus</i>	NR_026444.1	99,75	
12.	30FC	820	<i>Pseudomonas glycinae</i>	NR_179889.1	99,76	<i>Pseudomonas</i> sp.
			<i>Pseudomonas kribbensis</i>	NR_178854.1	99,76	
13.	Antyg+M5	975	<i>Paenibacillus peoriae</i>	NR_042092.1	99,39	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus polymyxa</i>	NR_117726.2	99,28	
14.	CH2023AA	857	<i>Moraxella osloensis</i>	NR_104936.1	99,42	<i>Moraxella</i> sp.
			<i>Moraxella lincolni</i>	NR_117693.1	92,07	
15.	CH2023AB	849	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	NR_115642.1	99,76	<i>Pseudomonas</i> sp.
			<i>Pseudomonas canadensis</i>	NR_156852.1	99,65	

16.	CH2023AC	944	<i>Paenibacillus lupini</i>	NR_134115.1	99.79	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus catalpae</i>	NR_118012.1	99.37	
17.	CH2023AD	643	<i>Paenibacillus lupini</i>	NR_134115.1	93.62	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus catalpae</i>	NR_118012.1	93.16	
18.	CH2023AD1	938	<i>Massilia timonae</i>	NR_026014.1	99.89	<i>Massilia</i> sp.
			<i>Massilia puerhi</i>	NR_175520.1	99.04	
19.	CH2023AD2	903	<i>Massilia timonae</i>	NR_026014.1	99.78	<i>Massilia</i> sp.
			<i>Massilia puerhi</i>	NR_175520.1	99.11	
20.	CH2023AE	962	<i>Paenibacillus catalpae</i>	NR_118012.1		<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus lupini</i>	NR_134115.1		
21.	CH2023AF	973	<i>Paenibacillus mobilis</i>	NR_163642.1	100	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus xylanexedens</i>	NR_044524.1	100	
22.	CH2023AG	871	<i>Paenibacillus lupini</i>	NR_134115.1	99.66	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus catalpae</i>	NR_118012.1	99.31	
23.	CH2023AH	823	<i>Paenibacillus chitinolyticus</i>	NR_112053.1	98.30	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus lutrae</i>	NR_173496.1	96.21	
24.	CH2023Ai	893	<i>Paenibacillus sacheonensis</i>	NR_117438.1	98.77	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus rhizovicinus</i>	NR_181067.1	98.54	
25.	CH2023AJ	936	<i>Streptomyces geldanamycininus</i>	NR_043722.1	99.57	<i>Streptomyces</i> sp.
			<i>Streptomyces antimycoticus</i>	NR_041413.1	99.47	
26.	CH2023AK	871	<i>Cohnella ferri</i>	NR_115987.1	99.08	<i>Cohnella ferri</i>
			<i>Cohnella terricola</i>	NR_181530.1	97.59	
27.	CH2023AR	920	<i>Micromonospora sedimnicola</i>	NR_113304.1	99.02	<i>Micromonospora</i> sp.
			<i>Micromonospora maritima</i>	NR_109311.1	99.02	
28.	CH2023AT	976	<i>Paenibacillus pabuli</i>	NR_040853.1	99.28	<i>Paenibacillus</i> sp.
			<i>Paenibacillus mobilis</i>	NR_163642.1	98.97	

Tabela 3. Charakterystyka właściwości izolatów bakterii z rodzaju *Pantoea*.

Izolat bakterii	Antagonizm w stosunku do <i>Fusarium</i> sp. (1)	Synteza kwasu indoliloctowego IAA (2)	Udostępnianie jonów fosforu (3)	Synteza sideroforów (4)	Stopień tolerancji na obecność w pożywce chlorku sodu (5)
DKB 64 <i>Pantoea</i> sp.,	+	+	++	+	+
DKB 65 <i>Pantoea</i> sp.	-	-	++	+	+
DKB 70 <i>Pantoea</i> sp.	-	+	++	++	+

(1) oddziaływanie na wzrost grzybów z rodzaju *Fusarium*: '+' – hamowanie wzrostu kolonii *Fusarium* sp.; '-' – brak zahamowania wzrostu *Fusarium* sp.

(2) synteza IAA: '+' reakcja dodatnia; '-' reakcja ujemna

(3) Udostępnianie jonów fosforu: '+' reakcja w stopniu średnim; '++' reakcja w stopniu wysokim

(4) Synteza sideroforów: '+' reakcja w stopniu średnim; '++' reakcja w stopniu wysokim

(5) Stopień tolerancji na obecność w pożywce chlorku sodu: '-' brak tolerancji; '+' tolerancja w stopniu średnim; '++' tolerancja w stopniu wysokim

3. Podsumowanie

W ramach przeprowadzonych badań w Zakładzie Mikrobiologii i Ryzosfery przygotowano inokula zawierające scharakteryzowane i zidentyfikowane szczepy bakterii znajdujące się w SymbioBanku Instytutu Ogrodnictwa – PIB: DKB 64 *Pantoea* sp., DKB 65 *Pantoea* sp. oraz DKB 70 *Pantoea* sp., które następnie przekazano do badań celem oceny ich skuteczności w ekologicznej produkcji wysadków buraka ćwikłowego. Ze względu na to, że badania buraka nasiennego są prowadzone w cyklu dwuletnim (dwie metody produkcji – wysadkowa – z przechowywaniem wysadków do wiosny 2024 r., a następnie wysadzanie celem określenia ich produktywności i bezwysadkowa – z pozostawieniem wysadków w gruncie na przezimowanie), **wyselekcjonowano nowe szczepy bakterii oraz opracowano skład inokulum mikrobiologicznego do zaprawiania wysadków buraka oraz dla ochrony, stymulacji wzrostu i plonowania roślin buraka ćwikłowego w II roku uprawy: AntyG+M5 *Paenibacillus* sp., CH2023AJ *Streptomyces* sp. oraz CH2023AK *Cohnella ferri*.**

Podzadanie 2. Badania w zakresie opracowań biorozwiązań, usprawniających produkcję materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych w oparciu o kodeks dobrej praktyki rolniczej oraz opracowanie przewodnika ekologicznej produkcji wysadków z wytycznymi dla producentów

Wstęp

Przedmiotem badań była roślina dwuletnia – burak ćwikłowy, uprawiany na nasiona. Nasienna produkcja roślin dwuletnich jest trudna i pracochłonna ze względu m.in. na konieczność zbioru wysadków w I roku produkcji, a następnie przechowywania do wiosny i ponownego wysadzania w kolejnym sezonie wegetacyjnym, celem reprodukcji nasion. Nasienną produkcję ekologiczną buraka ćwikłowego determinują także wysokie koszty dwuletniej ochrony roślin, nakładów robocizny związanej z zabiegami agrotechnicznymi i pielęgnacyjnymi, jak również stratami materiału rozmnożeniowego podczas składowania. Brak dostępnych informacji oraz literatury dotyczącej specyficznej wiedzy w zakresie standardów postępowania przy produkcji nasiennych dwuletnich roślin warzywnych, jest także poważnym powodem zniechęcającym do podejmowania wyzwań związanych z reprodukcją nasion roślin dwuletnich. Wychodząc

naprzeciw oczekiwaniom producentów sektora nasiennego, podjęto badania zmierzające do usprawnienia i optymalizacji produkcji nasiennej buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych w I i II roku uprawy.

Celem badań było opracowanie biorozwiązań usprawniających proces produkcji materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych oraz opracowanie i upowszechnienie praktycznego przewodnika ekologicznej produkcji wysadków przeznaczonych do reprodukcji nasion.

Metodyka badań

Badania w ramach podzadania 2 prowadzono dwutorowo – jako dwa równoległe doświadczenia ekologicznej produkcji materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego, obejmujące 2 metody produkcji:

- 1) **metodę wysadkową (tradycyjną)** – standardowo i powszechnie stosowaną w krajowej produkcji materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego. Polega ona na produkcji materiału wysadkowego z kłębków wysiewanych bezpośrednio do gleby, wykopywaniu po osiągnięciu dojrzałości zbiorczej, następnie przechowaniu do następnego sezonu wegetacyjnego i po selekcji, wysadzeniu w polu w kolejnym roku, celem reprodukcji nasion.
- 2) **metodę bezwysadkową** - różniącą się od wysadkowej tym, że otrzymany materiał rozmnożeniowy (wysadki), pozostawiono w gruncie na przezimowanie, celem reprodukcji nasion w kolejnym roku.

W obydwu metodach uprawę buraka ćwikłowego w warunkach polowych prowadzono w dwóch rozstawach – kwadratowej 30x30 cm oraz prostokątnej 30x45 cm. Powierzchnia poletka przy rozstawie kwadratowej wynosiła 21,6 m², przy rozstawie prostokątnej 32,4 m². Doświadczenia założono w czterech powtórzeniach, w układzie bloków losowanych. Łączna powierzchnia doświadczenia wynosiła 378 m².

Materiałem badań były komercyjne ekologiczne **kłębki buraka ćwikłowego** odmiany Karmazyn, rekomendowanej do upraw ekologicznych, **uzyskane z nich rośliny i materiał rozmnożeniowy (korzenie-wysadki)**, otrzymany w doświadczeniach (przeznaczony do reprodukcji nasion buraka w II roku uprawy), a także szczepy bakterii pożytecznych, otrzymane z SymbioBanku IO – PIB oraz wybrane preparaty mikrobiologiczne i środki biotechniczne aplikowane donasiennie, dolistnie lub doglebowo (tabela 1).

Tabela 1. Środki ekologiczne stosowane w uprawach wysadków (materiału rozmnożeniowego) buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych

L.p.	Nazwa środka	Skład i działanie	Forma aplikacji
1.	Bakto Kompleks	zawiera pożyteczne dla roślin bakterie z rodzaju <i>Bacillus</i> (5 szczepów), przyspiesza mineralizację resztek poźniwnych obornika i poplonów, poprawia strukturę gleby, ogranicza choroby glebowe roślin.	oprysk należy wykonać tuż przez uprawą gleby 1 l/ha preparatu na 200-400 l wody.
2.	Humat potasu	wytwarzany jest z naturalnie występującego minerału leonardytu. Zawiera około 50% naturalnych kwasów huminowych, około 30% naturalnych kwasów fulwowych i nie mniej niż 10% potasu. Stymuluje wzrost i kondycję roślin uprawnych, poprawia kiełkowanie nasion, wzbogaca glebę w próchnicę, indukuje rozwój pożytecznej mikroflory.	do zaprawiania nasion przed siewem stosować wodny roztwór w ilości 10 l/1 t nasion, w uprawach polowych warzyw 200-300 l/ha

3.	Fungi Zum	Zawiera szczep bakterii <i>Paenibacillus polymyxa</i> , który działa antagonistycznie na organizmy chorobotwórcze, a równocześnie pozostaje w symbiozie z rośliną. Zawiera również ekstrakt z jęczmienia (<i>Hordeum sativum</i>) i ziemniaka (<i>Solanum tuberosum</i>) a także mikroelementy. Tworzy ochronny biofilm wokół korzenia, który zabezpiecza roślinę przed działaniem czynników chorobotwórczych takich, jak grzyby i nicienie. Bakteria <i>Paenibacillus polymyxa</i> wchodząca w skład preparatu wytwarza enzym chitytynazy, który rozkłada chitynę, która jest głównym budulcem komórek grzybowych. Dzięki temu uniemożliwia rozwój patogenów. Preparat wykazuje wysoką skuteczność w ograniczaniu mączniaków, parcha i szarej pleśni. Wspomaga również walkę z mszycami.	Zaprawianie nasion – 1 l/t nasion/10 l wody. Na początku okresu wegetacyjnego – 50 ml/10 l cieczy/100 m ² i taka sama dawka w przypadku zaobserwowania porażenia roślin przez patogeny.
4.	Zumsil	zawiera kwas ortokrzemowy, który otrzymywany jest z naturalnej, amorficznej ziemi okrzemkowej. ZumSil wyróżnia się wysoką zawartością krzemu (30% H ₄ SiO ₄ , 8,81% Si). Jest to stymulator wzrostu, stosowany dolistnie odkłada się na powierzchni liści, utrudniając infekcje grzybowe. Po wnikięciu do komórek roślinnych wzmacnia ściany komórkowe oraz podnosi aktywność enzymatyczną, zwiększając wytwarzanie chitynazy. Zwiększa też odporność roślin na przymrozki, ogranicza transpirację wody nawet o 20%, a finalnie zwiększa plon oraz jego jakość.	W standardowym zabiegu dolistnym zaleca się stężenie 0,01% preparatu (oprysk standardowy, moczenie nasion). W przypadku fertygacji zaleca się stężenie 0,03- 0,05%, czyli 1 l preparatu na 2000-3000 l wody.
5.	Green Alga Bioplasma - Bioalga	Preparat zawierający algi słodkowodne (<i>Chlorella vulgaris</i>). Szerokie spektrum działania: innowacyjny biostymulator ekspresji potencjału plonotwórczego roślin uprawnych, uodparnia rośliny na stres biotyczny i abiotyczny. Jest najbogatszym w przyrodzie źródłem chlorofilu, wysokiej zawartości mikro i makroelementów m.in. żelaza, wapnia, potas, magnez, cynku, manganu, selenu, sodu, miedzi, jodu, beta-karotenu i kobaltu, a także witamin: A, B2, B6, B12, C, D, E, K1, PP, biotyny, choliny i wielu cennych aminokwasów.	Stosowany do zaprawiania nasion, doglebowo i dolistnie
6.	Bormax	płynny nawóz dolistny zawierający 150 g boru (B) w 1 litrze (11%) w formie boroetanoaminy. Bor (B) dostarczany w nawozie BORMAX jest szybciej wchłaniany, przemieszczany i przyswajany przez rośliny niż bor dostarczany roślinom w innych formach. Bor (B) dostarczany w nawozie BORMAX jest szybciej wchłaniany, przemieszczany i przyswajany przez rośliny niż bor dostarczany roślinom w innych formach. Wpływa na prawidłowy wzrost i rozwój najmłodszych części roślin: stożków wzrostu, korzeni (zwłaszcza włośnikowych – lepsze pobieranie wody i składników pokarmowych), a także pędów, pąków, owoców, prawidłowy przebieg procesu zapłodnienia kwiatów, zwiększenie efektywności pobierania składników pokarmowych,	Termin stosowania: I: 4–8 liści (BBCH 14–18) II: dziewięć i więcej liści – rozwój rozety (BBCH 19–31) III: zakrywanie międzyrzędzi (BBCH 32–35). Na plantacjach z ostrymi objawami deficytu boru zalecane dodatkowe 3–4 zabiegi co 7 dni.

		poprawę parametrów jakościowych plonu, lepszą jędrność owoców (działanie synergistyczne z wapniem), zwiększenie odporności roślin na warunki stresowe w okresie uprawy.	Jednorazowa dawka 1-1,5 l/ha
7.	Cropvit Zn	Zawiera cynk (106,4 g/l). Zapobiega powstawaniu chorób, stymuluje rozwój systemu korzeniowego, zwiększa odporność roślin na suszę. Poprawia mrozoodporność poprzez zwiększenie tolerancji roślin na niskie temperatury. Profilaktyczne stosowanie nawozu w okresie jesienno-wiosennej wegetacji zabezpiecza rośliny przed niedoborem cynku, zwiększa plonowanie oraz poprawia parametry jakościowe plonu. Stosując nawóz interwencyjnie skutecznie niwelujemy braki składników pokarmowych.	Stosowanie: od fazy 4 liści do okresu zwarcia międzyrzędzi 1,0 - 2,0 l/ha preparatu na 200 – 300 l/ha wody.
8.	Kelpak	Płynny koncentrat z alg morskich <i>Ecklonia maxima</i> . Zwiększa plon i polepsza jego jakość przez usprawnienie procesów fizjologicznych w roślinach. Łagodzi efekt stresów biotycznych i abiotycznych oraz redukuje szok związany z przesadzeniem /transplantacją. Wpływa na zawartość związków bioaktywnych w korzeniach, owocach. Podnosi trwałość przechowalniczą warzyw i owoców oraz wysokość plonów.	Zalecana dawka: 3-4 l/ha. Opryskiwać rośliny w fazie 3-4 par liści.
9.	Polyversum WP	Zawiera oospory grzyba glebowego <i>Pythium oligandrum</i> zwalczającego wiele patogenów glebowych. Przeznaczony do ochrony strefy korzeniowej i nadziemnej przed chorobami grzybowymi. Jednocześnie stymuluje wzrost roślin poprzez wprowadzenie do nich hormonów roślinnych oraz fosforu i cukrów. Przy opryskiwaniu, <i>Pythium oligandrum</i> rozkłada strzępki grzybów patogenicznych poprzez rozkład enzymatyczny, stymulując jednocześnie mechanizmy odpornościowe chronionej rośliny.	Maksymalna dawka dla jednorazowego zastosowania wynosi 0,05% (5 g/10 l wody).
10.	Biochron	Zawiera wyciąg z czosnku i octu. Przeznaczony do eliminacji mszyc, przedziorków, wciornastków, miseczników, mączlika, wełnowców i innych szkodników oraz różnych chorób grzybowych pojawiających się na kwiatach, drzewach owocowych oraz warzywach.	Oprysk preparatem 2-3 dni przed występującymi w danym okresie szkodnikami i chorobami - 10 litrów/200 l wody.
11.	Miedzian 50 WP	Środek grzybobójczy zawierający miedź w postaci tlenochlorku miedzi (50%).	2,5 kg – 3,0 kg/ha preparatu na 700 l wody. Stosować zapobiegawczo w ochronie roślin warzywnych i sadowniczych przed chorobami.

Doświadczenia prowadzono w warunkach laboratoryjnych, szklarniowych i polowych, na Certyfikowanym Ekologicznym Polu Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa - PIB w Skierniewicach.

W ramach podzadania prowadzone były badania w zakresie:

- biologicznego zaprawiania kłębków buraka ćwikłowego z wykorzystaniem pożytecznych mikroorganizmów wyizolowanych i zdeponowanych w SYMBIO BANKU IO-PIB, wybranych związków krzemowych i środków biotechnicznych, środków mikrobiologicznych oraz bioproduktów wzbogaconych mikrobiologicznie,
- oceny skuteczności elicytorów biologicznych i wybranych szczepów mikroorganizmów pożytecznych na wzrost i rozwój roślin oraz jakość i wartość technologiczną (przydatność do reprodukcji nasion) materiału rozmnożeniowego (wysadków) buraka ćwikłowego,
- oceny skuteczności bionawozów i biologicznych środków zwiększających potencjał biologiczny i żyzność gleb w uprawach buraka ćwikłowego,
- stymulacji odporności materiału rozmnożeniowego na stres termiczny i choroby,
- zabiegów agrotechnicznych ukierunkowanych na uzyskanie optymalnych parametrów wysadków, wymaganych w produkcji nasiennej,
- biologicznych możliwości ochrony roślin nasiennych buraka ćwikłowego przed chorobami i szkodnikami,
- biologicznych możliwości ochrony wysadków podczas przechowywania.

1. Badania laboratoryjne

Zgodnie z zasadami produkcji nasiennej buraka ćwikłowego oraz wymogami ISTA materiał siewny (kłębki) poddano na wstępie ocenie zdrowotności (diagnostyka mikropatogenów zasiedlających kłębki) i jakości (energia i zdolność kiełkowania, MTN – masa tysiąca nasion, wilgotność) oraz **dwugodzinnemu płukaniu** w specjalnie do tego przeznaczonej płuczce, **celem eliminacji mikroflory kontaminującej okrywy nasienne oraz inhibitorów kiełkowania nasion.**

W kolejnym etapie **kłębki buraka ćwikłowego zaprawiano** wg podanego schematu:

Mikrobiologicznie – z wykorzystaniem 3 szczepów pożytecznych bakterii z rodzaju *Pantoea* uzyskanych z SymbioBanku IO – PIB oraz innych środków mikrobiologicznych:

1. M1 - mikroorganizmy - DKB 64
2. M2 - mikroorganizmy - DKB 70
3. M3 - mikroorganizmy - DKB 65
4. Polyversum WP 1%
5. Drożdże+mikroorganizmy (M1+M2+M3)
6. Drożdże.

Środkami na bazie alg:

7. Green Alga Bioplasma (20%)
8. Kelpak (1%).

Środkami biotechnicznymi

9. FungiZum (0,5%)
10. Zumsil (11 %)
11. Cropvit Zn (0,5%)
12. Kontrola (nie traktowane).

Komercyjne kłębki buraka ćwikłowego po biologicznym zaprawianiu poddano analizom:

- ✓ **jakości** (energia i zdolność kiełkowania, masa tysiąca kłębków, wilgotność). Kiełkowanie prowadzono zgodnie z wymogami ISTA na kiełkownikach Jacobsena oraz metodą harmonijkową w termostatach, w kontrolowanej temperaturze 20°C;
- ✓ **zdrowotności** (ocena porażenia kłębków mikroflorą oraz diagnostyka grzybów saprofitycznych i patogenicznych zasiedlających materiał siewny). Analizy zdrowotności były prowadzone metodą sztucznych kultur, na podłożach pożywkowych, z zastosowaniem standardowej pożywki dekstrozowo-ziemniaczanej PDA oraz testu bibułowego (TB), traktowanego jako metoda kontrolna. Traktowane kłębki były wysiewane na pożywki agarowe (PDA) lub bibułę filtracyjną nasączoną wodą destylowaną (test TB), inkubowane przez 7-9 dni w termostatach a następnie prowadzona była diagnostyka mikoflory, zasiedlającej nasiona przy pomocy mikroskopii świetlnej (wysokiej czułości mikroskop elektroniczny Leica) i dostępnych kluczy diagnostycznych;
- ✓ **testom wzrostu korzeni zarodkowych i siewek buraka ćwikłowego** w zmodyfikowanych **płytkach Phytotoxkit**, celem oceny fitotoksyczności środków stosowanych w uszlachetnianiu nasion.

W warunkach laboratoryjnych prowadzono następujące pomiary i obserwacje:

- dynamiki kiełkowania kłębków (wysianych w szalkach Petriego na bibułę nawilżoną wodą destylowaną), mierzoną na podstawie codziennej oceny liczby skiełkowanych zarodków. Codzienne liczenie skiełkowanych zarodków było prowadzone przez 21 dni;
- dynamiki wzrostu siewek buraka ćwikłowego i korzonków zarodkowych w zmodyfikowanych płytkach Phytotoxkit, mierzoną na podstawie codziennych pomiarów wysokości części nadziemnych i długości korzeni;
- monitoring zdrowotności siewek buraka ćwikłowego.

Testy oceny jakości i zdrowotności nasion i roślin są rutynowo stosowane w badaniach z zakresu nasiennictwa, zgodnie z wymogami Międzynarodowej Organizacji Oceny Nasion (ISTA). Są powszechnie uznane za użyteczne markery aktywności metabolicznej oraz reakcji roślin na bodźce zewnętrzne, co stwierdzono w opublikowanych wynikach badań i często cytowanej, fachowej literaturze światowej.

2. Doświadczenia szklarniowe - wazonowe

Uszlachetnione kłębki buraka ćwikłowego (12 kombinacji opisanych wyżej) wysiewano 07.05.2023 r., do doniczek o pojemności 3 l wypełnionych ekologicznym podłożem ogrodniczym, w 3 powtórzeniach. Doświadczenie prowadzono przez 5 m-cy, do uzyskania dojrzałości zbiorczej wysadków. Zbiory wysadków z upraw szklarniowych wykonano 29.09.2023 r.

W uprawach wazonowych buraka ćwikłowego aplikowano następujące środki biologiczne:

- ✓ Humat potasu – aplikacja doglebowa
- ✓ Biochron – aplikacja dolistna
- ✓ Miedzian 50 WP – aplikacja dolistna.

Oceniono:

- ✓ wschody roślin uzyskanych z uszlachetnionych kłębków buraka ćwikłowego w warunkach szklarniowych;

- ✓ dynamikę wschodów roślin na podstawie wielokrotnych pomiarów liczby wzeszłych siewek;
- ✓ kinetykę wzrostu roślin na podstawie sukcesywnym pomiarów wysokości;
- ✓ zdrowotność roślin otrzymanych z zaprawionych kłębków;
- ✓ indeks zawartości chlorofilu w siewkach (p.3) mierzony aparatem Minolta SPAD-502, Konica Minolta;
- ✓ aktywność wymiany gazowej w siewkach: fotosynteza netto, transpiracja, przewodność szparkowa i stężenie międzykomórkowego CO₂, mierzone przy pomocy analizatora wymiany gazowej TPS-2, PP Systems, USA.

2. Doświadczenia polowe

Wyniki badań laboratoryjnych i szklarniowych weryfikowano w doświadczeniach polowych, prowadzonych na Certyfikowanym Ekologicznym Polu Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach. Doświadczenia były zakładane w 4 powtórzeniach, w układzie losowanych bloków z wyłączoną kontrolą. Wokół poletek doświadczalnych z uprawą wysadków wysiewano w 1 metrowych pasach nasiona aksamitki - rośliny odstrasżającej szkodniki, a przede wszystkim ograniczającej nicienie, zagrażające uprawom buraka ćwikłowego. Zaprawione kłębki buraka ćwikłowego wysiano bezpośrednio do gruntu 28.04.2023, zgodnie z wymogami agrotechnicznymi dla tego gatunku, po 100 nasion na poletku. Zabiegi opryskiwania i/lub podlewania roślin badanymi środkami wykonywano co 7-10 dni z uwzględnieniem warunków pogodowych, opryskiwaczem ręcznym, ciśnieniowym, wyposażonym w lancę z końcówką o strumieniu stożkowym. Opryskiwanie roślin buraka ćwikłowego przeprowadzono zgodnie z **Dobrą Praktyką Ochrony Roślin**.

Przyjęto sprawdzoną w innych gatunkach hipotezę, że podstawą skutecznej ochrony roślin warzywnych przed patogenami jest stosowanie różnych metod aplikacji środków ochrony w uprawach ekologicznych:

- aplikacja środków biologicznych do gleby przed siewem (preparat Bakto Kompleks),
- zasilanie roślin (oprysk) buraka ćwikłowego preparatem Kelpak w fazie 3-4 liści właściwych (zgodnie ze skalą BBCH nr 14),
- aplikacja dolistna i/lub doglebowa biostymulatorów wzrostu i odporności roślin w celu indukcji odporności na niekorzystne warunki agrometeorologiczne (pożyteczne szczepy bakterii, drożdże, Humat potasu, Bormax,
- elicytacja środków biologicznych i pożytecznych mikroorganizmów w okresach zagrożenia i wysokiej presji patogenów (ZumSil i Fungi Zum – doglebowo i dolistnie, Miedzian 50 WP - dolistnie).

Wykonywano także zabiegi agrotechniczne i ochronne w okresie przedzbiorczym w doświadczeniach prowadzonych **metodą wysadkową, celem zwiększenia odporności materiału rozmnożeniowego na porażenie patogenami tzw. przechowalniczymi**, natomiast w doświadczeniach z **uprawą bezwysadkową, w celu zabezpieczenia zimujących wysadków przed niskimi temperaturami**.

Obserwacje i oceny

Oceniłone były:

- ✓ dynamika wschodów roślin buraka ćwikłowego,
- ✓ kinetyka wzrostu roślin (I rok uprawy) – cykliczne pomiary biometryczne roślin,
- ✓ indeks zawartości chlorofilu w liściach, mierzony aparatem Minolta SPAD-502, Konica Minolta,

- ✓ wymiana gazowa (fotosynteza netto, transpiracja, przewodność szparkowa i stężenie międzykomórkowego CO₂) mierzona przy pomocy analizatora wymiany gazowej TPS-2, PP Systems, USA,
- ✓ plon i zdrowotność otrzymanego materiału rozmnożeniowego (wysadków) buraka ćwikłowego,
- ✓ monitoring upraw buraka ćwikłowego pod kątem presji najgroźniejszych patogenów i szkodników,
- ✓ analizy mikrobiologiczne porażonych fragmentów roślin, pobranych w okresie wegetacji, celem diagnostyki sprawców chorób,
- ✓ ocena jakości i zdrowotności wysadków z upraw metodą wysadkową (przed umieszczeniem ich w przechowalni),
- ✓ kalibracja wysadków (materiału rozmnożeniowego) pod kątem przydatności do reprodukcji nasion w II roku uprawy.

Zbiór wysadków uprawianych metodą wysadkową przeprowadzono 19.10.2023r. Był to zbiór ręczny, wykonywany przy słonecznej pogodzie. Liście obcinano na wysokości 2-3 cm nad głową korzenia (ogławianie) tak, aby nie uszkodzić wierzchołka wzrostu. Po zbiorze i selekcji (wybierano korzenie zdrowe i nie uszkodzone), korzenie wysadkowe umieszczono w przechowalni w temperaturze 2°C - optymalnej dla tego gatunku, gdzie będzie składowany do wiosny 2024 roku, a następnie wysadzany celem oceny wpływu osłony biologicznej na trwałość przechowalniczą oraz produktywność materiału rozmnożeniowego (wysadków), mierzoną ilością wytworzonych pędów nasiennych (architektura nasiennika) oraz wielkością i jakością plonu nasion, uzyskanych w 2024 roku (zgodnie z metodyką zatwierdzoną przez MRiRW we wniosku na 2023 rok). Podczas przechowania prowadzona będzie sukcesywna ocena zdrowotności materiału wysadkowego.

Wysadki uprawiane metodą bezwysadkową pozostawiono w gruncie na przezimowanie, aplikując dogłębowo dodatkowe dawki preparatów krzemowych, stymulujących odporność roślin m.in. na stres termiczny. Uprawy będą mulczowane przed zimą słomą, celem dodatkowego zabezpieczenia wysadków przed niskimi temperaturami. W kolejnym sezonie wegetacyjnym (2024 r.) oceniony zostanie następczy wpływ zabiegów, stosowanych w I roku produkcji na zimotrwałość korzeni buraka ćwikłowego (wysadków), potencjał plonotwórczy materiału rozmnożeniowego oraz możliwości usprawnienia produkcji nasiennej buraka ćwikłowego poprzez standardowe wprowadzenie do produkcji metody bezwysadkowej.

Wyniki

W ramach projektu opracowano metody i zasady produkcji materiału rozmnożeniowego (wysadków) buraka ćwikłowego (I rok produkcji), przeznaczonych do reprodukcji nasion w II roku uprawy. Wyniki zestawiono w tabelach 1-2 oraz na rysunkach 1-68.

Zdrowotność materiału siewnego (klębków) buraka ćwikłowego

Wyniki analiz mikologicznych ekologicznych, komercyjnych, nie traktowanych nasion buraka ćwikłowego **wskazują na ich niską zdrowotność i wysokie porażenie przez grzyby fitopatogenne i saprofityczne (tab. 1-2). Stwierdzono, że podobnie, jak w przypadku nasion pochodzących z upraw konwencjonalnych, najczęściej były one zasiedlane przez mykopatogeny powodujące groźne choroby buraka ćwikłowego i przenoszone z nasionami. Należały one do gatunków grzybów: *Cercospora beticola* – sprawca chwościka buraka, *Alternaria alternate* – sprawca alternarioz, *Phoma betae* – powodujący zgorzele siewek, *Peronospora schachtii* – sprawca mączniaka rzekomego, *Fusarium* spp., powodujący**

fuzaryjne wędnięcia roślin oraz liczne gatunki grzybów saprofitycznych, zwłaszcza gatunki tzw. grzybów polowych: *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Epicoccum purpurascens* oraz przechowalniczych należących do rodzaju *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*. Przy dużym nasileniu i kolonizacji znacznej partii kłębków, obniżały one kiełkowanie nasion i wschody roślin, a z zainfekowanych nasion wyrastały chore i słabe siewki. Badania wykazały, że badany, komercyjny, ekologiczny materiał siewny buraka ćwikłowego przed wysiewem w polu powinien być poddany biologicznemu zaprawianiu, bądź uszlachetnianiu metodami fizycznymi. Zastosowanie 2-godzinne płukania kłębków buraka ćwikłowego pod bieżącą wodą a następnie biologicznego zaprawiania materiału siewnego, niezależnie od rodzaju środka i metody, okazało się skutecznym sposobem dezynfekcji kłębków, zwiększyło zdrowotność nasion, wyeliminowało lub znacznie zredukowało występowanie grzybów chorobotwórczych i saprofitycznych (tab. 1-2). Po traktowaniu kłębków buraka ćwikłowego bakteriami antagonistycznymi wobec patogenów (z SymbioBanku) oraz środkami biologicznymi (Polyversum), naturalnymi – drożdżami, bioproduktami wzbogaconymi mikrobiologicznie (pożyteczne mikroorganizmy + drożdże, środkami na bazie alg morskich – preparat Kelpak i algi słodkowodnej – preparat Bioalga - Green Alga Bioplasma oraz preparatami krzemowymi Zumsil i dodatkowo wzbogaconymi pożytecznymi bakteriami - preparat FungiZum odnotowano istotne zwiększenie nasion wolnych od grzybów chorobotwórczych, jak również istotne zmniejszenie kolonizacji kłębków przez grzyby saprofityczne. Najlepsze efekty mierzone redukcją mikoflory izolowanej z kłębków buraka ćwikłowego, uzyskano w kombinacjach, gdzie materiał siewny inokulowano bakteriami pożytecznymi z SymbioBanku, bioproduktami naturalnymi, wzbogaconymi mikroorganizmami pożytecznymi (tab. 1-2) oraz traktowanymi preparatami krzemowymi, a zwłaszcza biopreparatem FungiZum w skład którego oprócz krzemu wchodzi szczepy pożytecznych bakterii. Fungistatyczne oddziaływanie wymienionych bioproduktów i komercyjnych środków ekologicznych, użytych do zaprawiania kłębków, utrzymywało się w początkowym etapie wzrostu roślin, na etapie wschodów roślin w podłożach glebowych w doświadczeniach szklarniowych oraz w warunkach polowych, gdzie nie odnotowano porażenia zgorzelą siewek, wschody były liczne i równomierne. Nie bez znaczenia dla jakości kłębków było również płukanie przez 2 godziny w wodzie. Zabieg eliminuje również inhibitory kiełkowania nasion z okrywy nasiennej kłębków (bardzo liczne ze względu na strukturę okrywy nasiennej). Zastosowane przedsięwzięte metody uszlachetniania materiału siewnego buraka ćwikłowego, pozwoliły na uzyskanie kłębków o wysokiej zdolności kiełkowania i zdrowotności.

Wzrost i plonowanie roślin buraka ćwikłowego w I roku uprawy wysadków na nasiona

Wyniki badań uzyskanych w warunkach szklarniowych i polowych potwierdziły trafność doboru środków biologicznych, substancji naturalnych i wyizolowanych w IO pożytecznych szczepów bakterii stosowanych do traktowania kłębków buraka ćwikłowego i aplikowanych w uprawach wysadkowego buraka oraz stosowania metod agrotechnicznych, zgodnie z wymogami i zapotrzebowaniem roślin buraka ćwikłowego, uprawianego na nasiona. Przedsięwzięte zastosowanie na polu doświadczalnym pod uprawę buraka wysadkowego preparatu Bakto Kompleks, zawierającego 5 szczepów pożytecznych dla roślin bakterii z rodzaju *Bacillus*, korzystnie wpłynęło na właściwości biologiczne gleby, co także prawdopodobnie ograniczyło występowanie chorób glebowych roślin. Doglebowa aplikacja mikroorganizmów pożytecznych i bioproduktów wzbogaconych antagonistycznymi bakteriami (drożdże + szczepy bakterii pożytecznych z Symbio Banku ograniczyło porażenie roślin buraka ćwikłowego przez grzyby glebowe.

Wykazano także, że aplikacja środków biologicznych o różnych mechanizmach działania, a głównie biostymulatorów wzrostu roślin i odporności na stres biotyczny i abiotyczny oraz środków naturalnych wzbogaconych mikrobiologicznie w uprawach buraka wysadkowego, ogranicza do minimum zabiegi ochrony roślin, istotnie zwiększa zdrowotność roślin buraka ćwikłowego oraz jakościowy i ilościowy plon. W tym zakresie najwyższą skuteczność plonotwórczą odnotowano po aplikacji nasiennej i dolistnej preparatu Kelpak na bazie alg morskich, w następnej kolejności szczepów pożytecznych bakterii z rodzaju *Pantoea* z SymbioBanku oraz **drożdży wzbogaconych mikrobiologicznie szczepami bakterii ryzosferowych o działaniu synergistycznym, co zwiększało ich aktywność biostymulującą, ochronną i plonotwórczą**. W rezultacie w kombinacjach wzbogaconych mikroorganizmami pożytecznymi SymbioBanku otrzymano istotny wzrost plonów wysadków i lepszą ich jakość, niż w kombinacjach gdzie aplikowano wyłącznie produkty naturalne lub preparaty komercyjne. Istotną rolę w uprawach wysadkowych buraka ćwikłowego odegrały również preparaty krzemowe, a zwłaszcza preparat FungiZum, w skład którego oprócz krzemu wchodzi szczep bakterii *Paenibacillus polymyxa*. Preparaty krzemowe (Zumzil, FungiZum) efektywnie wspomagały reakcje obronne roślin.

Stwierdzono, że najlepszej jakości wysadki o parametrach wymaganych w produkcji nasiennej, otrzymano w uprawach buraka ćwikłowego w rozstawie kwadratowej 30 x 45 cm. Charakteryzowały się one wyrównaniem, średnicą w zakresie 8-10 cm oraz bardzo dobrą zdrowotnością ocenioną podczas selekcji negatywnej wykonanej przed ich przechowywaniem.

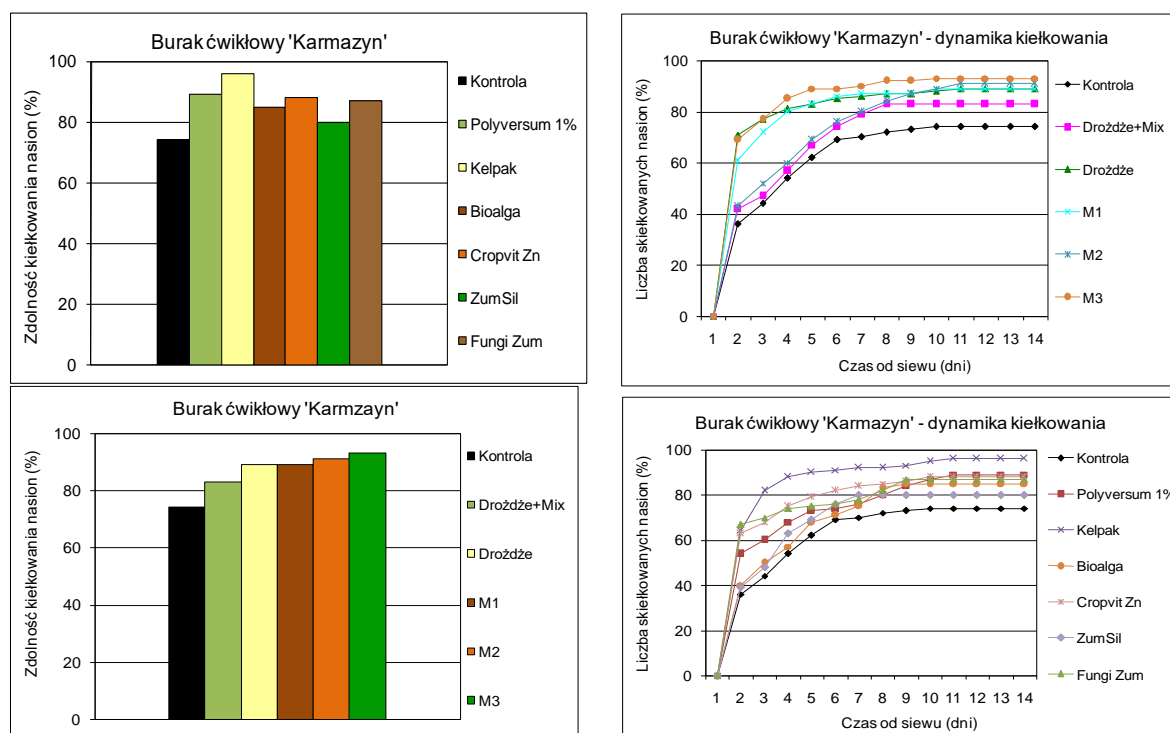
Doświadczenia laboratoryjne

Tabela 1. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego środkami biologicznymi i mikroorganizmami pożytecznymi na zasiedlenie mikoflorą (% w stosunku do ogółu izolatów).

Mikoflora	Kontrola	M1+M2 +M3	Polyversum	Drożdże	D+ M1,2,3
<i>Alternaria alternata</i>	51,0	16,5	18,0	23,3	14,0
<i>Cercospora beticola</i>	3,5	1,5	1,8	2,2	1,0
<i>Phoma betae</i>	4,1	2,8	2,5	3,2	2,5
<i>Peronospora schachtii</i>	1,5	0,9	0,5	0,8	0,3
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3,0	1,5	1,5	2,0	0,9
<i>Fusarium</i> spp.	2,6	0,8	1,5	1,8	1,0
<i>Cladosporium herbarum</i>	6,0	2,5	3,0	2,0	1,5
<i>Penicillium</i> spp.	4,5	2,2	1,5	2,5	1,8
<i>Chaetomium</i> spp.	1,4	0,0	0,6	1,0	0,0
<i>Rhizopus nigricans</i>	4,5	2,0	2,5	2,5	1,6
<i>Aspergillus</i> spp.	3,0	1,8	1,6	2,0	1,5
<i>Trichoderma</i> spp.	2,5	1,2	1,5	1,8	1,5
<i>Verticillium</i> spp.	1,7	0,8	0,5	1,2	0,9
Porażenie ogółem (%)	61,0	23,0	25,1	22,5	18,0

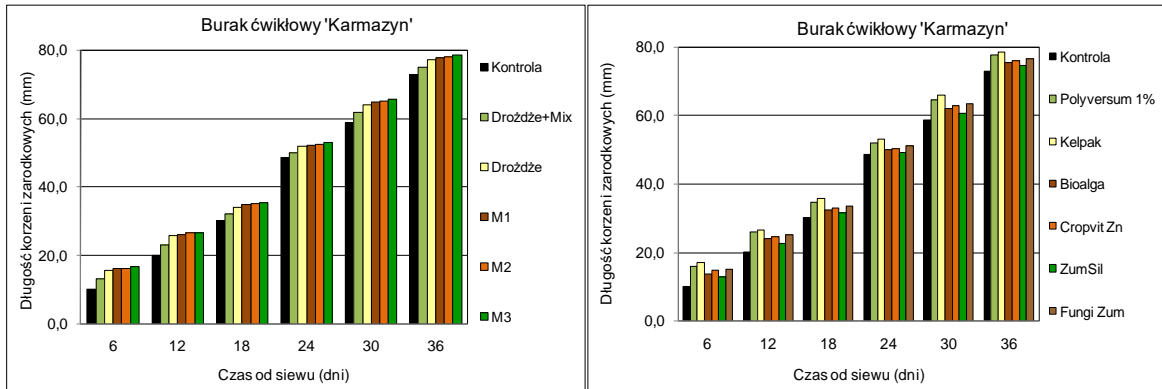
Tabela 2. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego środkami biologicznymi i mikroorganizmami na zasiedlenie mikoflorą (% w stosunku do ogółu izolatów).

Mikoflora	Kontrola	Zumsil	FungiZum	Bioalga	Kelpak	Cropvit
<i>Alternaria alternata</i>	51,0	19,0	13,0	25,5	24,0	48,0
<i>Cercospora beticola</i>	3,5	1,5	0,8	2,5	2,0	3,0
<i>Phoma betae</i>	4,1	1,5	0,8	2,2	2,0	3,8
<i>Peronospora schachtii</i>	1,5	1,1	0,5	1,0	1,0	1,5
<i>Epicoccum purpurascens</i>	3,0	1,6	1,0	2,0	2,0	2,8
<i>Fusarium</i> spp.	2,6	1,5	0,9	2,0	1,8	2,1
<i>Cladosporium herbarum</i>	6,0	3,5	1,5	3,5	2,8	5,5
<i>Penicillium</i> spp.	4,5	2,8	2,0	3,0	2,0	4,0
<i>Chaetomium</i> spp.	1,4	0,5	0,0	0,9	0,7	1,2
<i>Rhizopus nigricans</i>	4,5	3,0	2,0	3,5	3,5	4,0
<i>Aspergillus</i> spp.	3,0	1,8	0,5	2,0	2,0	3,0
<i>Trichoderma</i> spp.	2,5	0,9	0,5	1,0	1,3	2,0
<i>Verticillium</i> spp.	1,7	1,1	0,7	1,5	1,5	1,8
Porażenie (%)	61,0	24,5	16,5	29,0	26,0	49,5

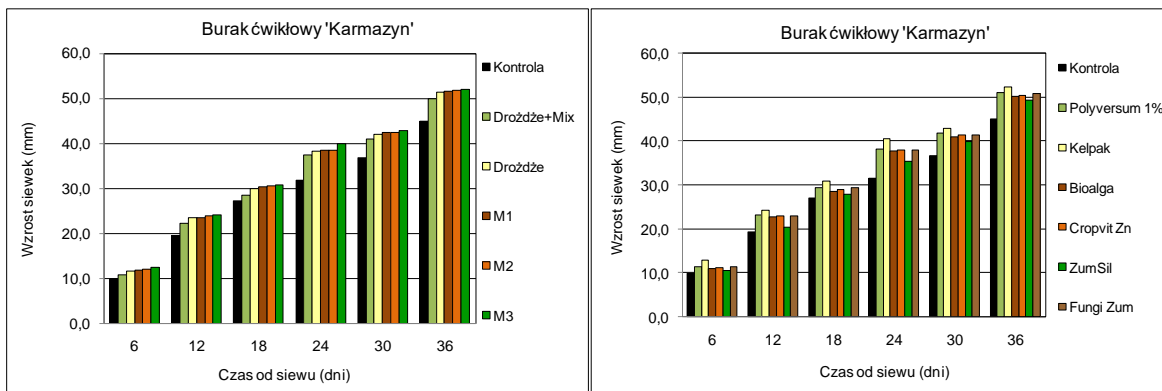


Rys. 1-4. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' środkami biologicznymi na zdolność i dynamikę kiełkowania

Testy Phytotoxkit

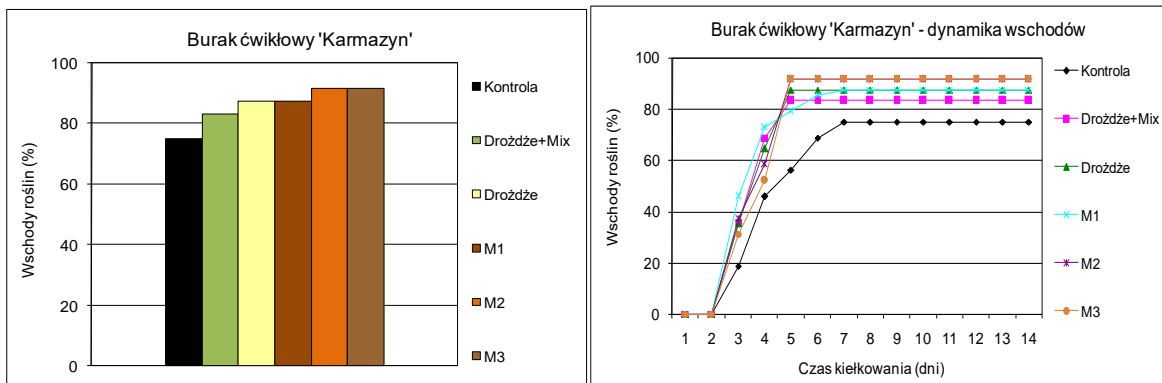


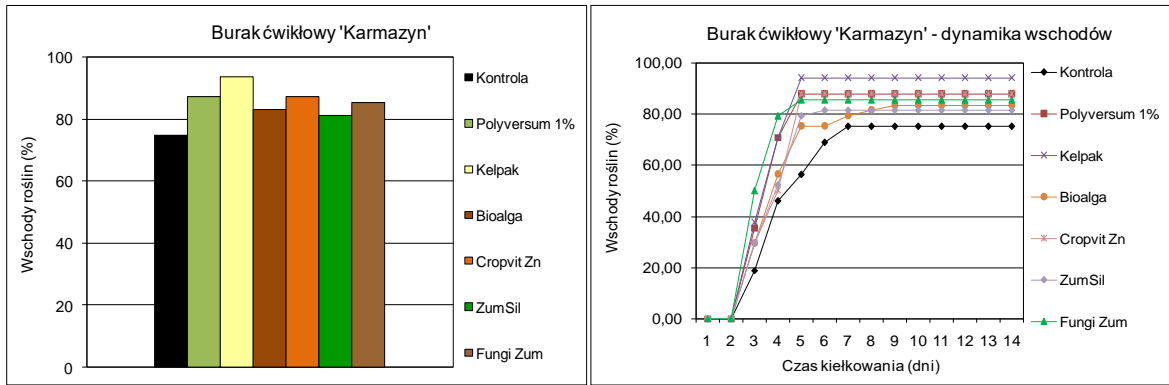
Rys. 5-6. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' środkami biologicznymi na długość korzeni zarodkowych w testach Phytotoxkit.



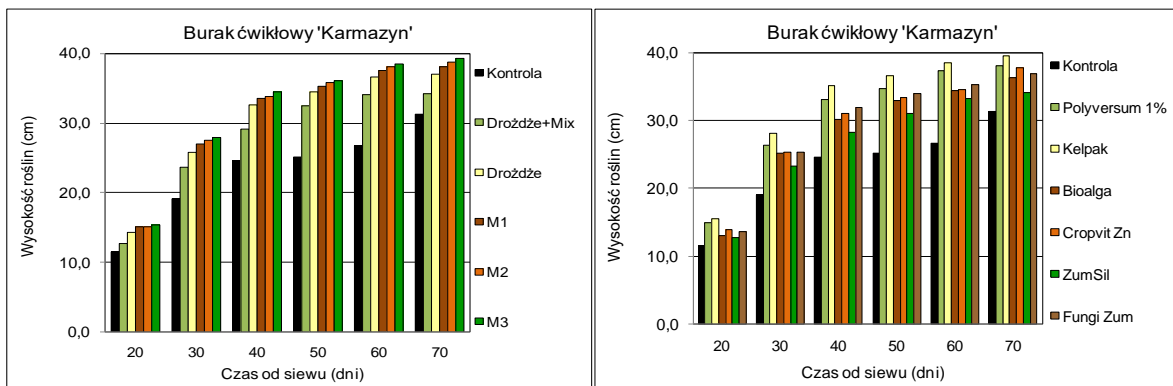
Rys. 7-8. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' środkami biologicznymi na wzrost siewek w testach Phytotoxkit.

Doświadczenia szklarniowe

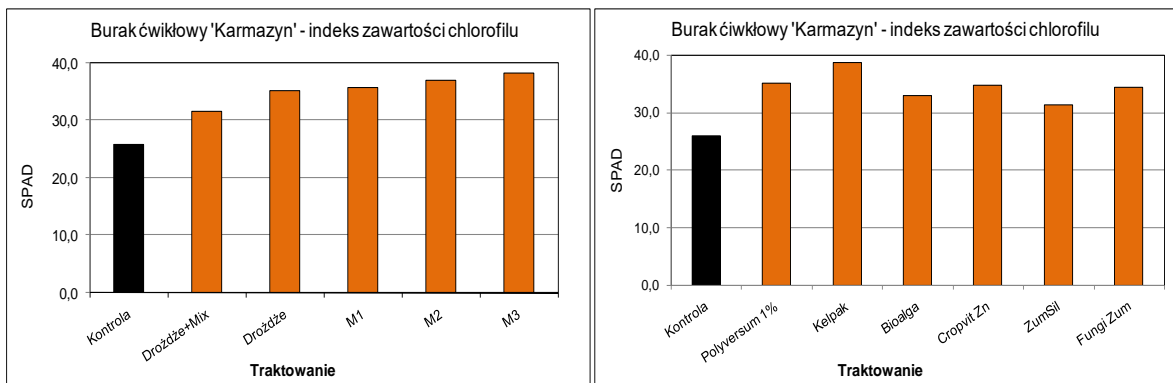




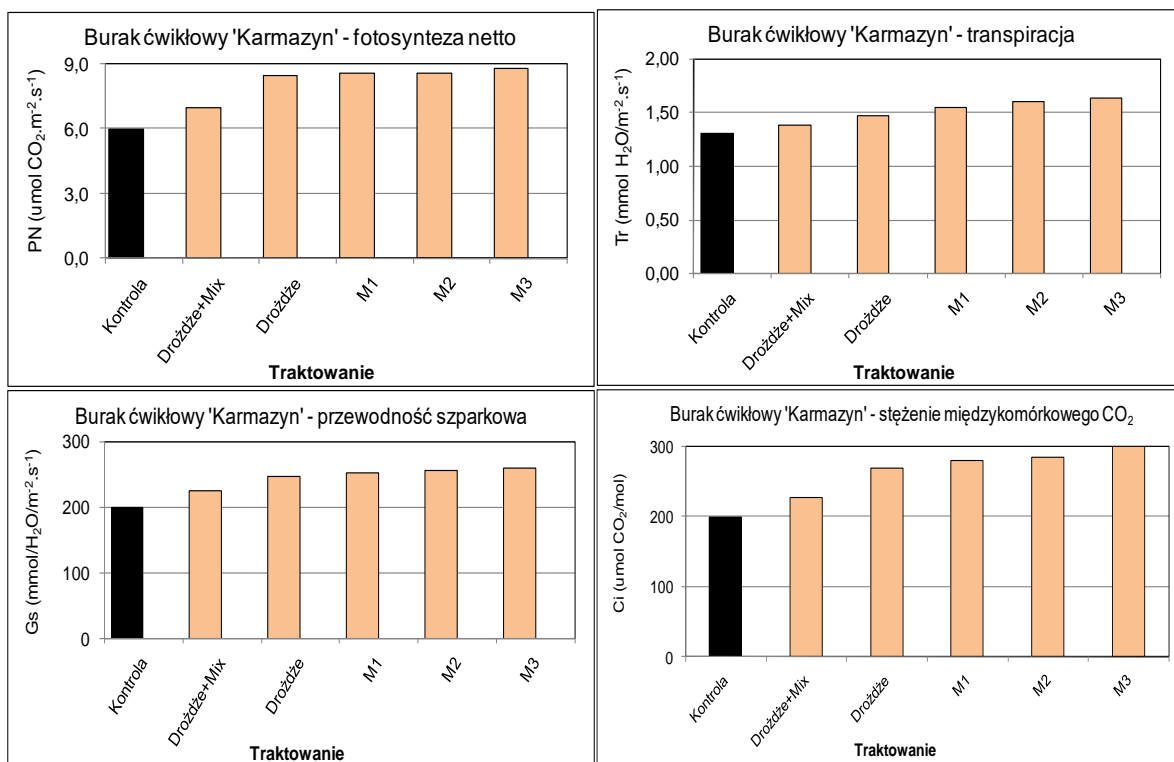
Rys. 9-12. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' środkami biologicznymi na liczbę i dynamikę wschodów roślin w uprawach szklarniowych.



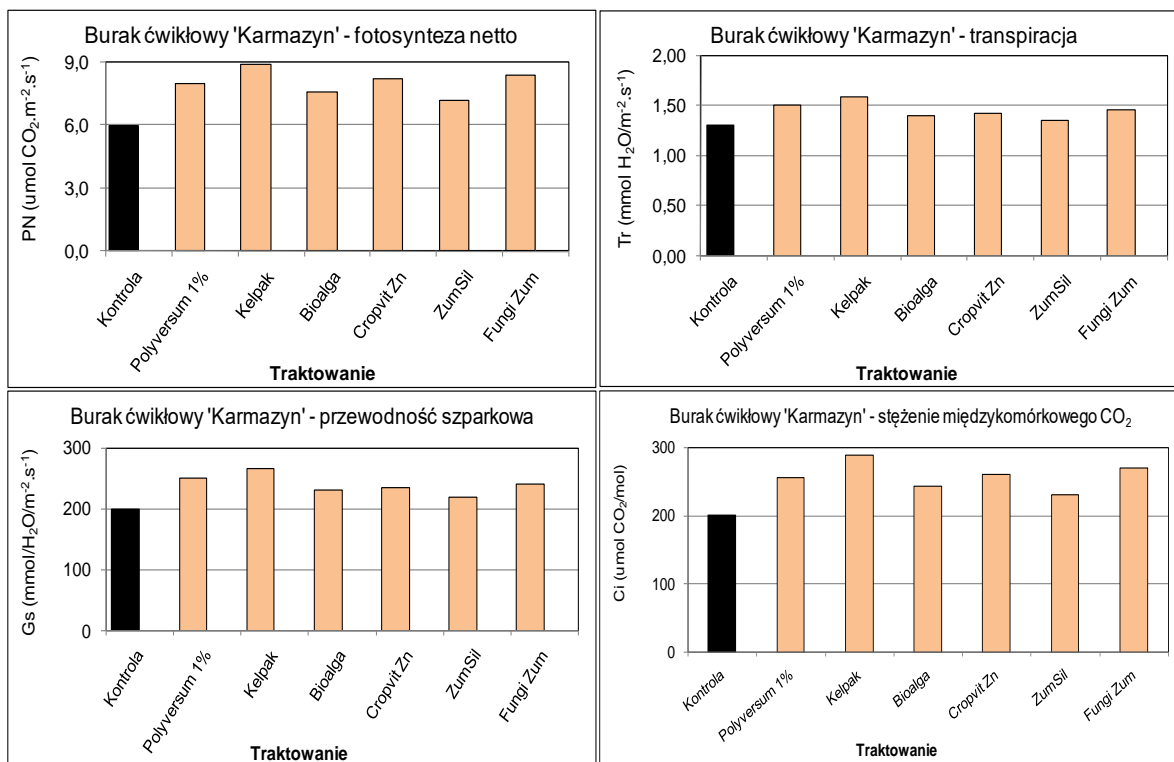
Rys. 13-14. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wzrost roślin w uprawach szklarniowych.



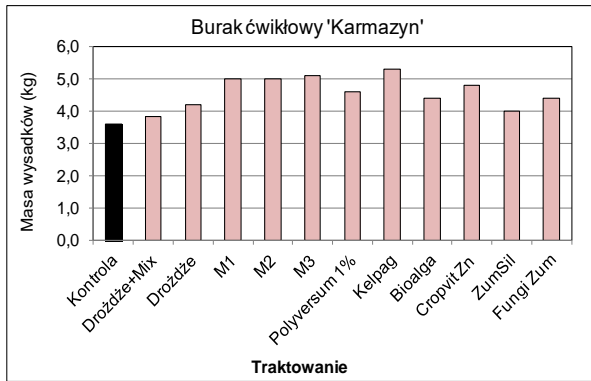
Rys. 15-16. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na index zawartości chlorofilu w liściach roślin w uprawach szklarniowych.



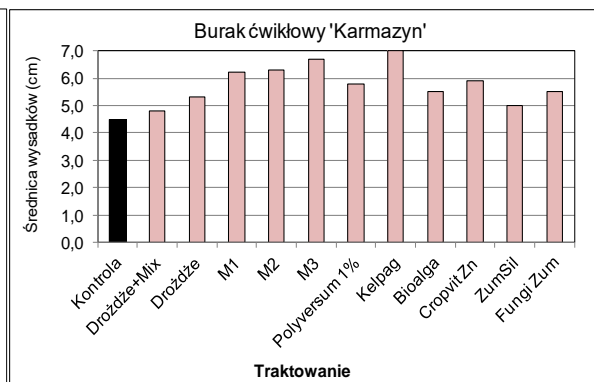
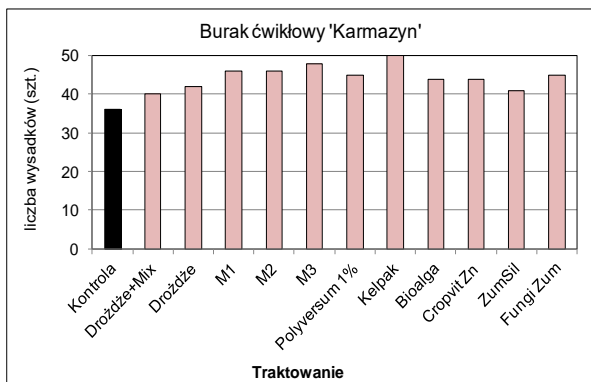
Rys. 17-20. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wymianę gazową roślin w uprawach szklarniowych.



Rys. 21-24. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wymianę gazową roślin w uprawach szklarniowych.



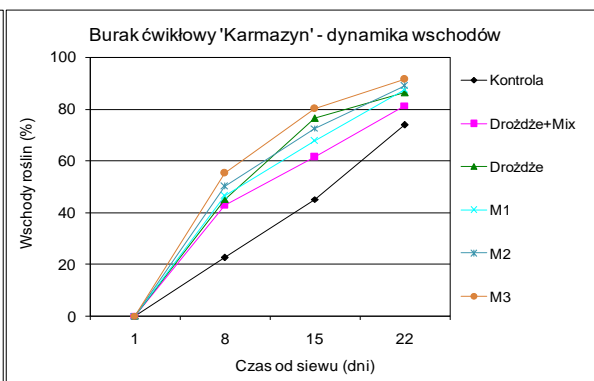
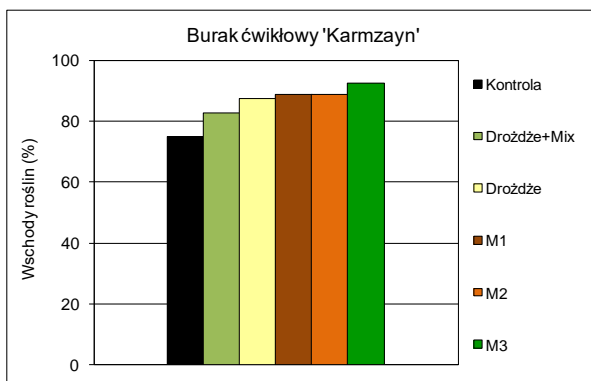
Rys. 25-26. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na masę wysadków z poszczególnych kombinacji i masę 1 wysadka w uprawach szklarniowych.

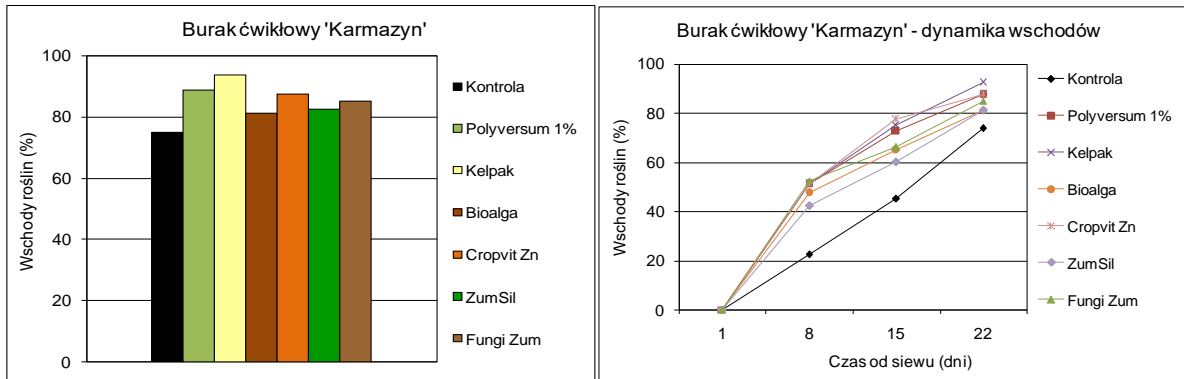


Rys. 27-28. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na liczbę i średnicę wysadków w poszczególnych kombinacjach w uprawach szklarniowych.

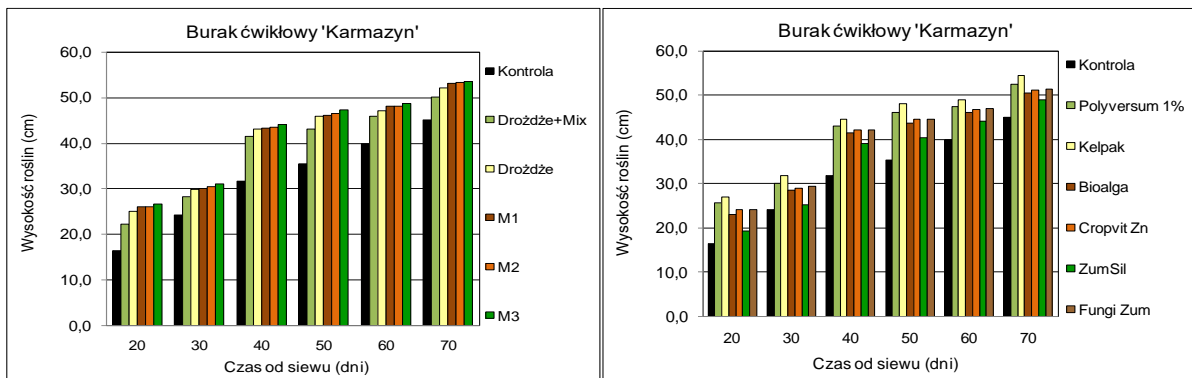
Doświadczenia polowe prowadzone w dwóch rozstawach

Rozstawa 30x30 cm

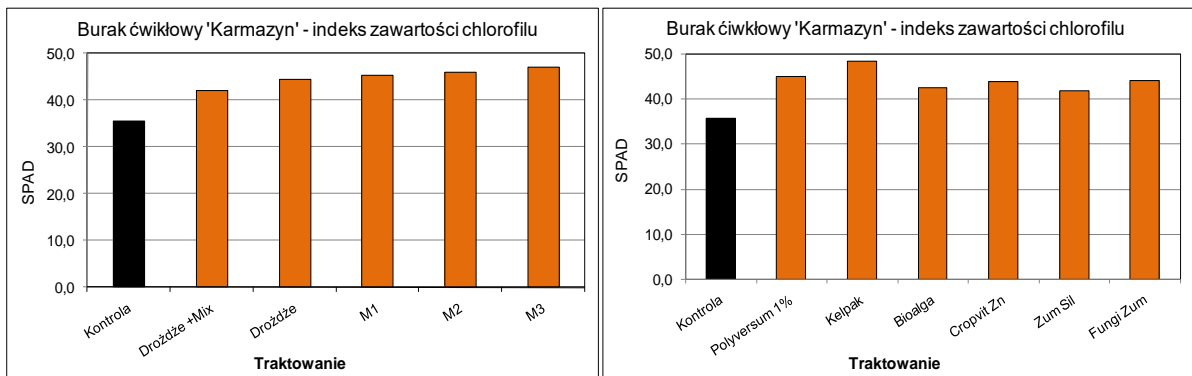




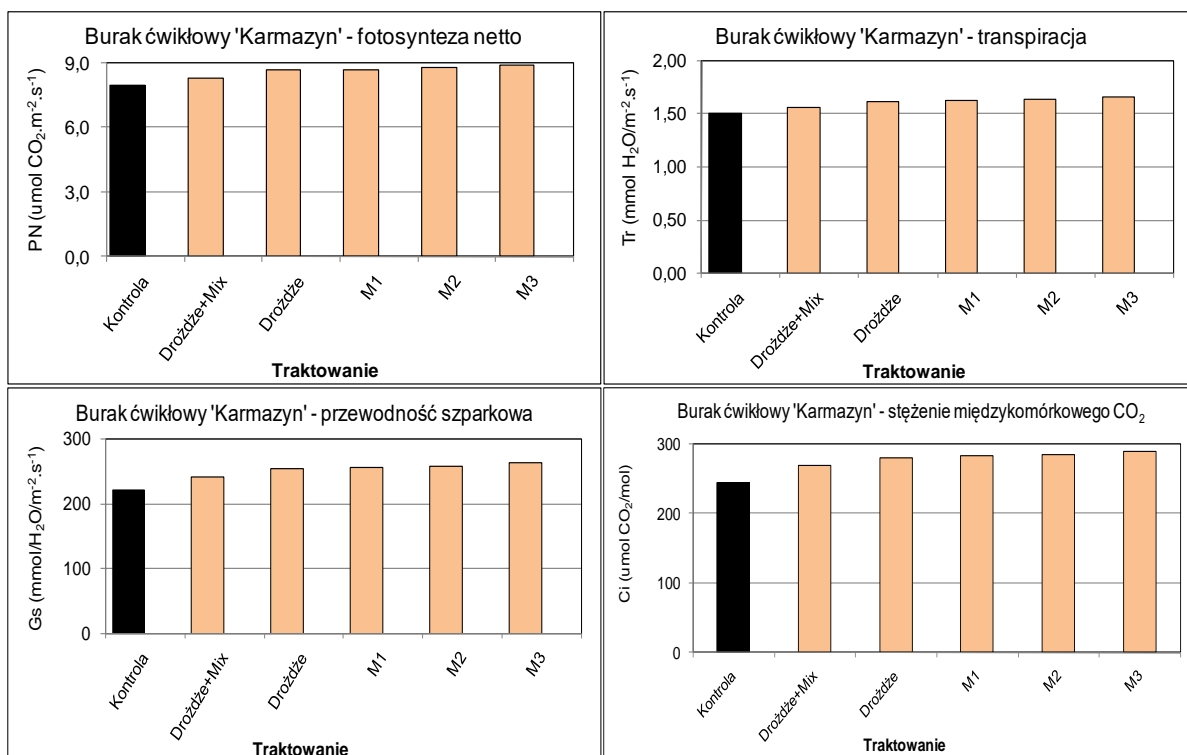
Rys. 29-32. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji dogłebowej biopreparatów na liczbę i dynamikę wschodów roślin w polu (rozstawa roślin 30x30 cm).



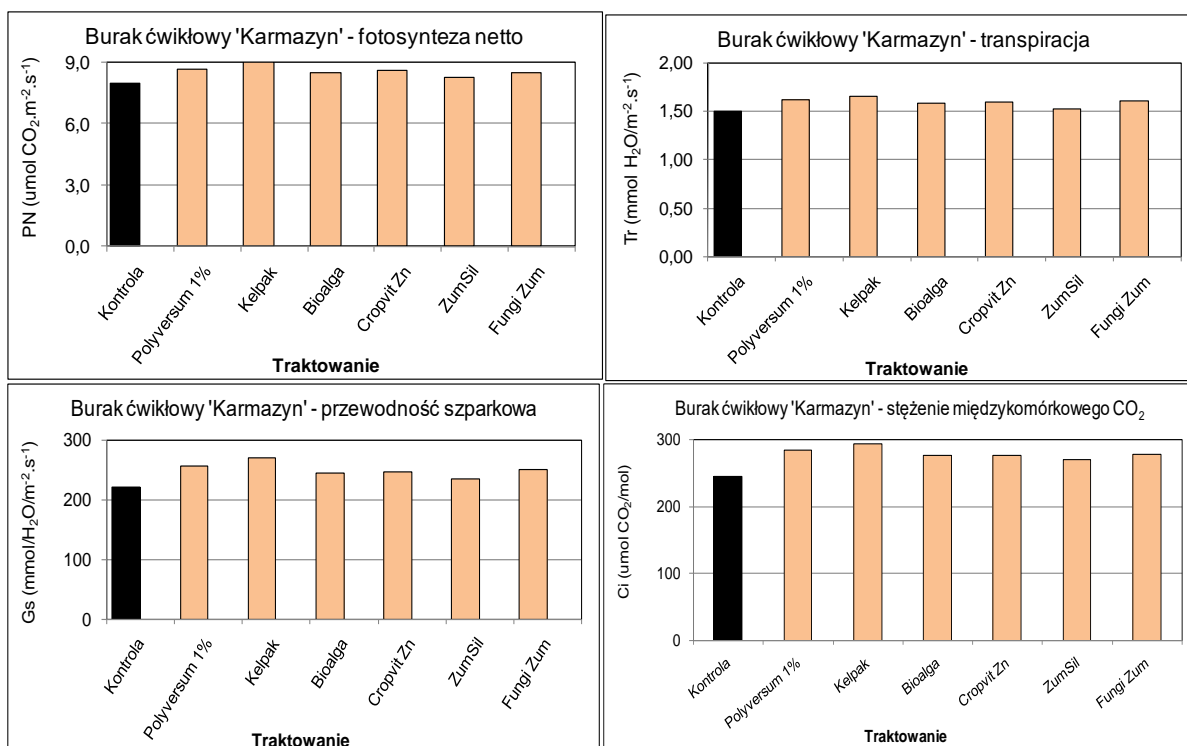
Rys. 33-34. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub dogłebowo na wzrost roślin w polu (rozstawa roślin 30x30 cm).



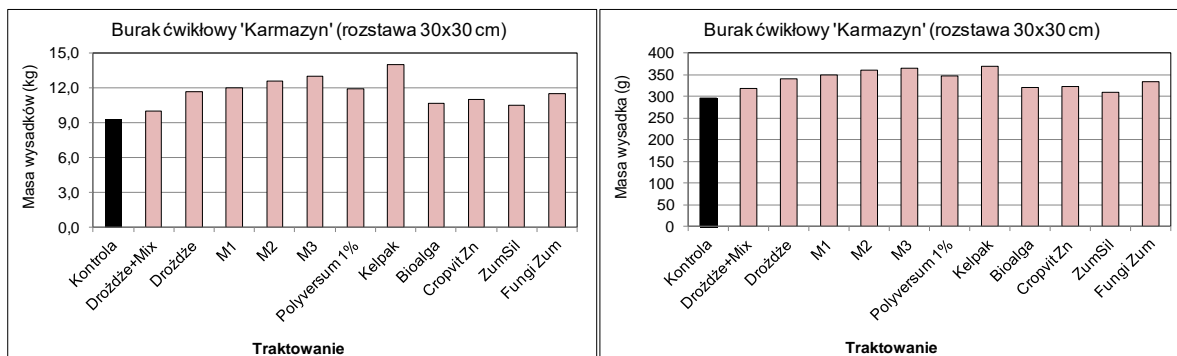
Rys. 35-36. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub dogłebowo na index zawartości chlorofilu w liściach roślin w polu (rozstawa roślin 30x30 cm).



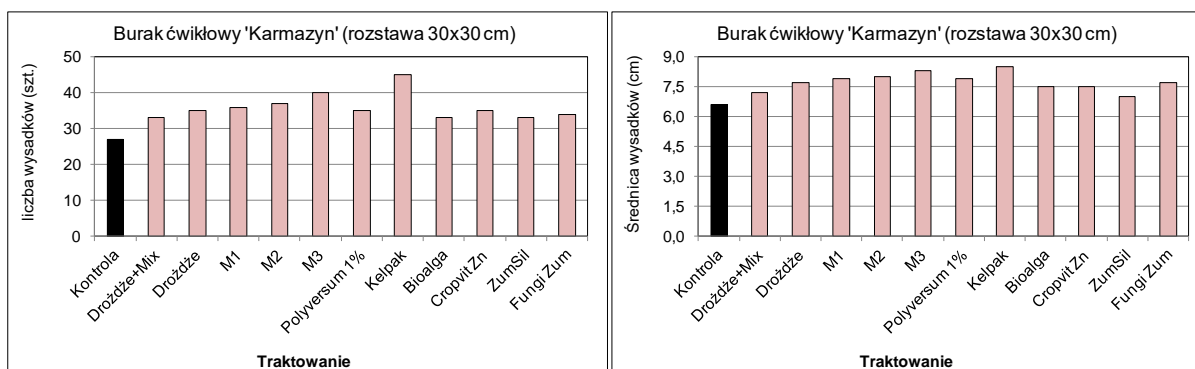
Rys. 37-40. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wymianę gazową roślin w polu (rozstawa roślin 30x30 cm).



Rys. 41-44. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wymianę gazową roślin w polu (rozstawa roślin 30x30 cm).

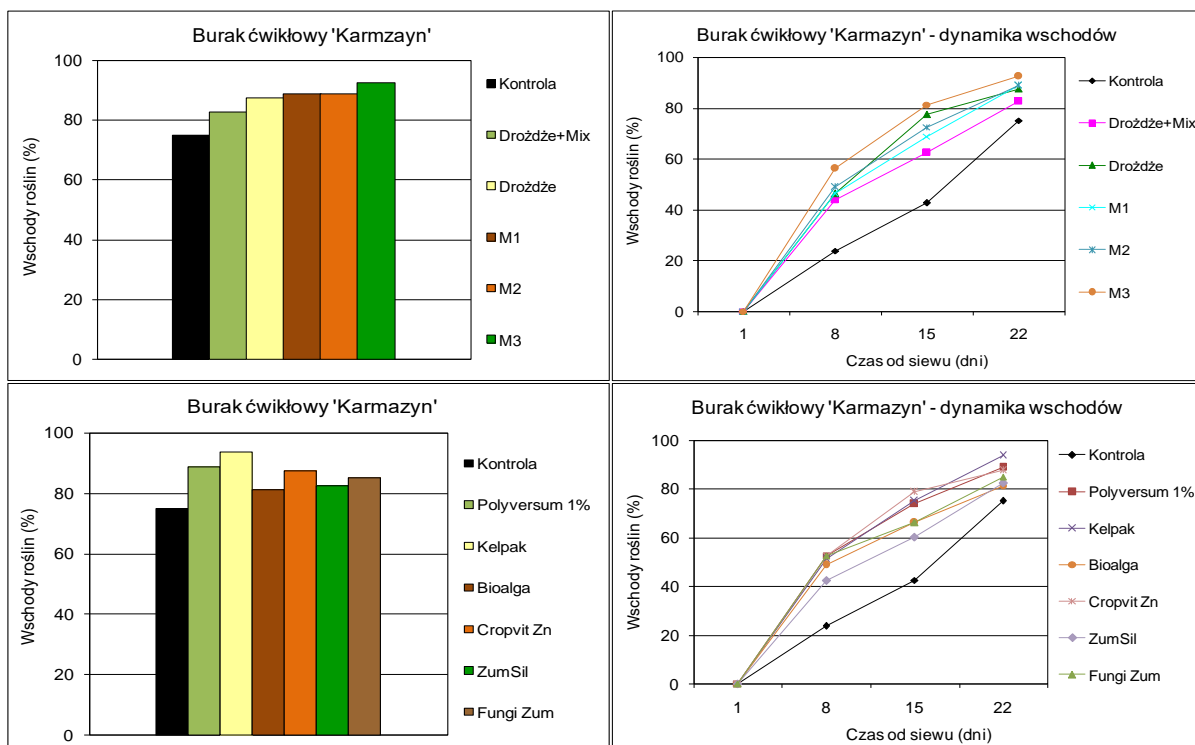


Rys. 45-46. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na masę wysadków z poszczególnych kombinacji i masę 1 wysadka (uprawy polowe - rozstawa roślin 30x30 cm).

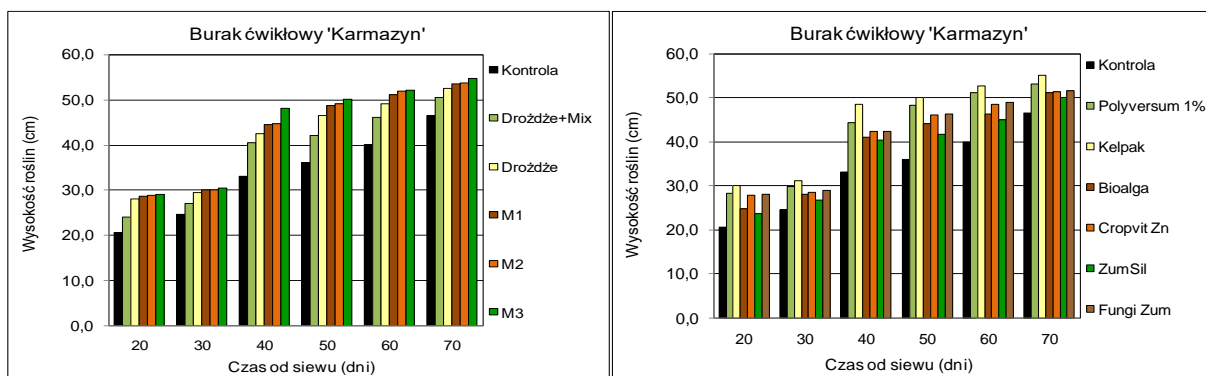


Rys. 47-48. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na liczbę i średnicę wysadków z poszczególnych kombinacji (uprawy polowe - rozstawa roślin 30x30 cm).

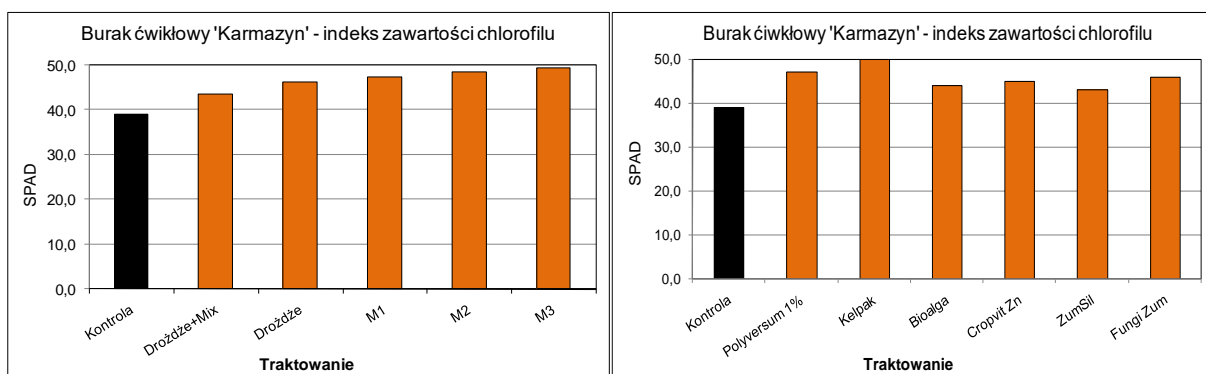
Rozstawa 30x45 cm



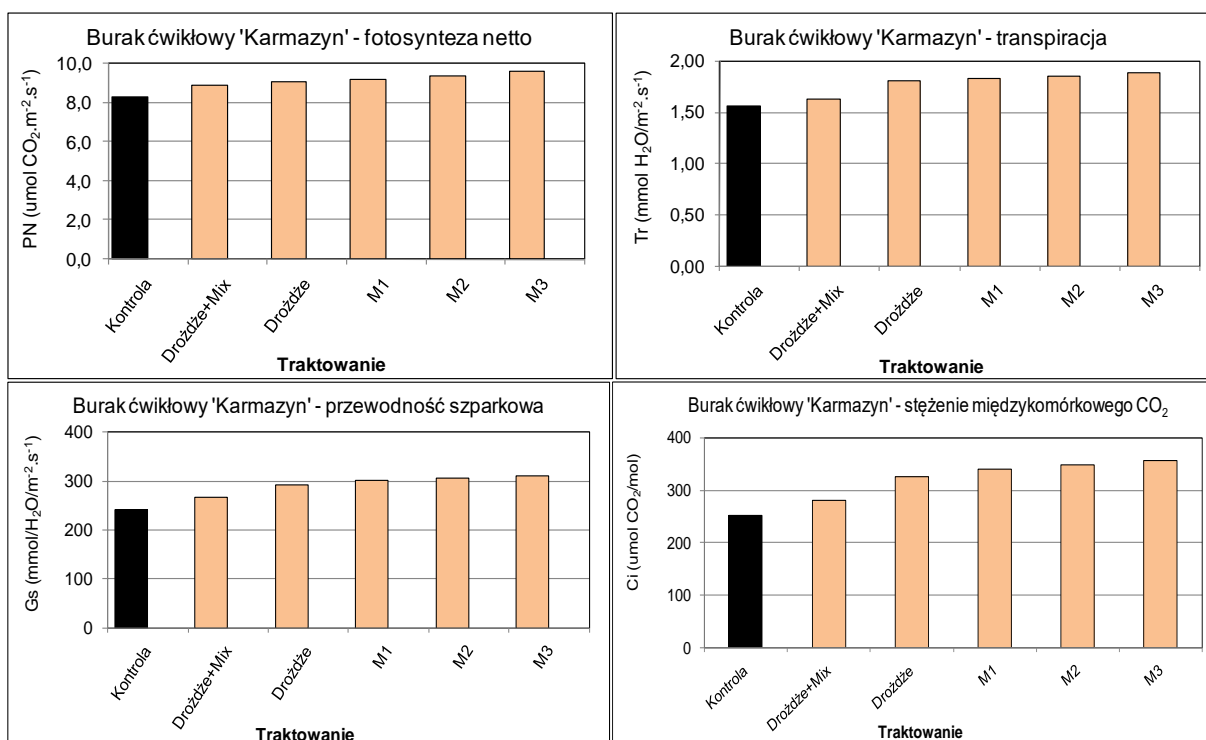
Rys. 49-52. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na liczbę i dynamikę wschodów roślin w polu (rozstawa roślin 30x45 cm).



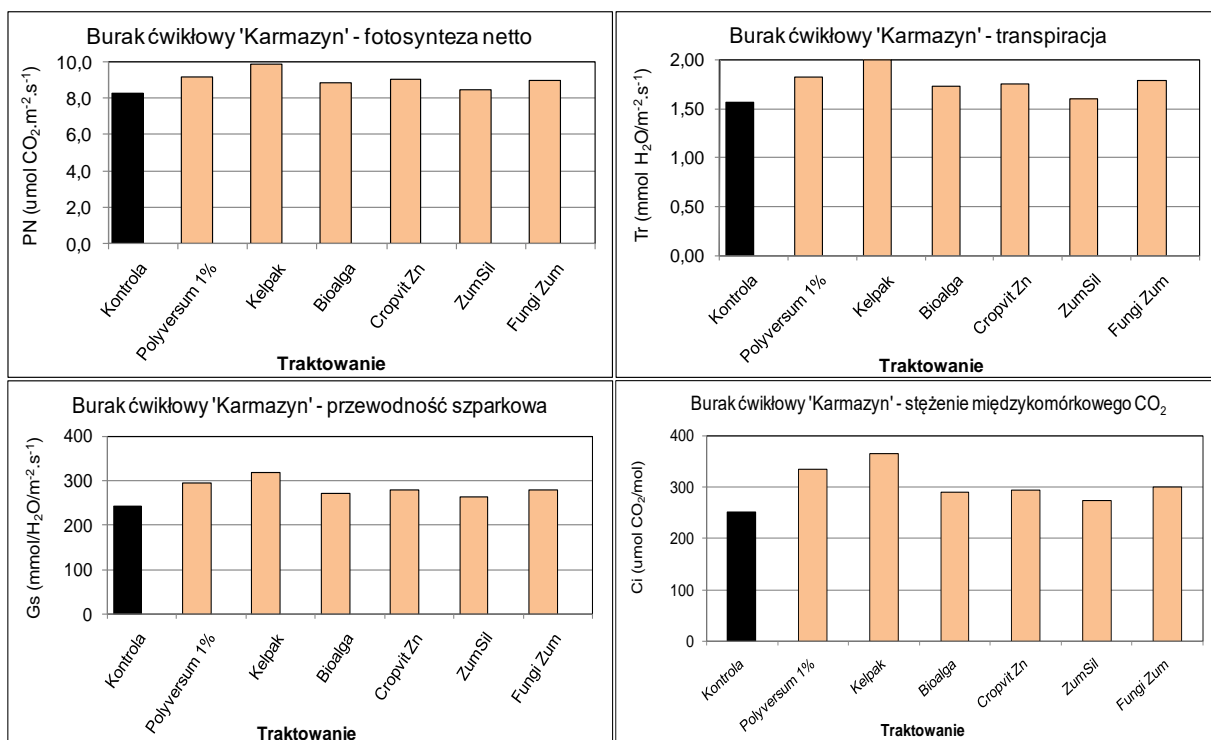
Rys. 53-54. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wzrost roślin w polu (rozstawa roślin 30x45 cm).



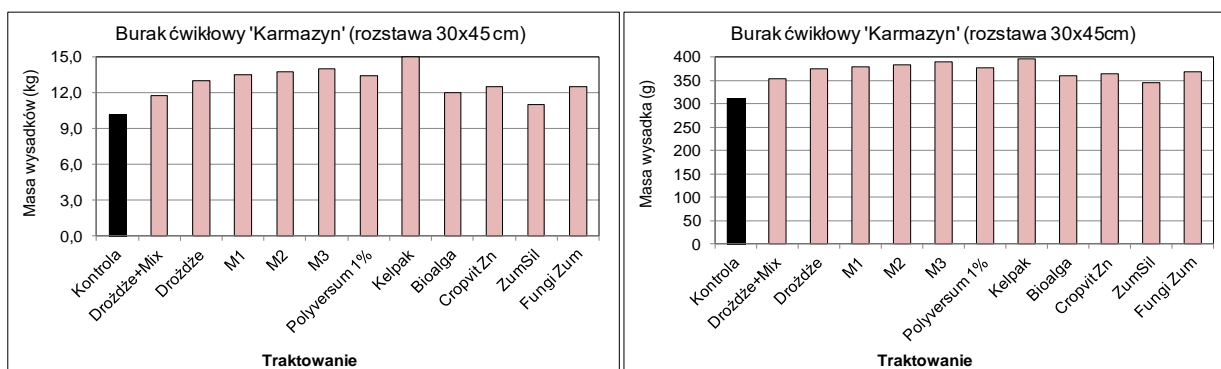
Rys. 55-56. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na index zawartości chlorofilu w liściach roślin w polu (rozstawa roślin 30x45 cm).



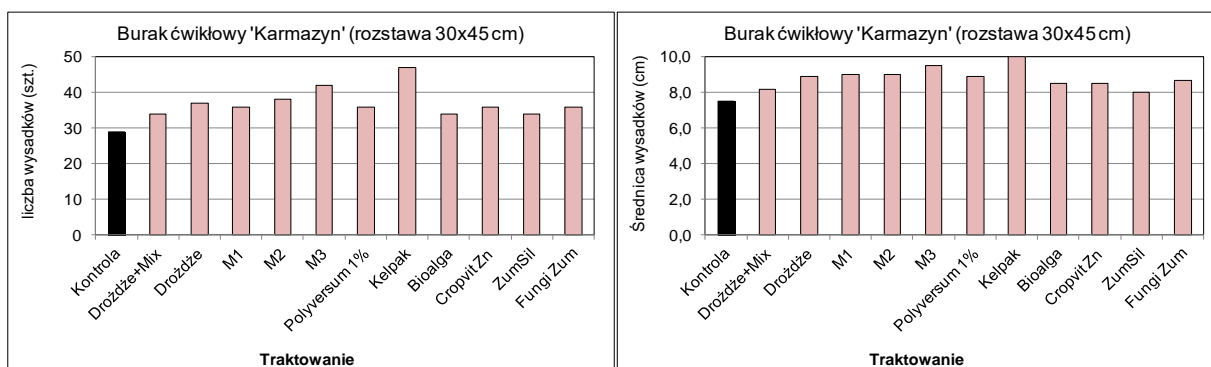
Rys. 57-60. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wymianę gazową roślin w polu (rozstawa roślin 30x45 cm).



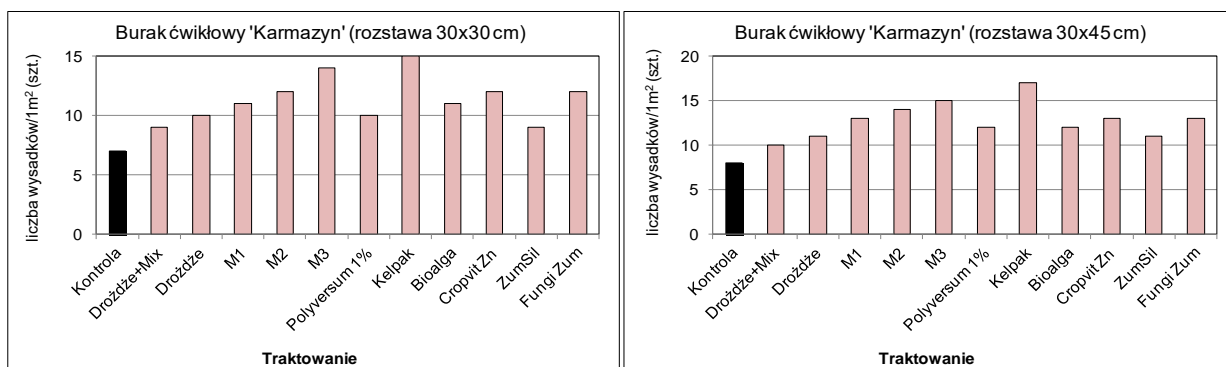
Rys. 61-64. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na wymianę gazową roślin w polu (rozstawa roślin 30x45 cm).



Rys. 65-66. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na masę wysadków z poszczególnych kombinacji i masę 1 wysadka z upraw polowych (rozstawa roślin 30x45 cm).



Rys. 67-68. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na liczbę i średnicę wysadków z poszczególnych kombinacji z upraw polowych (rozstawa roślin 30x45 cm).



Rys. 69-70. Wpływ traktowania kłębków buraka ćwikłowego 'Karmazyn' oraz aplikacji biopreparatów dolistnie lub doglebowo na liczbę wysadków na 1 m² - rozstawa 30x30 cm i 30x45 cm.

Podsumowanie

W ramach projektu opracowano najważniejsze aspekty ekologicznej produkcji (uprawy i ochrony) materiału rozmnożeniowego (wysadków) buraka ćwikłowego (I roku uprawy), przeznaczonego do reprodukcji nasion w kolejnym sezonie wegetacyjnym (II rok uprawy w 2024 r.). Jednym z najważniejszych kryteriów uzyskania wysokiej jakości **wysadków, zwłaszcza z upraw w systemach ekologicznych, jest stosowanie najlepszej jakości i zdrowotności materiału siewnego, którym są kłębki buraka ćwikłowego. Wymagania technologiczne dla materiału siewnego** wynikające z obowiązujących w tym zakresie przepisów prawa europejskiego oraz odnośnych dyrektywy, rozporządzeń i ustaw m.in. Dyrektywy Rady 202/55/WE z dnia 13 czerwca 2002 (w sprawie obrotu materiałem siewnym warzyw) – określają minimalne zdolności kiełkowania nasion dopuszczonych do obrotu. Rozporządzenie Rady (WE) 834/2007 (w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania z dnia 28 czerwca 2007 r., art. 12, poz.1) – **nakłada obowiązek stosowania ekologicznego materiału siewnego i wegetatywnego materiału nasadzeniowego w produkcji ekologicznej.** Wymienione Rozporządzenie oraz Ustawa o Nasiennictwie z dnia 9 listopada 2012 r. (Dz. U. z dnia 28.12.2012 poz.1512., z późn. zm.) i rozporządzenia wykonawcze – **jednoznacznie precyzują przepisy dotyczące wymagań obowiązujących w produkcji nasiennej i przestrzegania zasad dotyczących wytwarzania, jakości i obrotu materiałem siewnym. Materiał siewny wytwarzany w produkcji ekologicznej podlega tym samym wymogom co wytworzony w produkcji konwencjonalnej i musi spełniać wszystkie kryteria zawarte w przepisach i dyrektywach WE.** Do chwili obecnej nie wprowadzono żadnych łagodniejszych przepisów dla nasion ekologicznych, które charakteryzują się niższą jakością, w porównaniu z nasionami uzyskanymi w produkcji konwencjonalnej. **Kraje członkowskie UE zobligowane są do transpozycji w/w przepisów międzynarodowych i unijnych tak, by utrzymać standardy i normy wspólnotowego reżimu nasiennego.**

W związku z tym w pierwszym etapie badań projektowych **opracowano nowatorskie metody biologicznego zaprawiania kłębków buraka ćwikłowego, w wyniku których uzyskano wysokiej jakości materiał siewny, z którego finalnie otrzymano wyrównany i zdrowy materiał rozmnożeniowy, o wymaganych w produkcji nasiennej parametrach (masie i średnicy wysadków).** W wyniku badań opracowano i wytypowano również metody i środki ekologiczne o potwierdzonej, wysokiej skuteczności (ochronnej, plonotwórczej oraz stymulacji odporności na stres biotyczny i abiotyczny), które będą częścią składową kompleksowej technologii produkcji buraka ćwikłowego na nasiona w systemach ekologicznych (w dwuletniej produkcji) oraz praktycznego kompleksowego przewodnika dla producentów (I i II rok ekologicznej uprawy buraka ćwikłowego na nasiona).

Wartością dodaną projektu jest podjęcie badań, ukierunkowanych na **uproszczenie i zoptymalizowanie procesu produkcji tej dwuletniej rośliny warzywnej, uprawianej na**

nasiona, poprzez wprowadzenie alternatywnej metody - bezwysadkowej, zwiększającej w znacznym stopniu rentowność produkcji nasiennej. Eliminuje ona konieczność wykopywania wysadków, przechowywania i ponownego sadzenia materiału wysadkowego, z którego w kolejnym sezonie wegetacyjnym (II rok uprawy), reprodukowane są nasiona buraka ćwikłowego. **W tym aspekcie wytypowano i wykorzystano w uprawach materiału rozmnożeniowego metody i środki biologiczne stymulujące odporność roślin na stres termiczny oraz zabiegi ochrony roślin przed niskimi temperaturami (zimowaniem w gruncie).**

Wymiernym rezultatem badań jest również opracowanie szczegółowego, praktycznego przewodnika uprawy wysadków buraka ćwikłowego w systemach ekologicznych w I roku produkcji na nasiona z uwzględnieniem zasad dobrej praktyki, wymagań agrotechnicznych gatunku, biologicznej ochrony przed agrofagami oraz możliwości uszlachetniania nasion.

Podjęte badania wpisują się w strategię rozwoju rolnictwa ekologicznego, zwiększają zainteresowania ekologiczną produkcją nasienną dwuletnich gatunków roślin warzywnych, dostarczając niezbędnej, ale niestety często nieosiągalnej dla producentów wiedzy w tym zakresie. Wskazują możliwości optymalizacji produkcji nasiennej poprzez wykorzystanie metod i środków ekologicznych, dostosowanych do wymogów i zapotrzebowania oraz specyfiki produkcji nasiennej buraka ćwikłowego.

ZALECENIA

1. Ekologiczne kłębki buraka ćwikłowego (materiał nasienny) należy przedsięwzięć poddać 2-godzinnemu płukaniu pod bieżącą wodą a następnie biologicznemu zaprawianiu przy pomocy środków biologicznych np. Polyversum, wytypowanych w badaniach pożytecznych szczepów bakterii, preparatów krzemowych lub preparatów na bazie alg.
2. W ekologicznej produkcji materiału rozmnożeniowego buraka ćwikłowego najlepsze rezultaty w zakresie **poprawy wzrostu, rozwoju, plonowania i zdrowotności roślin uzyskuje się** stosując biostymulatory wzrostu i odporności roślin np. Kelpak, Bioalga, preparaty krzemowe wzbogacone mikroorganizmami (FungiZum), preparaty zawierające naturalne kwasy huminowe, fulwowe i potas, niezbędny do uzyskania wysokiej jakości materiału rozmnożeniowego (korzeni) buraka ćwikłowego (Humat potasu) oraz preparaty biotechniczne zawierające mikroelementy, których niedobór prowadzi do zaburzeń fizjologicznych roślin buraka tj. bor wchodzący m.in. w skład preparatu Bormax.
3. Należy dbać o żyzność gleby **oraz utrzymanie jej w dobrej strukturze** poprzez zastosowanie mikroorganizmów antagonistycznych, zwalczających patogeny glebowe, poprawiających właściwości biologiczne gleb i zwiększające przyswajalność składników pokarmowych niezbędnych roślinom. Można to osiągnąć wprowadzając przedsięwzięć do gleby preparaty na bazie pożytecznych mikroorganizmów np. Bakto Kompleks, Efektywne Mikroorganizmy (EM) i bionawozy dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym.
4. **Zaprawiając biologicznie nasiona, budując sukcesywnie odporność roślin buraka ćwikłowego** poprzez aplikację biostymulatorów i pożytecznych mikroorganizmów oraz **wzbogacając właściwości biologiczne gleb** pod jego uprawę, można zniwelować zabiegi ochrony roślin do minimum, otrzymać zadawalające plony ilościowe i jakościowe oraz zwiększyć rentowność produkcji materiału rozmnożeniowego (wysadków).

Literatura

1. **Janas R.** 2003. Wpływ wybranych elementów technologii produkcji nasion buraka ćwikłowego na morfologię nasiennika, plon i jakość materiału siewnego. Praca doktorska. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice: 1-125.
2. **Janas R.** 2021. Czym zaprawiać nasiona w ekologii. *Warzywa i Owoce Miękkie* 12/2021: 58-61.
3. **Janas R., Grzesik M.** 2005. Zastosowanie środków biologicznych do poprawy jakości nasion roślin ogrodniczych. *Progress in Plant Prot/ Postępy w Ochronie Roślin* 45, 1: 739-741.
4. **Janas R., Grzesik M., Góralska R., Chojnowska E.** 2019. Doskonalenie produkcji nasiennej roślin warzywnych z wykorzystaniem fizjologicznych, fizycznych i biologicznych metod uszlachetniania nasion. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice:1-10.
5. **Janas R., Szwejda J.** 2021. Ekologiczna uprawa warzyw. *Warzywa*, 10-11/2021: 42-44.
6. Michalik B. 2000. Komosowate – Burak ćwikłowy (*Beta vulgaris* L). W: *Nasiennictwo t.2* red. Duczmal. PWRiL. Poznań: 274-278.