

SPRAWOZDANIE MERYTORYCZNE
z realizacji zadania na rzecz rolnictwa ekologicznego w 2016 roku

A. INFORMACJE OGÓLNE

Tytuł zadania Metody zaprawiania nasion metodami ekologicznymi: Wpływ biopreparatów na plonowanie, zdrowotność i jakość surowców pozyskiwanych z roślin gryki (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)
Numer zadania 7104 (<i>na podstawie § 8ust. 1, ust. 2, pkt 1 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170)</i>)
Planowany okres realizacji zadania 6 miesięcy (rok 2016)
Planowane nakłady w zł 148170

B. DANE WNIOSKODAWCY

Imię i nazwisko osoby reprezentującej jednostkę badawczą, tytuł lub stopień naukowy, stanowisko, nazwa i adres jednostki badawczej, telefon, fax) Florian Gambuś, prof. dr hab. inż. Prorektor ds. Nauki i Współpracy z Zagranicą Uniwersytet Rolniczy im. H. Kollątaja w Krakowie Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków Tel. 12 662 42 59, fax: 12 633 62 45, e-mail: recsci@ur.krakow.pl
--

C. INFORMACJA O WYKONAWCACH

1. Zespół badawczy

Kierownik zadania		
Imię i nazwisko	Stopień i tytuł naukowy	Miejsce zatrudnienia
Robert Witkowicz	Dr hab. inż.	Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Wykonawcy zadania		
Imię i nazwisko	Stopień i tytuł naukowy	Miejsce zatrudnienia
Katarzyna Gleń-Karolczyk	Dr inż.	Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Wioletta Biel	Dr hab. inż.	Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
Joanna Chłopicka	Dr n. farm.	Uniwersytet Jagielloński
Agnieszka Galanty	Dr n. farm.	Uniwersytet Jagielloński
Edyta Skrzypek	Dr hab. inż.	Instytut Fizjologii Roślin PAN
Mateusz Krupa	Mgr inż.	Studium Doktoranckie UR w Krakowie

2. Kierownik zadania (*imię, nazwisko, tytuł lub stopień naukowy, adres do korespondencji, telefon bezpośredni i do sekretariatu jednostki organizacyjnej zatrudniającej kierownika zadania, e-mail kierownika; telefon do oraz dane osoby, z którą można się kontaktować w razie nieobecności kierownika zadania*)

Robert Witkowicz, dr hab. inż.,
Instytut Produkcji Roślinnej,
Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin,
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
Tel.: (12) 662 43 85 (bezpośredni), (12) 662 43 82 (sekretariat)
e-mail: r.witkowicz@ur.krakow.pl

D. OPIS ZADANIA

Cele podzadań

Lp.	Temat podzadania i cel (zgodnie ze szczegółowym opisem podzadania)	Czy cel został zrealizowany (tak/nie ¹ /częściowo ¹)
1.	Wykorzystanie biopreparatów do ochrony czystości mikrobiologicznej kielków gryki. Cel: 1. Uszeregowanie biopreparatów wg siły oddziaływania na dynamikę procesu kiełkowania przy hipotezie badawczej zakładającej ich zróżnicowany wpływ na ten proces. 2. Uszeregowanie biopreparatów według siły oddziaływania na zdrowotność kielków przy hipotezie badawczej zakładającej ich odmienny, supresyjny wpływ na rozwój drobnoustrojów. 3. Ocena wpływu biopreparatów na skład chemiczny kielków przy hipotezie zakładającej ich odmienny wpływ na rozwój siewek oraz zdrowotność surowca.	Tak Tak Tak
2.	Zwiększenie polowej zdolności wschodów gryki oraz zdrowotności siewek. Cel: 1. Uszeregowanie biopreparatów według siły oddziaływania na polową zdolność wschodów przy hipotezie badawczej zakładającej ich zróżnicowany wpływ na ten proces. 2. Uszeregowanie biopreparatów według skuteczności ochrony siewek przed patogenami powodującymi zgorzele i zgnilizny w warunkach polowych przy hipotezie badawczej zakładającej ich odmienny, supresyjny wpływ na rozwój drobnoustrojów. 3. Ocena wpływu biopreparatów na budowę morfologiczną siewek przy hipotezie zakładającej ten wpływ z powodu ich odmiennego działania.	Tak Tak Tak
3.	Poprawa dynamiki rozwoju roślin gryki oraz poprawa jakości surowców (liści i orzeszków). Cel: 1. Uszeregowanie biopreparatów według siły oddziaływania na dynamikę rozwoju łanu gryki przy hipotezie badawczej zakładającej ich zróżnicowany wpływ. 2. Uszeregowanie biopreparatów według siły oddziaływania na dynamikę procesu fotosyntezy oraz fluorescencję chlorofilu przy hipotezie badawczej zakładającej ich zróżnicowany wpływ na te procesy. 3. Uszeregowanie biopreparatów według skuteczności oddziaływania na zdrowotność łanu przy hipotezie badawczej zakładającej ich odmienny, supresyjny wpływ na rozwój drobnoustrojów. 4. Ocena wpływu biopreparatów na skład chemiczny liści i orzeszków gryki przy hipotezie zakładającej ich odmienny wpływ na rozwój łanu oraz zdrowotność surowca.	Tak Tak Tak Tak

¹ Jeśli dotyczy – proszę opisać pod tabelą, w jakim stopniu cel został osiągnięty i podać przyczyny

E. HARMONOGRAM REALIZACJI ZADANIA

Harmonogram realizacji zadania należy sporządzić w tabeli, dla każdego z planowanych tematów badawczych. Proszę podać koszty realizacji poszczególnych tematów badawczych.

Lp.	Nazwa tematu badawczego	Termin rozpoczęcia – zakończenia realizacji tematu badawczego w miesiącach od rozpoczęcia realizacji zadania	Przewidywane koszty realizacji tematu badawczego
1	Wykorzystanie biopreparatów do ochrony czystości mikrobiologicznej kielków gryki	1/3	45 744
2	Zwiększenie polowej zdolności wschodów gryki oraz zdrowotności siewek	1/3	14 707
3	Poprawa dynamiki rozwoju roślin gryki oraz poprawa jakości surowców (ziela i orzeszków)	1/6	87 719
Razem			148 170

Proszę wyróżnić etapy (tematy badawcze), określić czas ich trwania w miesiącach od rozpoczęcia projektu i przewidywane koszty. Terminy realizacji tematów badawczych mogą się zalegać. Suma kosztów tematów badawczych musi być równa całkowitemu kosztowi zadania.

UWAGA: Nie są tematami badawczymi czynności techniczne służące wykonaniu zadania np. zakup materiałów, utrzymanie roślin w szklarni, opracowanie statystyczne wyników, opracowanie raportów i sprawozdań.

Opis tematów badawczych *(należy sporządzić opis dla tematów badawczych wymienionych w tabeli powyżej; kolejność zgodnie z tabelą powyżej)*

PODZADANIE 1. Wykorzystanie biopreparatów do ochrony czystości mikrobiologicznej kielków gryki

Cele szczegółowe podzadania pierwszego zrealizowane zostały w oparciu o następujące działania:

1. Określenie zdolności kiełkowania orzeszków. Wigor oznaczony będzie na próbkach nasion w kiełkownikach (100 szt. dla każdego wariantu) metodą elektroprzewodnictwa (metoda konduktometryczna).
2. Określenie zdrowotności kielków i korzeni (BBCH 09), wskazanie procentowego udziału korzeni i kielków z wyraźnymi objawami zgnilizn i zgorzeli siewek. Izolacja bezpośrednia i pośrednia patogenów z porażonych kielków gryki, wyprowadzanie czystych kultur grzybów oraz ich molekularna identyfikacja.
3. W kielkach gryki oznaczony zostanie: podstawowy skład chemiczny (sucha masa, białko ogółem, białko właściwe, włókno surowe, ekstrakt eterowy, popiół surowy, węglowodany ogółem), frakcji nierozpuszczalnej i rozpuszczalnej włókna pokarmowego, fosfor, potas, wapń, sód, magnez, cynk, żelazo, miedź, molibden, mangan, ołów, kadm i nikiel, kwasy organiczne, flawonoidy, polifenole, antocyjany, aktywność antyoksydacyjna metodą FRAP, DPPH, polifenole (TPC) oraz aktywność antyoksydacyjna (PCL) frakcji hydrofilowej (ACW) i lipofilowej (ACL).

Oczekiwane rezultaty to:

1. Wskazanie najlepszego biopreparatu do zaprawiania orzeszków gryki w kontekście regulowania zdolności i dynamiki ich kiełkowania.
2. Określenie bezpieczeństwa mikrobiologicznego i jakości kielków gryki.

Oczekiwane efekty to:

1. Szybsze i bardziej wyrównane wschody gryki, skutkujące bardziej dynamicznym rozwojem łanu i w konsekwencji wzrostem plonu surowców.
2. Poszerzenie palety ekologicznych produktów spożywczych o kielki gryczane.

Materiał i metody

Eksperyment laboratoryjny przeprowadzono w Instytucie Produkcji Roślinnej w dwóch powtórzeniach. Poziomami pierwszym czynnikiem doświadczalnym były odmiany gryki: Kora

i Panda, a poziomami czynnika drugiego były biostymulatory i biopreparaty (biologiczne środki ochrony roślin) stosowane jako zaprawy nasienne. Zastosowano następujące preparaty:

a) Biostymulatory:

1. Kelpak SL (auksyny – 11,0 mg/L i cytokininy – 0,031 mg/L pozyskane z alg *Ecklonia maxima*),
2. Asahi SL (nitrofenole naturalnie występujące w roślinach – orto-nitrofenol sodu, para-nitrofenol sodu, 5 nitroguajakol).

b) Biologiczne środki ochrony roślin:

1. Polyversum WP (10^6 oospor grzyba *Pythium oligandrum* w 1 gramie środka),
2. Serenade ASO (*Bacillus subtilis* szczep QST 713 – 13,96 g/L, minimalne stężenie $1,042 \times 10^{12}$ CFU/L).

W poniższej tabeli (Tabela 1) przedstawiono kombinację biostymulatorów i biopreparatów wykorzystane do zaprawiania nasion dwóch odmian gryki.

Tabela 1. Kombinację biostymulatorów i biopreparatów wykorzystane do zaprawiania nasion

Oznaczenie kombinacji	Kombinacja biostymulatora i biopreparatu
I	Kelpak SL
II	Asahi SL
III	Polyversum WP
IV	Serenade ASO
V	Kelpak SL + Polyversum WP
VI	Asahi SL + Polyversum WP
VII	Kelpak SL + Serenade ASO
VIII	Asahi SL + Serenade ASO
IX	Asahi SL + Kelpak SL
X	Kontrola

Zaprawianie polegało na moczeniu nasion przez 30 minut w roztworach biopreparatów w stężeniach zalecanych przez producenta. Następnie nasiona po namoczeniu przepłukano wodą destylowaną i umieszczono w zlewkach z 200 ml wody destylowanej o temperaturze 20 °C na 72 h. Pomiaru elektroprzewodnictwa dokonywano po 24 h, 48 h, 72 h. Elektroprzewodnictwo mierzono konduktometrem Elmetron CC-317 zgodnie z metodyką ISTA (Hampton, TeKrone, 1995).

Wyniki podano analizie wariancji w programie Statistica 12.5. Do powołania grup jednorodnych wykorzystano test Newmana–Keulsa przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

W doświadczeniu *in vitro* po 10 dniach od wysiania zaprawionych orzeszków gryki (BBCH 09) oceniono zdrowotność kielków (korzeni i liścieni). Określono procentowy udział korzeni i liścieni z wyraźnymi objawami zgnilizn i zgorzeli.

W laboratorium Katedry Ochrony Środowiska Rolniczego przeprowadzono izolację i częściową identyfikację grzybów zasiedlających porażone kielki (korzenie, liścienie. Ocenę mikologiczną kielków gryki wykonano bezpośrednio po przeprowadzonej obserwacji zdrowotności. Materiał roślinny oczyszczono powierzchniowo pod bieżącą wodą. Kielki w liczbie 15 dla każdej kombinacji cięto uzyskując po 150 fragmentów (liścieni i korzonków), po odkażeniu przez 30 sekund w 50% alkoholu etylowym i trzykrotnym opłukaniu w sterylnej wodzie destylowanej osuszono na jałowej gazie, a następnie wyłożono na podłoże PDA (Potato Dextrose Agar). Hodowlę grzybów prowadzono w komorze klimatyzacyjnej przez 10 dni w temperaturze 23°C i przy 12 godzinnym cyklu oświetlenia. Pojawiające się kolonie grzybów sukcesywnie odszczepiano na skosy agarowe. Następnie dokonano obserwacji makro- i mikroskopowych na podstawie, których grzyby identyfikowano do gatunku posługując się kluczami mykologicznymi i opracowaniami monograficznymi (Pidopliczko, 1978; Domsch et al., 1980; Cook, 1981; Nelson et al., 1983; Ellis i Ellis 1978, Kwaśna, 1991; Marcinkowska, 2003).

Izolaty grzybów identyfikowano również metodą spektroskopii masowej (MALDI TOF MS) z użyciem desorpcji/ionizacji laserowej wspomaganej matrycą z analizatorem czasu przelotu w Laboratorium Diagnostyki Mikrobiologicznej Jagiellońskiego Centrum Innowacji.

Wysuszone kielki gryki zmielono w młynku laboratoryjnym Knifetec 1095 (Foss Tecator, Szwecja). Podstawowy skład chemiczny oznaczono metodami standardowymi wg AOAC (2012). W celu oznaczenia suchej masy próby suszono w temperaturze 105 °C do uzyskania stałej masy. Tłuszcz surowy oznaczano za pomocą eteru dietylowego metodą Soxhleta, popiół surowy – poprzez spalenie w piecu muflowym w temperaturze 580 °C przez 8 h, białko ogółem (N×6,25) określono metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu Büchi B-324, włókno surowe oznaczono na aparacie Ankom220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, Macedon New York, USA). Zawartość węglowodanów ogółem (TC, total carbohydrates) oszacowano z tzw. „różnicy” wg schematu: węglowodany ogółem = 100 – (woda + białko + tłuszcz + popiół surowy).

Zawartość frakcji włókna oznaczano zgodnie z metodą Van Soest’a i in. (1991). Metoda ta różnicuje skład włókna na frakcje: neutralnodetergentowe (NDF, neutral detergent fibre), kwaśnodetergentowe (ADF, acid detergent fibre), celulozy (CEL, cellulose), hemicelulozy (HCEL, hemicellulose) i ligniny (ADL, acid detergent lignin). Pomiar

wykonywano w aparacie Ankom220. Włókno neutralnodetergentowe (NDF), odpowiadające sumie hemiceluloz, celulozy i ligniny, oznaczono przy użyciu siarczanu sodowo-laurylowego, zaś kwaśnodetergentowe (ADF), w którego skład wchodzi celuloza i lignina, używając bromek cetylo-trójmetylo-amoniowy. Zawartość ligniny (ADL) określono po hydrolizie próbki ADF w 72% kwasie siarkowym, natomiast hemicelulozy (HCEL) wyliczano z różnicy zawartości NDF i ADF, a celulozę (CEL) z różnicy między ADF i ADL.

Materiał do analiz makroelementów poddano mineralizacji w stężonych kwasach: siarkowym (H_2SO_4) i nadchlorowym ($HClO_4$). Natomiast materiał do oznaczenia koncentracji mikroskładników - mineralizacji w mieszaninie: kwasu azotowego (HNO_3) i kwasu nadchlorowego ($HClO_4$). Zawartość fosforu oznaczono metodą kolorymetryczną za pomocą spektrofotometru Specol 11 (Carl Zeiss). Z wykorzystaniem atomizera AtomiciCE 3000 (Thermo Fisher Scientific) oznaczono zawartości: potasu, wapnia i sodu – metodą fotometryczną oraz magnezu, cynku, żelaza, miedzi, molibdenu, manganu, ołowiu, kadmu i niklu – metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej.

Metody ekstrakcji badanych próbek.

Do analizy FRAP, DPPH, TP, ACW, HPLC (profilu polifenoli, flawonoidów i antocyjanów) Odważki 1 g materiału zadano 30 ml destylowanego etanolu 95%, wstrząsano 2 godz. i pozostawiono do następnego dnia, po czym zamrożono w temp. $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a bezpośrednio przed analizą odwirowano.

Do analizy ACL.

Odważki 0.1 g materiału zadano 3 ml destylowanego heksanu (cz.d.a, POCh), mieszano 2 godz. i pozostawiono do następnego dnia, a przed analizą odwirowano.

Zastosowana metodyka i aparatura do oznaczania aktywności antyoksydacyjnej, całkowitej zawartości polifenoli, profilu związków o charakterze polifenoli (flawonoidy, antocyjany) i kwasów organicznych.

Analiza metodą FRAP, DPPH, TP.

Aparat: Mikropłytkowy czytnik spektrofotometryczny Synergy 2 (Biotek, USA). Płytki 96-pozycyjne.

Metoda FRAP: Adaptowana metoda kinetyczna wg. Benzie 1996, temp. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Metoda DPPH: Adaptowana metoda kinetyczna wg. Barton 2010, temp. 25°C .

Metoda TP: Adaptowana metoda z odczynnikiem Folin-Ciocalteu'a.

Analizy metodą PCL (ACW, ACL).

Aparat: analizator PhotoChem (Analytic-Jena AG, Germany).

ACW kits for PCL assay were obtained from Analytik Jena.

Metoda ACW.

Próbki: ekstrakty etanolowe, medium: woda dejonizowana (Millipore, USA).

Kalibracja: wzorzec kwasu askorbinowego, sygnał analityczny: inhibition.

Metoda ACL.

Próbki: ekstrakty heksanowe, medium: metanol destylowany (cz.d.a., POCh).

Kalibracja: wzorzec troloxu, sygnał analityczny: inhibition.

Metoda HPLC: oznaczanie profilu związków o charakterze polifenoli (flawonoidy i antocyjany) oraz oznaczanie wybranych kwasów organicznych (KO).

Analiza flawonoidów i antocyjanów metodą HPLC.

Analizę jakościową i ilościową flawonoidów i antocyjanów przeprowadzono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC, z wykorzystaniem chromatografu cieczowego Dionex, z detektorem PDA 100 UV-VIS, pompą P 680, termostatem TCC 100, autosamplerem ASI 100 (program sterujący: CHROMELEON® 6.60). Analizę prowadzono w warunkach według Juestesena i wsp., na kolumnie Hypersil Gold C-18 (5µm, 250 x 4,6 mm: Thermo EC) i prekolumnie Hypersil Gold C-18 (5µm, 10 x 4 mm: Thermo EC), w temperaturze 20°C. Fazę ruchomą składała się z 1% kwasu mrówkowego w wodzie (A) oraz acetonitrylu (B), w przepływie programowanym od 0 min A 95%, 52 min A 40%, przy prędkości 1 ml/min. Objętość pojedynczego nastrzyku wynosiła 20µl, czas całkowitej analizy jednej próbki wynosił 55 minut. Badane związki analizowano przy dwóch długościach fali: 254 nm, 285 nm.

Badane wyciągi pobrano strzykawką i przesączono przez sączki membranowe Titan 2 HPLC filter – Nylon Membrane o średnicy porów 0,45 µm, bezpośrednio do fiolek. Uzyskane próbki analizowano w warunkach opisanych powyżej, z równoczesną analizą związków wzorcowych. Podczas analizy pod uwagę brano zarówno czasy retencji, jak i widma UV poszczególnych związków, w odniesieniu do substancji wzorcowych.

Użyte wzorce badanych związków:

fenolokwasy (kw. galusowy, kw. chlorogenowy, kw. kawowy, kw. izochlorogenowy, kw. hydrokawowy, kw. protokatechowy, kw. syringowy),

flawonoidy (robinina, rutozyd, hyperozyd, izokwercytryna, kwercytryna, mirycetyna, moryna, kwercetyna, apigenina, kemferol, fizetyna),

antocyjany (chlorek pelargonidyny, chlorek malwidyny).

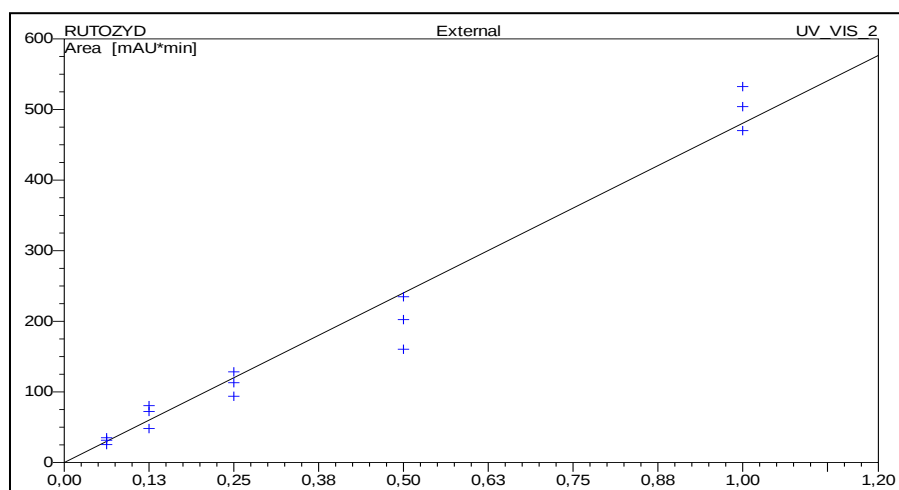
Krzywa wzorcowa – wykonanie.

Odważono 5 mg substancji wzorcowej, przeniesiono do kolbki miarowej i rozpuszczono w 5 ml metanolu czystości HPLC. Następnie sporządzono szereg rozcieńczeń z roztworu

wyjściowego (o stężeniu 1 mg/ml), uzyskując następujące stężenia: 0.5, 0.25, 0.125 i 0.0625 mg/ml. Z przygotowanych rozcieńczeń pobrano strzykawką 1 ml otrzymanych roztworów i przesączono przez sączi membranowe Titan 2 HPLC filter – Nylon Membrane o średnicy porów 0,45 μm , bezpośrednio do wialśów. Uzyskane próbki analizowano w warunkach opisanych powyżej. Każda próbka analizowana była trzykrotnie (Rysunek 1).

Analiza wyciągów:

Badane wyciągi pobrano strzykawką i przesączono przez sączi membranowe Titan 2 HPLC filter – Nylon Membrane o średnicy porów 0,45 μm , bezpośrednio do fiolek. Uzyskane próbki analizowano w warunkach opisanych powyżej, z równoczesną analizą związków wzorcowych. Każda próbka analizowana była dwukrotnie (6).



Rysunek 1. Krzywa wzorcowa dla rutozydu (współczynnik korelacji krzywej: 98,5965%)

Analiza kwasów organicznych metodą HPLC.

Oznaczenie stężenia wybranych kwasów organicznych w badanych ekstraktach wykonano metodą HPLC przy użyciu aparatu SHIMADZU LC20 AD z detektorem DAD i kolumną P/No 00G4375-EO Desc: SynergiTM 4 μm Hydro-RP 80A, Size: LC Column 250x4,6mm S/No H16-117880, B/No 5375-0084.

Do analizy wykorzystano ekstrakty etanolowe (1g badanej próbki, 30 ml rozpuszczalnika), które były wytrząsane przez dwie godziny w temperaturze pokojowej, następnie przelane do falkonów stożkowych 50ml i odwirowane w temperaturze 20°C, czas 15 min., 5000 obrotów (wirnik horyzontalny). Następnie pobrano natant i zamrożono w temp. - 20 °C, po ustabilizowaniu próbki w temperaturze pokojowej pobrano do eppendorfów 500 ml ekstraktu etanolowego i w ciągu 3 dni odparowano do sucha. Po całkowitym odparowaniu etanolu dodano do eppendorfa 1,5 ml wody MilliQ, nowo powstały ekstrakt był wytrząsany

przez 2h i przefiltrowany przez filtry (FilterBio Ny Syrgine Filter, Material Nylon, Diameter: 13mm., Pore size: 0,22um, Lot: 20151107002).

Użyte wzorce wyjściowe:

1. Kwas winowy 10mg/ml, 0,1007g-10ml wody MilliQ, L-(+)Tartaric acide SIGMA – ALDRICH 251380-100G LOT#BCBP1276V.
2. Kwas bursztynowy 10mg/ml, 0,1009g-10ml wody MilliQ, Succinic acide, 99+% LANCASTER, 4742-100G, Batch 10050148, FW 118.09.
3. Kwas cytrynowy 10mg/ml, 0,1007g-10ml wody MilliQ, Citric acid monohydrate pure p.a., CHEMPUR, Nr. Serii 09/01/21.
4. Kwas szczawiowy 10mg/ml, 0,100g-10ml wody MilliQ, Oxalic acid, SIGMA – ALDRICH , 75688-50G, LOT#BCBH8766V.
5. Kwas jabłkowy 10mg/ml, 0,1009g-10ml wody MilliQ, L-(-)-Malic acid, SIGMA – ALDRICH , 02288-10G, LOT#BCBP321.

Wykorzystane stężenia wzorców kwasów organicznych do identyfikacji (100ul wzorca o stężeniu 10mg/ml -9900ul wody) (Tabela 2).

Tabela 2. Stężenia wzorców kwasów organicznych

Lp.	Wzorzec wyjściowy	Stężenie
1	Kwas winowy 10mg/ml	100 ug/ml
2	Kwas bursztynowy 10mg/ml	100 ug/ml
3	Kwas cytrynowy 10mg/ml	100 ug/ml
4	Kwas szczawiowy 10mg/ml	100 ug/ml
5	Kwas jabłkowy 10mg/ml	100 ug/ml

Faza ruchoma: Bufor 1,4ml kwas ortofosforowy 85%, Orto-Phosphoric acide 85%, ACS, ISO Phosphoric acide, Merc, 1.00573.10001ml dietyloamina, Diethylamine for synthesis, Merc, 8.03010.0100, 1l H₂O MilliQ, 20ml acetonitryl, Acetonitrile, SIGMA-ALDRICH, 34851-2-5L. 1,4 ml kwas ortofosforowy, 1ml dietyloamina 1l H₂O MilliQ, 1cz buforu bez acetonu + 3cz buforu z acetonem, 500ml+1500ml. Odgazowanie – 15min, temp. 20 °C.

Wyniki i ich omówienie

Żywotność nasion uważa się za podstawowe kryterium jakości materiału siewnego. Rolnicy i hodowcy ciągle poszukują wysokiej jakości nasion zapewniających jednolite wschody, co przekłada się najczęściej na zwiększenie poziomu produkcji. Na jakość materiału

siewnego wpływa wiele czynników, ale przede wszystkim uwarunkowania genetyczne i czynniki agrotechniczne.

Jednym z wyznaczników jakości materiału siewnego jest zdolność kiełkowania. Kiełkowanie to złożony proces, w trakcie którego nasiono musi zainicjować procesy metaboliczne, oraz rozpocząć podziały komórkowe w celu kontynuacji wzrostu i rozwoju.

Wigor nasion jest definiowany jako właściwość nasion określająca możliwość do szybkiego wzrostu i rozwoju w warunkach polowych. Uważa się, wigor nasion ma duży wpływ na obsadę roślin w początkowej fazie rozwoju, co może mieć wpływ na wielkość przyszłego plonu. Zależy on przede wszystkim od zdolności do wytrzymywania długotrwałego przechowywania i szkodliwych skutków starzenia się nasion.

Charakter fizjologiczny wigoru nasion na etapie embriogenezy wykazuje znaczną aktywność białek, głównie z grupy białek LEA, oligosacharydów i kwasu abscysynowego. Białkom LEA przypisuje się uruchamianie mechanizmów obronnych w odpowiedzi na stres wodny i niską temperaturę. Za utratę żywotności nasion odpowiada natomiast peroksydacja lipidów, odkształcenie chromosomów, w tym genów oraz degradacji białek zwartych w zarodku. Peroksydacja lipidów oraz obecność wolnych rodników jest główną przyczyną wpływającą na destabilizację błon komórkowych w nasionach. Wraz z procesem obniżania żywotności nasion w procesie peroksydacji następuje wzrost przepuszczalności błon komórkowych w efekcie czego obserwujemy wyciek elektrolitów i zwiększenie syntezy hormonów. W miarę posetpowania procesu peroksydacji lipidów następuje obniżenie zdolności przeciwutleniających enzymów SOD i POD oraz zmniejsza się zdolność do usuwania wolnych rodników.

Zaprawianie nasion jest najtańszym sposobem ochrony roślin przed patogenami i uznawane jest za jedną z najbardziej praktycznych metod stosowanych w ekologicznej uprawie roślin. Obecnie zaprawianie nasion preparatami zawierającymi mikroorganizmy zyskuje coraz większe znaczenie. Fitopatogeny wpływają na znaczne ograniczenie zdolności kiełkowania nasion. Wykorzystanie mikroorganizmów w ochronie roślin polega na wykorzystaniu ich naturalnych mechanizmów takich jak: antybioza, wydzielanie toksycznych metabolitów, pasożytnictwo i konkurencja o substancje odżywcze. Najczęściej wykorzystywanymi mikroorganizmami w biologicznej ochronie roślin są grzyby należące do rodzaju *Trichoderma* oraz bakterie, takie jak *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*. Z kolei Grzyb *Pythium oligandrum* wykazuje zdolność do ochrony roślin przed stresami biotycznymi oraz stymuluje wzrost. Pozytywne skutki wpływu *Pythium oligandrum* są efektem synergicznego

odziaływania wielu mechanizmów takich jak antagonizm w stosunku do fitopatogenów i stymulowanie wzrostu roślin poprzez wytwarzanie prekursorów auksyn.

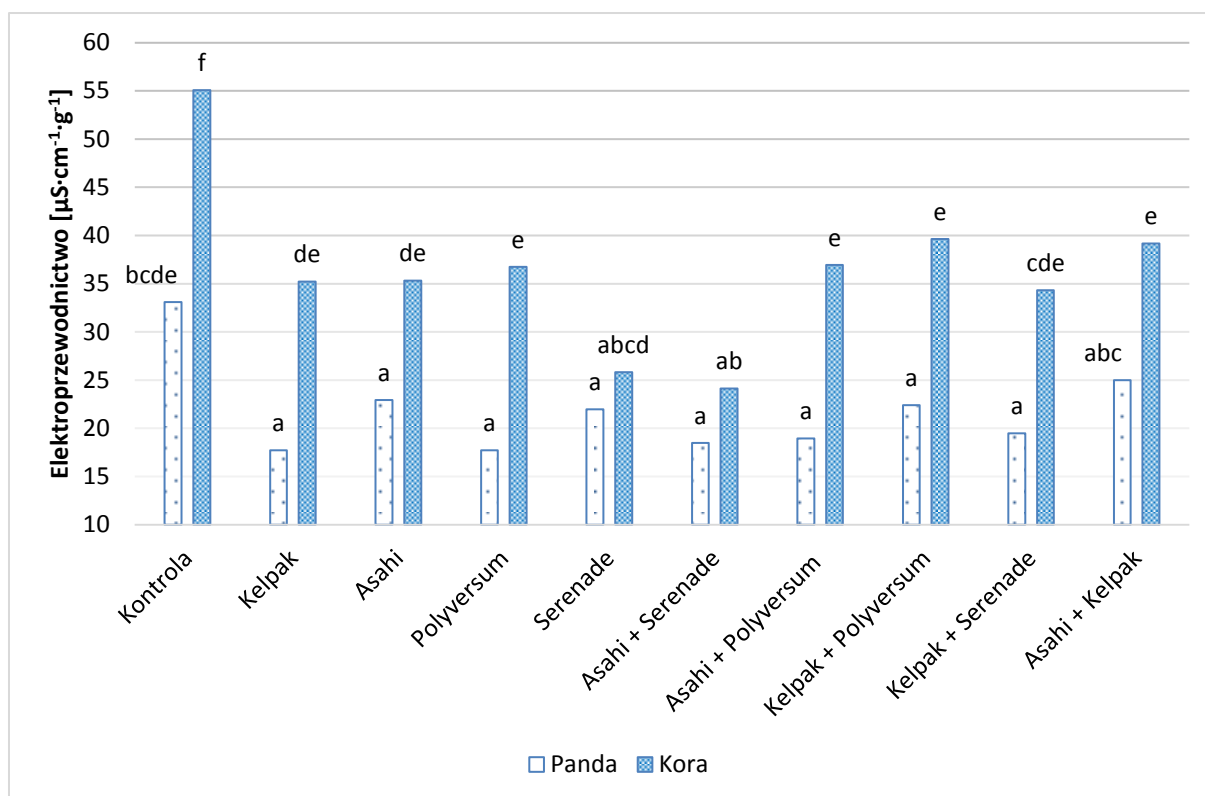
Wigor nasion oznaczony metodą konduktometryczną był głównie modyfikowany przez czynnik odmianowy. Stwierdzono statystycznie istotne zróżnicowanie wartości elektroprzewodnictwa wód nastoinowych porównywanych odmian gryki (Panda i Kora). Woda nastoinowa odmiany Kora charakteryzowała się wyższą wartością elektroprzewodnictwa ($36,24 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) niż odmiany Panda ($21,78 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$). Należy podkreślić, że w miarę upływu czasu obserwowano tendencję wzrostową wielkości tego parametru, co dokumentuje zwiększenie wycieku eksudatów wraz z upływem czasu. Po 72 h od umieszczenia nasion w wodzie odnotowano największe elektroprzewodnictwo, bowiem wynosiło ono $33,09 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ i było ono aż o 8 jednostek większe od zmierzonego po upływie 24 h ($25,13 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) (Tabela 3). Wyciek eksudatów z nasion zaprawionych był niższy w porównaniu do uzyskanego w warunkach kontrolnych. Fakt ten może być uwarunkowany wzmocnieniem integralności błon komórkowych w nasionach gryki. Najmniejszą wartość przewodnictwa wód nastoinowych cechowały się cztery kombinacje biostymulatorów i biopreparatów tworzących grupę jednorodną. Szczególnie interesujący jest skład tej grupy, bowiem wchodzi do niej obiekty, w których orzeszki były zaprawione preparatami Kelpak, Serenade, obydwoma równocześnie oraz kombinacją Serenade + Asahi. Jednoznacznie świadczy to protekcyjnym wpływie na stan błon komórkowych wyciągu z alg *Ecklonia maxima* oraz *Bacillus subtilis*. Pozostałe kombinacje współtworzyły kolejną grupę jednorodną, o statystycznie mniejszym wpływie eksudatów niż w obiekcie kontrolnym.

Tabela 3. Wpływ badanych czynników (czas odczytu, odmiana, kombinacje biostymulatorów i biopreparatów) na wartość elektroprzewodnictwa wód nastoinowych

Czynnik	Elektroprzewodnictwo [$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$]
Czas odczytu po upływie*	
24 h	25,13 ^a
48 h	28,80 ^b
72 h	33,09 ^c
Odmiana*	
Panda	21,78 ^a
Kora	36,24 ^b
Kombinacje biostymulatorów i biopreparatów*	
Kontrola (brak)	44,08 ^d
Asahi + Kelpak	32,08 ^c
Kelpak + Polyversum	31,02 ^c
Asahi	29,13 ^{bc}
Asahi + Polyversum	27,95 ^{bc}
Polyversum	27,25 ^{bc}
Kelpak + Serenade	26,90 ^{abc}
Kelpak	26,47 ^{abc}
Serenade	23,88 ^{ab}
Asahi + Serenade	21,30 ^a

* – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)

Stwierdzono również istotny statystycznie wpływ interakcji genotypu x kombinacja zapraw na wigor nasion gryki. Interesującym spostrzeżeniem jest fakt wyraźnego ograniczenia wpływu eksudatów przez zaprawienie orzeszków wyciągiem z alg *Ecklonia maxima* w podobnym stopniu obydwu odmian (jedna grupa jednorodna). Podobny efekt osiągnięto po zaprawieniu nasion biopreparatem Serenade oraz biostymulatorem Asahi równocześnie. We wszystkich pozostałych obiektach zaprawy lub ich kombinacje ograniczały wpływ eksudatów, ale oddziaływanie to było proporcjonalne do obiektów kontrolnych obydwu odmian i nadal utrzymywało zróżnicowanie statystyczne odmian, aczkolwiek przy mniejszym poziomie wpływu eksudatów (Rysunek 2).



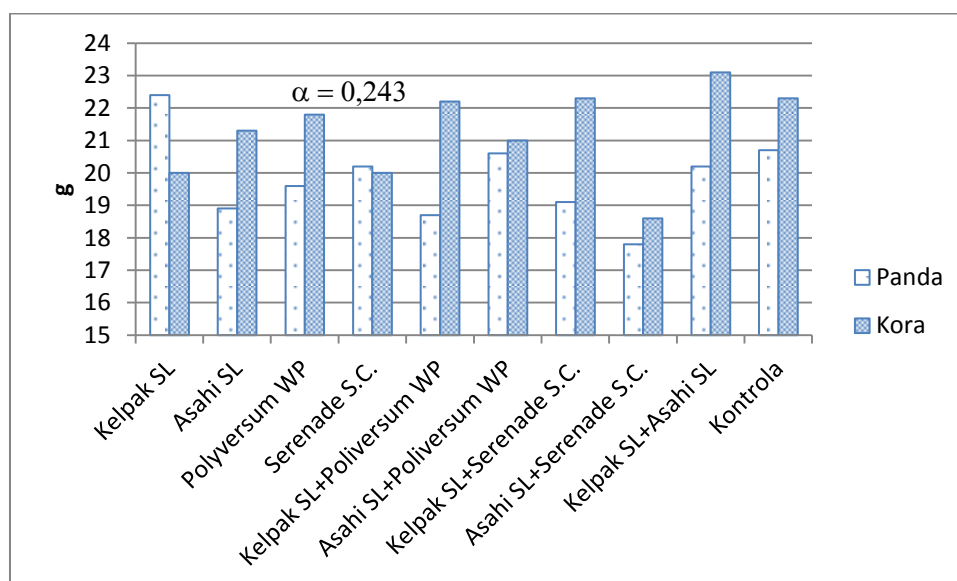
Rysunek 2. Wpływ interakcji odmiana x kombinacja zapraw na przewodnictwo wód nastoinowych. * – średnie obiektowe oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha = 0,05$)

Laboratoryjna ocena kiełków gryki wykazała brak istotnego zróżnicowania w zdolności kiełkowania oraz parametrów zdrowotności między badanymi odmianami gryki (Tabela 4). Natomiast istotnie większą masę 100 kiełków uzyskano dla odmiany Kora. Z kolei dobór zastosowanych do zaprawiania orzeszków gryki biopreparatów i biostymulatorów nie miał istotnego wpływu zarówno na świeżą masę jak i na udział siewek z porażonymi korzeniami i liścieniami, ale wykazywał wyraźne tendencje (Tabela 4, Rysunek 3, Rysunek 5, Rysunek 4). Niezależnie od odmiany gryki zaprawianie orzeszków biopreparatem Serenade ASO na bazie bakterii *Bacillus subtilis* wpływało na zmniejszenie zdolności kiełkowania średnio o 24 % w odniesieniu do nieznacznie stymulującego kiełkowanie łącznego stosowania biostymulatora Asahi SL z biopreparatem Polyversum WP (*Pythium oligandrum*).

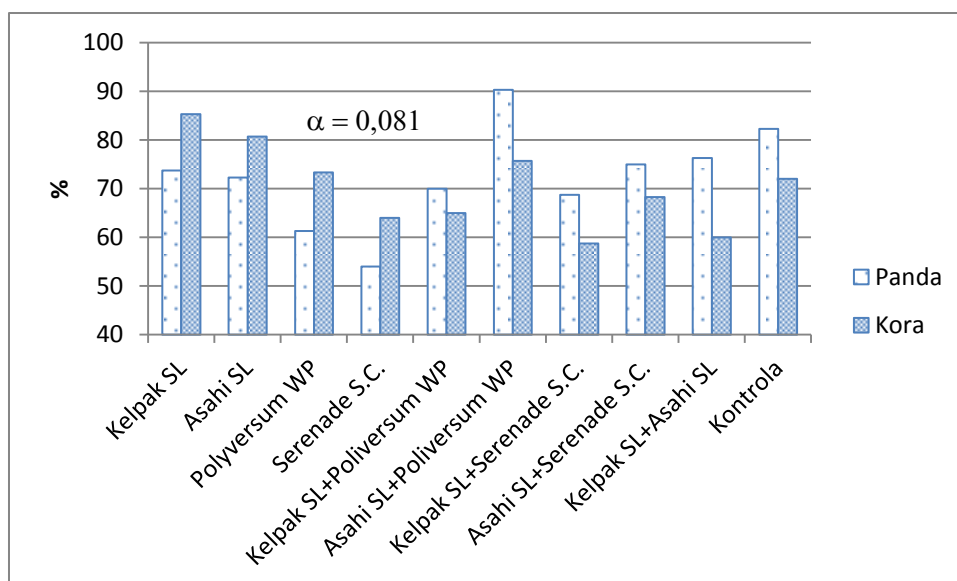
Tabela 4. Zdolność kiełkowania nasion oraz zdrowotność kiełków dwóch odmian gryki w zależności od biopreparatów i biostymulatorów zastosowanych do zaprawiania nasion

Czynnik		Świeża masa 100 kielków [g]	Zdolność kiełkowania [%]	Porażenie kielków		
				Oznaki etiologiczne (strzępki grzybów) [%]	Zgnilizny i zgorzele korzeni [%]	Plamistości liści [%]
Odmiana*						
Panda		19,8 ^a	72,4 ^a	27,8 ^a	33,5 ^a	20,8 ^a
Kora		21,3 ^b	70,3 ^a	21,3 ^a	36,1 ^a	22,6 ^a
Kombinacje biostymulatorów i biopreparatów*						
Kelpak SL	–	21,2 ^a	79,5 ^{bc}	17,3 ^a	34,3 ^a	19,5 ^a
Asahi SL	–	20,1 ^a	76,5 ^{abc}	25,2 ^a	38,8 ^a	23,0 ^a
–	Polyversum WP	20,7 ^a	67,3 ^{abc}	37,8 ^{ab}	27,8 ^a	23,3 ^a
–	Serenade SC	20,1 ^a	59,0 ^a	15,2 ^a	31,2 ^a	21,0 ^a
Kelpak SL	Poliversum WP	20,5 ^a	67,5 ^{abc}	21,7 ^a	43,8 ^a	19,8 ^a
Asahi SL	Poliversum WP	20,8 ^a	83,0 ^c	21,8 ^a	33,3 ^a	21,8 ^a
Keplak SL	Serenade SC	20,7 ^a	63,7 ^{ab}	19,5 ^a	30,5 ^a	22,2 ^a
Asahi SL	Serenade SC	18,2 ^a	71,7 ^{abc}	22,7 ^a	32,8 ^a	25,2 ^a
Kelpak SL + Asahi SL	–	21,7 ^a	68,2 ^{abc}	18,7 ^a	42,3 ^a	21,0 ^a
Kontrola	–	21,5 ^a	77,2 ^{abc}	45,7 ^b	32,8 ^a	20,2 ^a

* – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)

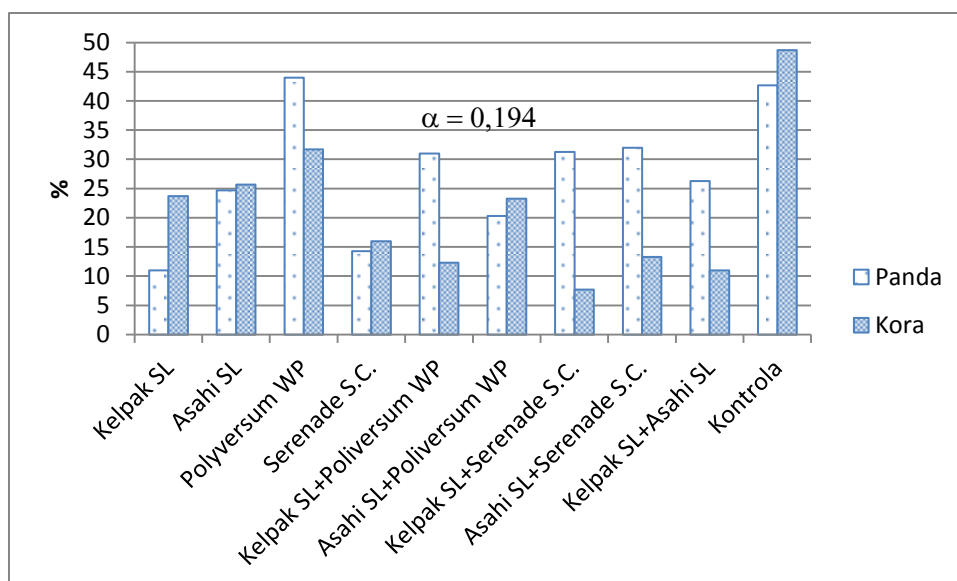


Rysunek 3. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na świeżą masę 100 kiełków badanych odmian gryki



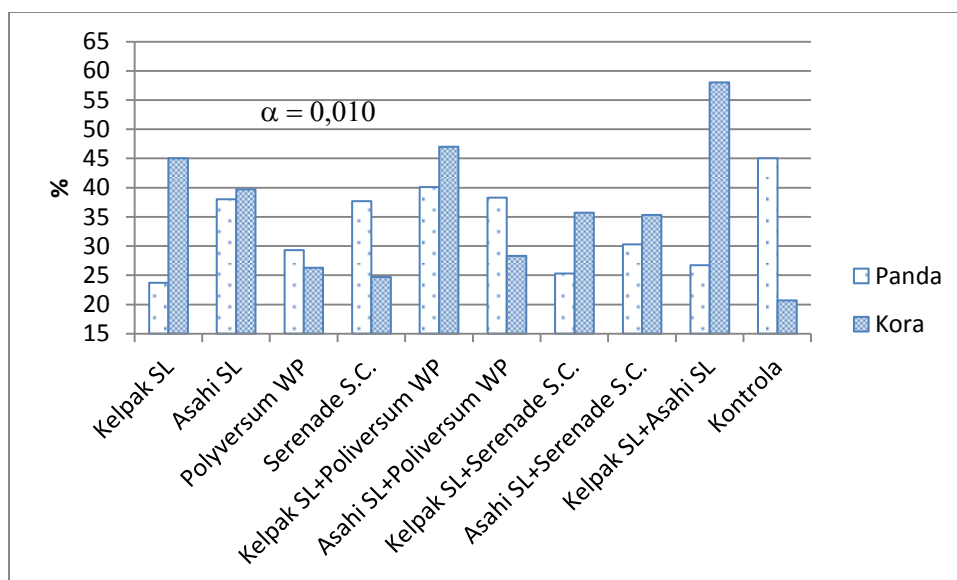
Rysunek 4. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na odsetek orzeszków kiełkujących badanych odmian gryki

W ocenie makroskopowej kiełków gryki w obiekcie kontrolnym odnotowano istotnie większy udział oznak etiologicznych w postaci mycelium grzybów niż w pozostałych kombinacjach (Rysunek 5). Każdy z zastosowanych wariantów zaprawiania chronił więc siewki przed rozwojem na nich plechy grzybów. Przy czym najskuteczniejszy spośród badanych preparatów okazał się Serenade, dla którego odnotowano jedynie 15,2% udział (pleśni), podczas gdy dla kontroli był trzykrotnie większy (45,7%). Ponadto zaobserwowano silniejszą reakcję ochronną kiełków odmiany Kora po zastosowaniu do zaprawiania orzeszków mieszanin biopreparatów z biostymulatorami oraz łącznego stosowania Kelpak SL z Asahi SL.



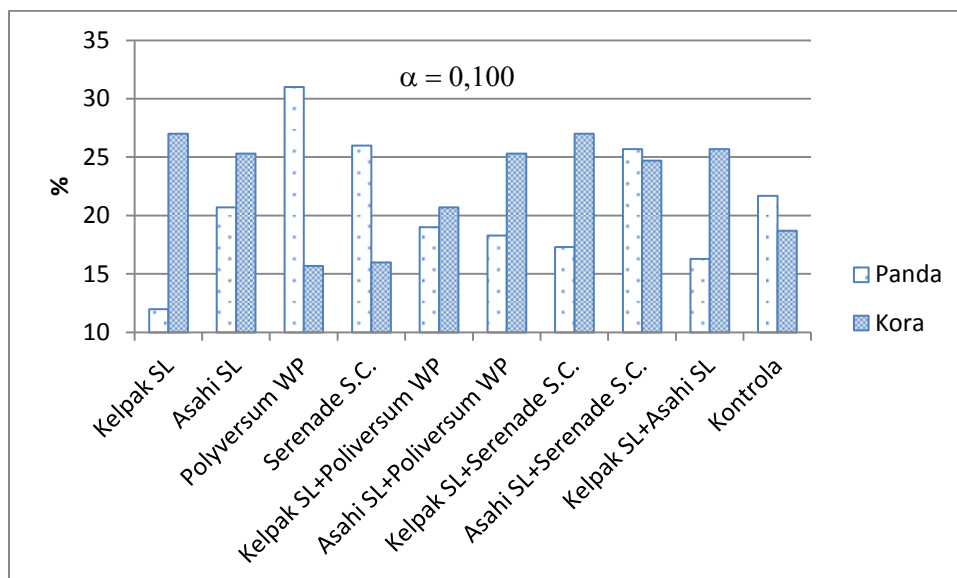
Rysunek 5. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na odsetek siewek z oznakami etiologicznymi badanych odmian gryki

Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu rodzaju użytych preparatów do zaprawiania nasion na ilość odnotowanych zmian zgorzelowych i zgnilizn na korzeniach oraz plamistości na liścieniach siewek badanych odmian gryki (Tabela 4, Rysunek 6, Rysunek 7). Jednakże zaobserwowano, iż zastosowane warianty zaprawiania orzeszków ograniczają ilość zgnilizn korzeniowych u odmiany Panda, natomiast sprzyjają ich rozwojowi u odmiany Kora.



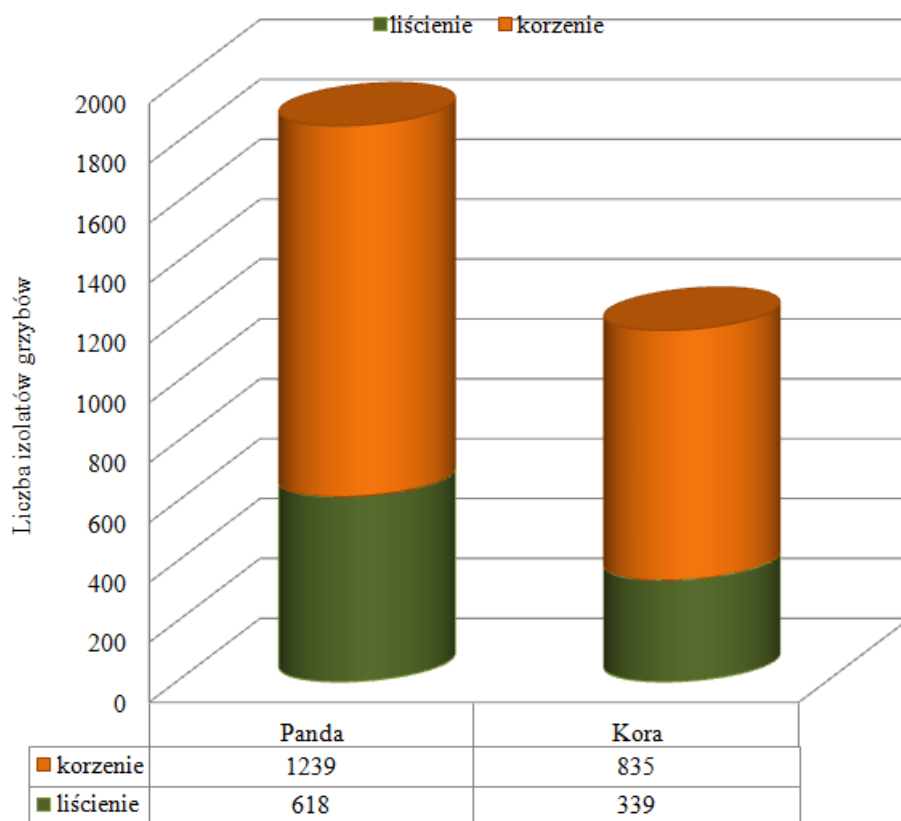
Rysunek 6. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na odsetek siewek ze zgnilizną i zgorzelą korzeni badanych odmian gryki

Liścienie siewek gryki w porównaniu z korzeniami były w mniejszym stopniu porażane przez grzyby. Niezależnie od odmiany i rodzaju użytych zapraw nasiennych nasilenie plamistości średnio utrzymywało się na poziomie 19,5-23,3% (Tabela 4).



Rysunek 7. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na odsetek siwek z plamistością liścieni badanych odmian gryki

W wyniku analizy mikologicznej kiełków gryki łącznie z korzeni i liścieni uzyskano 3031 kolonii grzybów (Tabela 5). W ocenie laboratoryjnej na ogół stwierdzano większą ilość porażonych korzeni niż liścieni, co znalazło potwierdzenie w dwukrotnie większej ilości grzybów wyizolowanych z korzeni (Rysunek 8). Ponadto obserwowano większą podatność odmiany Panda niż Kora na zgorzel. Ocena mikologiczna siewek potwierdza ten fakt, bowiem więcej grzybów izolowano z kiełków odmiany Panda (Rysunek 8). Niezależnie od zastosowanego zaprawiania nasion liczba wyosobnionych grzybów z liścieni odmiany Panda (618) była prawie dwukrotnie liczniejsza niż Kory (339). Podobnie bardziej liczna okazała się populacja grzybów izolowanych z korzeni.



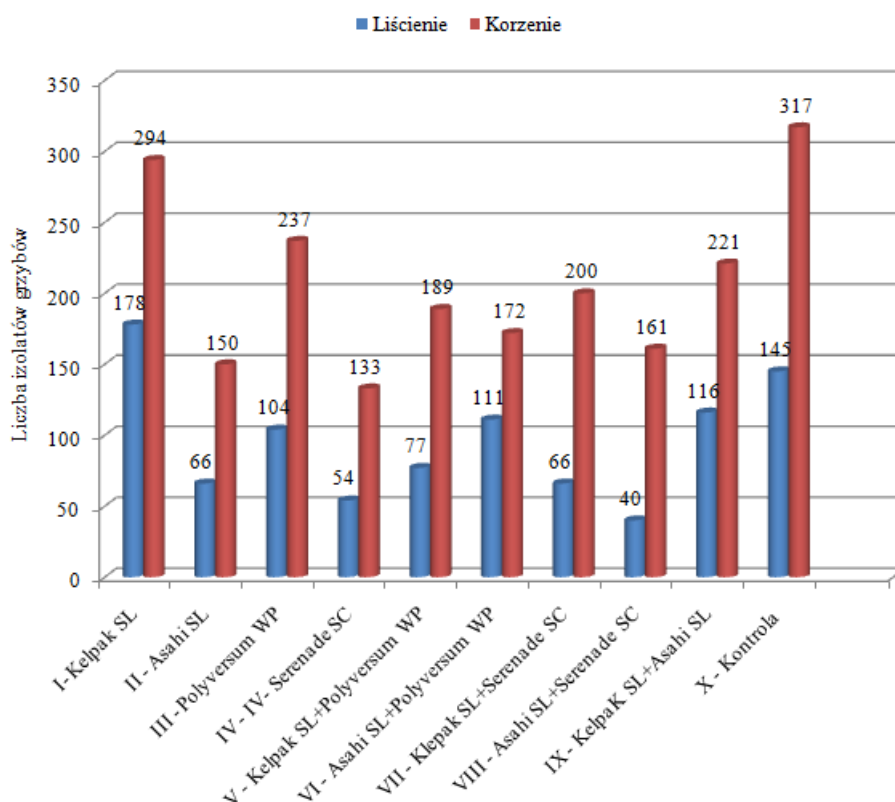
Rysunek 8. Sumaryczna ilość kolonii grzybów wyizolowanych z kiełków gryki

Zaprawianie nasion preparatami biologicznymi i biostymulatorami modyfikowało liczebność uzyskanych izolatów grzybów zarówno wyosobnionych z liścieni jak i korzeni gryki (Tabela 5, Rysunek 9). Niezależnie od odmiany najwięcej grzybów z korzeni wyizolowano z kontroli (317), chociaż równie dużą ich częstotliwość stwierdzano w korzeniach pochodzących z obiektu, w którym stosowano do zaprawiania nasion biostymulator Kelpak SL. Warto zaznaczyć, że w pozostałych kombinacjach zaprawiania nasion notowano mniejszą liczebność grzybów izolowanych z korzeni, przy czym najskuteczniejsze okazało się zaprawianie preparatem Serenade ASO zmniejszające ilość grzybów ponad dwukrotnie.

Tabela 5. Liczba wyosobnionych kolonii grzybów z kiełków testowanych odmian gryki w zależności od zastosowanych biopreparatów do zaprawiania orzeszków

Kombinacje zaprawiania orzeszków	Liczba kolonii grzybów							Udział w %
	Panda		Kora		Ogółem		Łącznie	
	L*	K**	L	K	L	K		
I- Kelpak SL	122	154	56	140	178	294	472	15,57
II - Asahi SL	36	102	30	48	66	150	216	7,13
III - Polyversum WP	77	146	27	91	104	237	341	11,25
IV - IV- Serenade SC	44	84	10	49	54	133	187	6,17
V - Kelpak SL+Polyversum WP	29	110	48	79	77	189	266	8,78
VI - Asahi SL+Polyversum WP	75	97	36	75	111	172	283	9,34
VII - Klepak SL+Serenade SC	22	133	44	67	66	200	266	8,77
VIII - Asahi SL+Serenade SC	15	104	25	57	40	161	201	6,63
IX - KelpaK SL+Asahi SL	93	142	23	79	116	221	337	11,11
X - Kontrola	105	167	40	150	145	317	462	15,25
Ogółem	618	1239	339	835	957	2074	3031	100
Udział w %	20,4	40,9	11,2	27,5	31,6	68,4	100	

*L – liście, **K – korzenie



Rysunek 9. Średnia liczebność izolatów grzybów uzyskanych z liści i korzeni kiełków gryki w zależności od rodzaju zastosowanych zapraw biologicznych

Biostymulator Kelpak SL przyczyniał się do zwiększenia ilości wyosobnień z liści gryki (Rysunek 9). Z kolei jego łączne zastosowanie z biopreparatem Serenade ASO, aż trzykrotnie zmniejszało liczebność wyizolowanych grzybów, identyczny efekt uzyskano w przypadku zaprawienia nasion preparatem Asahi SL. Jednak najlepsze rezultaty w

ograniczeniu liczebności grzybów porażających liścienie kielków osiągnięto po łącznym zastosowaniu Asahi SL z Serenade ASO oraz samym Serenade.

Grzyby zasiedlające liścienie gryki należały do 12 gatunków, które zaszeregowano do 7 rodzajów takich jak: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma* (Tabela 6, Tabela 7). Porównując populację grzybów wyizolowanych z poszczególnych odmian stwierdzono, że zbiorowiska grzybów wyosobnionych z liścieni gryki Panda są nie tylko bardziej liczebne, ale także zróżnicowane pod względem gatunkowym. W ogólnej puli wyosobnionych grzybów dla tej odmiany z największą częstotliwością stwierdzano: *Phoma glomerata* (18,45%), *Phoma herbarum* (17,31%), *Trichoderma koningii* (13,75%), *Penicillium digitatum* (13,27%), *Penicillium expansum* (8,58%), *Mucor circinelloides* (7,27%), *Penicillium italicum* (6,31%), *Cladosporium cladosporioides* (6,31%) oraz *Alternaria alternata* (5,66%) (Tabela 6).

Tabela 6. Grzyby wyosobnione z porażonych liścieni gryki odmiany Panda w zależności od rodzaju zastosowanych zapraw biologicznych

Gatunek grzyba	Liczba izolatów										Suma	Udział [%]
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<i>Alternaria alternata</i>	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	35	5,66
<i>Aspergillus fumigatus</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10	1,62
<i>Aspergillus terreus</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	0,65
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	9	-	14	5	-	-	11	-	-	39	6,31
<i>Mucor circinelloides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	45	7,28
<i>Penicillium commune</i>	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	5	0,81
<i>Penicillium digitatum</i>	-	10	25	9	-	-	-	-	-	38	82	13,27
<i>Penicillium expansum</i>	24	-	-	5	6	-	-	-	18	-	53	8,58
<i>Penicillium italicum</i>	35	-	-	-	-	-	-	-	4	-	39	6,31
<i>Phoma glomerata</i>	-	5	15	4	13	16	5	-	34	22	114	18,45
<i>Phoma herbarum</i>	11	12	37	12	-	14	-	-	21	-	107	17,31
<i>Trichoderma koningii</i>	52	-	-	-	-	-	17	-	16	-	85	13,75
Łącznie	122	36	77	44	29	75	22	15	93	105	618	100
Udział w [%]	19,7	5,9	12,5	7,1	4,7	12,1	3,6	2,4	15,0	17,0	100	

*I - Kelpak SL, II - Asahi SL, III - Polyversum WP, IV - Serenade SC, V - Kelpak SL+Polyversum WP, VI - Asahi SL+Polyversum WP, VII - Kelpak SL+Serenade SC, VIII - Asahi SL+Serenade SC, IX - Kelpak SL+Asahi SL, X - Kontrola

Ostatni wymieniony gatunek towarzyszył tylko i wyłącznie wyosobnieniom z kombinacji łącznego zaprawiania nasion gryki biostymulatorem Asahi SL i biopreparatem Polyversum WP (Tabela 6). Z kolei zbiorowisko grzybów wyizolowanych z porażonych

liścieni odmiany Kora było wolne od *Alternaria alternata* oraz innych wcześniej stwierdzonych dla Pandy gatunków saprobiontycznych takich jak: *Aspergillus fumigatus*, *A.terreus* i *Mucor circinelloides* (Tabela 7). Niezależnie od zastosowanego zaprawiania nasion, zbiorowisko wyizolowanych grzybów z liścieni odmiany Kora było aż w 52,51% zdominowane przez patogeniczny gatunek *Phoma glomerata*. Antagonistyczny grzyb *Trichoderma koningii* dla badanych odmian najczęściej zasiedlał liścienie gryki pochodzące z obiektu, w którym nasiona przedsięwzięcie moczo w biostymulatorze Kelpak SL.

Tabela 7. Grzyby wyosobnione z porażonych liścieni gryki odmiany Kora w zależności od rodzaju zastosowanych zapraw biologicznych

Gatunek grzyba	Liczba izolatów										Suma	Udział [%]
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	16	5	-	4	-	-	-	10	-	-	35	10,33
<i>Penicillium commune</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1,47
<i>Penicillium digitatum</i>	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	1,18
<i>Penicillium expansum</i>	-	-	11	-	-	-	-	-	4	6	21	6,19
<i>Penicillium italicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	14	4,13
<i>Phoma glomerata</i>	19	15	16	6	20	26	22	15	5	34	178	52,51
<i>Phoma herbarum</i>	12	10	-	-	19	6	-	-	-	-	47	13,86
<i>Trichoderma koningii</i>	4	-	-	-	9	-	22	-	-	-	35	10,33
Łącznie	56	30	27	10	52	36	44	25	23	40	339	100
Udział w [%]	16,5	8,8	7,9	0,3	15,3	10,6	13,0	7,4	6,8	11,8	100	

*I - Kelpak SL, II- Asahi SL, III- Polyversum WP, IV- Serenade SC, V- Kelpak SL+Polyversum WP, VI- Asahi SL+Polyversum WP, VII- Kelpak SL+Serenade SC, VIII- Asahi SL+Serenade SC, IX- Kelpak SL+Asahi SL, X- Kontrola

Dokładna analiza zbiorowiska grzybów zasiedlających korzenie kiełków gryki pozwoliła określić, które gatunki są potencjalnie odpowiedzialne za ich zgnilizny i zgorzele. Niezależnie od odmiany i rodzaju stosowanego zaprawiania nasion duża powtarzalność i częstotliwość wyosobnień takich gatunków jak: *Phoma glomerata*, *Alternaria alternata*, *Mucor circinelloides*, *Phoma herbarum* i *Trichoderma koningii* sprawia, że można uznać je za głównych sprawców zgorzeli kiełków (Tabela 8, Tabela 9). Spośród wymienionych grzybów szczególnie groźne dla korzeni są patogeniczne gatunki należące do rodzaju *Phoma*, ale również izolowane z mniejszą częstotliwością grzyby rodzaju *Fusarium* reprezentowane przez pięć gatunków: *F. culmorum*, *F. chlamydosporum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* i *F. solani*. W przeprowadzonych badaniach w randze dominantów znalazły się również grzyby saprobiontyczne oraz antagonistyczne, a więc zmiany gnilne na korzeniach siewek są efektem kompleksowego oddziaływania grzybów na nich bytujących. W przebiegu chorób

infekcyjnych duże znaczenie ma również stosunek ilościowy i jakościowy uczestniczących w nim organizmów grzybowych. W skład zbiorowisk grzybów wyizolowanych z korzeni obydwóch odmian gryki wchodziły 22 identyczne gatunki grzybów, których udział był modyfikowany na skutek stosowanych do zaprawiania nasion biopreparatów i biostymulatorów. Na ogół zbiorowiska grzybów izolowanych z korzeni odmiany Kora odznaczały się większą różnorodnością niż Pandy. Największej różnorodności gatunkowej grzybów sprzyjało zaprawianie nasion odmiany Panda biostymulatorem Kelpak SL wraz z Serenade ASO. Natomiast dla odmiany Kora łączne użycie do zaprawiania Asahi SL z Polyversum WP. Z kolei prawie o połowę zredukowaną ilość gatunków notowano dla badanych odmian gryki w przypadku zaprawiania nasion biostymulatorem Asahi SL.

Tabela 8. Grzyby wyosobnione z porażonych korzeni gryki odmiany Panda w zależności od rodzaju zastosowanych zapraw biologicznych

Gatunek grzyba	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Suma	Udział [%]
<i>Alternaria alternata</i>	30	-	-	21	26	-	30	41	36	29	213	17,19
<i>Aspergillus fumigatus</i>	4	-	6	-	8	-	6	-	-	-	24	1,94
<i>Aspergillus ustus</i>	-	-	5	-	5	-	12	-	-	-	22	1,78
<i>Aspergillus terreus</i>	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	9	0,73
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5	0,40
<i>Chaetomium funicola</i>	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	19	1,53
<i>Chaetomium globosum</i>	-	28	-	-	-	-	16	-	-	-	44	3,55
<i>Epicoccum nigrum</i>	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	0,40
<i>Fusarium chlamydosporum</i>	-	-	12	-	-	-	-	25	-	-	37	2,99
<i>Fusarium culmorum</i>	-	29	-	11	-	-	-	-	-	-	40	3,23
<i>Fusarium equiseti</i>	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	12	0,97
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	18	1,45
<i>Fusarium solani</i>	-	-	-	-	-	-	6	11	-	-	17	1,37
<i>Mucor circinelloides</i>	-	-	51	18	4	-	-	-	40	48	161	12,99
<i>Penicillium commune</i>	-	-	-	7	-	6	-	-	-	-	13	1,05
<i>Penicillium digitatum</i>	32	-	10	-	-	18	-	-	-	5	65	5,25
<i>Penicillium expansum</i>	14	10	18	-	-	-	-	-	-	-	42	3,39
<i>Penicillium italicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	36	2,91
<i>Phoma glomerata</i>	4	19	28	15	27	38	14	-	39	28	212	17,11
<i>Phoma herbarum</i>	29	-	11	-	-	16	17	15	13	21	122	9,85
<i>Rhizopus oryzae</i>	-	16	-	12	5	-	-	-	-	-	33	2,66
<i>Trichoderma koningii</i>	41	-	-	-	35	-	-	-	14	-	90	7,26
Łącznie	154	102	146	84	110	97	133	104	142	167	1239	100
Udział w [%]	12,4	8,2	11,8	6,8	8,9	7,8	10,7	8,4	11,5	13,5	100	

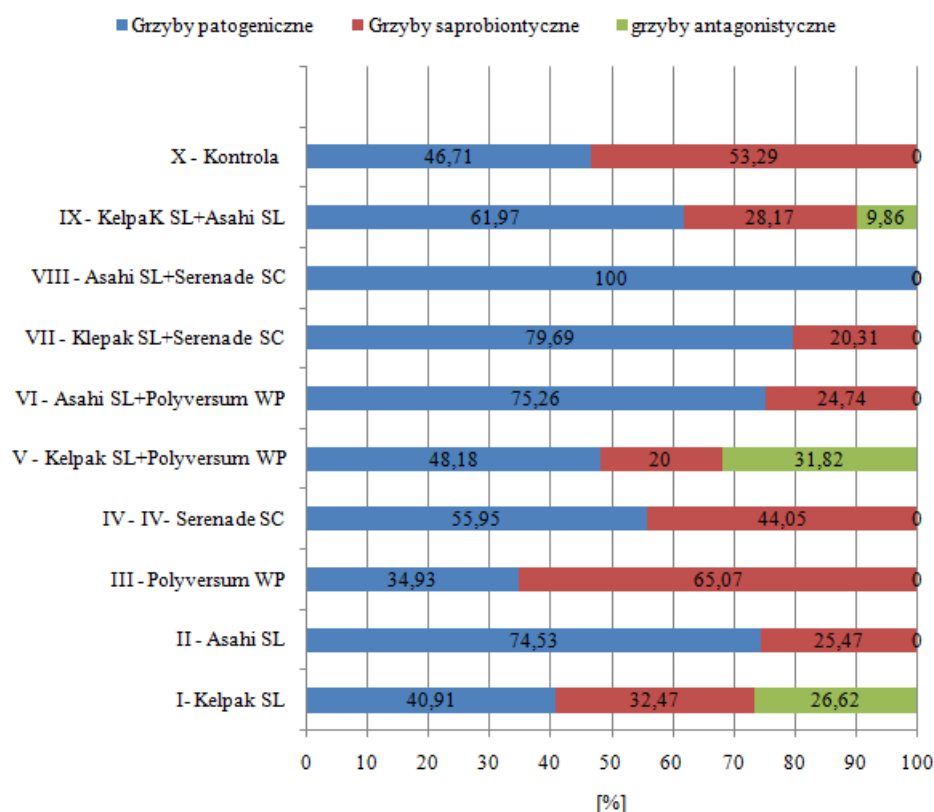
*I - Kelpak SL, II- Asahi SL, III- Polyversum WP, IV- Serenade SC, V- Kelpak SL+Polyversum WP, VI- Asahi SL+Polyversum WP, VII- Kelpak SL+Serenade SC, VIII- Asahi SL+Serenade SC, IX- Kelpak SL+Asahi SL, X- Kontrola

Tabela 9. Grzyby wyosobnione z porażonych korzeni gryki odmiany Panda w zależności od rodzaju zastosowanych zapraw biologicznych

Gatunek grzyba	Liczba izolatów										Suma	Udział [%]
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<i>Alternaria alternata</i>	9	11	8	6	18	3	27	13	19	31	145	17,36
<i>Aspergillus fumigatus</i>	5	-	3	-	4		1		1		14	1,67
<i>Aspergillus ustus</i>	-	-	-	-		1					1	0,11
<i>Aspergillus terreus</i>	-	-	-	-	1	2	5			4	12	1,44
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	23	-	13	-	2	11	8				57	6,83
<i>Chaetomium funicola</i>	-	-	-	-	1	5		1		1	8	0,96
<i>Chaetomium globosum</i>	-	9	-	-		15	7				31	3,71
<i>Epicoccum nigrum</i>	-	-	8	5							13	1,56
<i>Fusarium chlamydosporum</i>	-	-	4	10		2		11	2	3	32	3,83
<i>Fusarium culmorum</i>	11	5	-	3		1		2		5	27	3,23
<i>Fusarium equiseti</i>	-	1	-	-		5	1		1	14	22	2,64
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	-	3	-	2	10	5			3	25	2,99
<i>Fusarium solani</i>	-	1	-	-		2	2	3		1	9	1,08
<i>Mucor circinelloides</i>	-	-	-	4	1	2	4	7	17	29	64	7,67
<i>Penicillium commune</i>	-	-	7	6							13	1,56
<i>Penicillium digitatum</i>	8	-	-	1		1				8	18	2,16
<i>Penicillium expansum</i>	1	2	-	-	2	5			2	3	15	1,80
<i>Penicillium italicum</i>	11	-	-	-				4		12	27	3,23
<i>Phoma glomerata</i>	20	14	41	8	16	10	4	9	12	20	154	18,44
<i>Phoma herbarum</i>	15	-	-	4	7		3	7	8	15	59	7,07
<i>Rhizopus oryzae</i>	-	5	-	2	2				1	1	11	1,32
<i>Trichoderma koningii</i>	35	-	4	-	23				16		78	9,34
Łącznie	140	48	91	49	79	75	67	57	79	150	835	100
Udział w [%]	16,8	5,7	10,9	5,9	9,5	9,0	8,0	6,8	9,5	17,9	100	

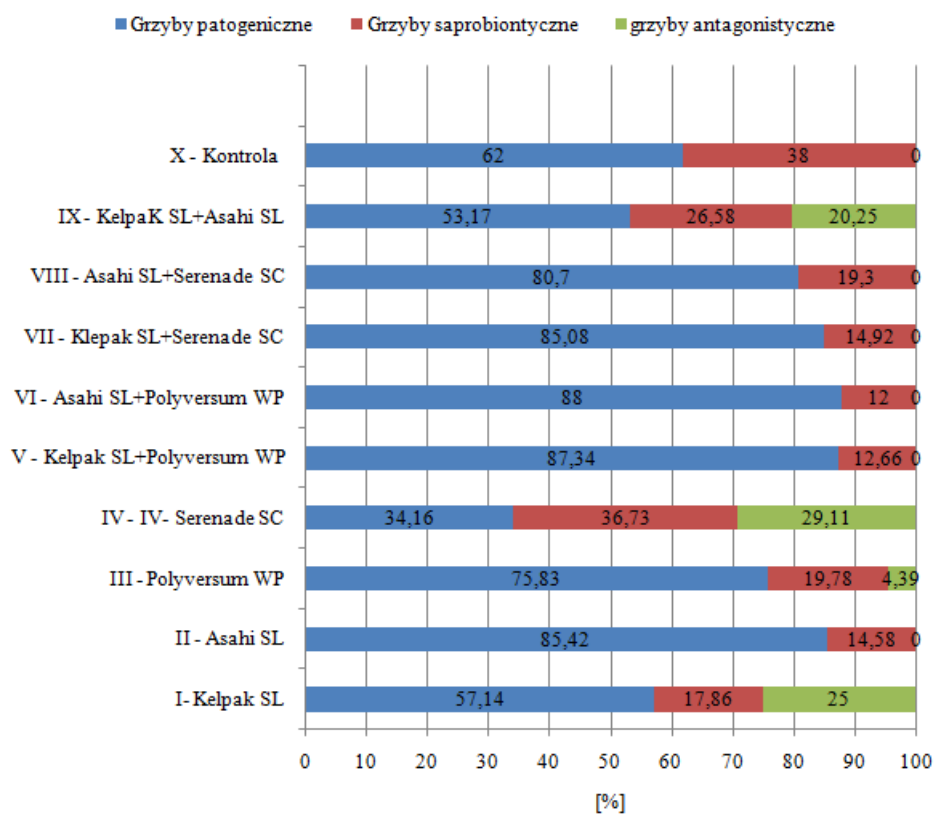
*I - Kelpak SL, II- Asahi SL, III- Polyversum WP, IV- Serenade SC, V- Kelpak SL+Polyversum WP, VI- Asahi SL+Polyversum WP, VII- Kelpak SL+Serenade SC, VIII- Asahi SL+Serenade SC, IX- Kelpak SL+Asahi SL, X- Kontrola

Zastosowane rodzaje zapraw wpływały na kształtowanie się wzajemnych stosunków między udziałem patogenów, grzybów saprobiontycznych i antagonistycznych w populacji grzybów zasiedlających porażone korzenie kielków gryki. Zbiorowiska grzybów izolowane z porażonych korzeni odmiany Panda – obiektu kontrolnego charakteryzowały się najbardziej wyrównanym stosunkiem udziału patogenów do saprobiontów z niewielką przewagą dla tych ostatnich (Rysunek 10). Zbliżony i porównywalny udział wyżej wymienionych trzech grup grzybów zanotowano w obiektach gdzie do zaprawiania nasion wykorzystano biostymulator Kelpak SL oraz przy jego łącznym stosowaniu z zarodnikami grzyba *Pythium oligandrum* (Polyversum WP). Z kolei jednorodne zbiorowisko ze 100% udziałem grzybów patogenicznych stwierdzono w przypadku łącznego zaprawiania nasion Asahi SL i Serenade ASO (Rysunek 10). Podobnie bardzo wysoki udział patogenów na poziomie 79,69%, 75,26% i 74,53 % miał miejsce w populacji grzybów wyizolowanych z korzeni pochodzących z obiektów łącznego stosowania biostymulatorów z biopreparatami (VII i VI) oraz przedsewnego zaprawiania z wykorzystaniem Asahi SL (II).



Rysunek 10. Wpływ rodzaju preparatów użytych do zaprawiania nasion na udział poszczególnych grup grzybów porażających korzenie gryki odmiany Panda

Wykorzystanie do zaprawiania nasion biopreparatu na bazie *Bacillus subtilis* przyczyniło się do niemalże względnej równowagi między patogenami (34,16%), saprobiontami (36,73%) oraz antagonistami (29,11%) tworzącymi populację grzybów wyosobnionych z korzeni odmiany Kora (Rysunek 11). Występowanie antagonistów reprezentowanych przez *Trichoderma koningii* może przyczyniać się do wyeliminowania ze zbiorowisk niektórych grzybów zarówno patogennych jak i saprobiontów. Podobnie jak dla odmiany Panda również zaznaczył się wzrost udziału grzybów patogennych pod wpływem łącznego stosowania biostymulatorów z biopreparatami jak i samego ASahi SL do zaprawiania nasion.



Rysunek 11. Wpływ rodzaju preparatów użytych do zaprawiania nasion na udział poszczególnych grup grzybów porażających korzenie gryki odmiany Kora

Skład chemiczny kielków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) podlegał znaczącym modyfikacjom w wyniku zaprawiania biostymulatorami i biopreparatami oraz ich różnymi kombinacjami (Tabela 10). Koncentrację suchej masy, popiołu, białka, tłuszczu, węglowodanów ogółem, włókna surowego oraz frakcji włókna pokarmowego modyfikowała zarówno odmiana, jak i metoda zaprawiania. Istotnie największą zawartością suchej masy, składników mineralnych wyrażonych w postaci popiołu i węglowodanów ogółem

charakteryzowały się kielki odmiany Kora. Natomiast kielki odmiany Panda zawierały istotnie więcej białka, tłuszczu, włókna surowego oraz wszystkich ocenianych frakcji włókna pokarmowego. Jak podaje literatura w czasie kiełkowania orzeszków wzrasta istotnie zawartość wolnych aminokwasów, a jednocześnie występuje intensywny rozkład białek o dużej masie molowej. Kielki gryki są bogatym źródłem białka. Stwierdzono w kielkach odm. Panda o 2,3% białka niż w kielkach odm. Kora. Zawartość białka w kielkach mieściła się w przedziale od 21,74 do 23,19% w zależności od metody zaprawiania. Czynniki genetyczne miały również istotny wpływ na zawartość lipidów w kielkach gryki. Kielki odmiany Panda zawierały istotnie więcej tłuszczu surowego niż kielki odm. Kora (o 8,2%). Zawartość tego składnika zawierała się w przedziale od 13,61 do 3,86% w zależności od sposobu zaprawiania nasion. Węglowodany i tłuszcze z kielków są łatwiejsze do przyswojenia przez ludzki organizm. Głównym składnikiem suchej masy były węglowodany ogółem, których zawartość w badanych kielkach mieściła się w zakresie od 38,19 do 40,44% w zależności od metody zaprawiania nasion. Najwięcej węglowodanów ogółem stwierdzono w kielkach orzeszków zaprawianych biostymulatorem Asahi SL x zaprawa Serenade.

Obecnie coraz więcej uwagi poświęca się trudno strawnym w przewodzie pokarmowym człowieka składnikom odżywczym zaliczanym do włókna pokarmowego. Właściwości włókna pokarmowego oraz jego wartość użyteczna zależą od źródła pochodzenia i wzajemnych proporcji poszczególnych frakcji. Włókno pokarmowe zawiera w swoim składzie wiele struktur, różniących się właściwościami fizycznymi i chemicznymi oraz cechuje się fizjologicznym oddziaływaniem na organizm człowieka. Jest mieszaniną substancji o charakterze polisacharydowym (celuloza, hemiceluloza, pektyna, gumy, śluz) i niepolisacharydowym (ligniny). Substancje te z jednej strony utrudniają wykorzystanie składników odżywczych pożywienia, z drugiej zaś są konieczne do prawidłowego funkcjonowania przewodu pokarmowego. Oddziaływanie włókna pokarmowego w organizmie człowieka wiąże się nie tylko z ilością włókna w diecie, ale również z jego składem frakcyjnym, który może się zmieniać zależnie od gatunku rośliny, stopnia dojrzałości, części anatomicznej surowca oraz zastosowanego procesu technologicznego. Jedną z zastosowanych metod oznaczania składników strukturalnych była metoda weendeńska, umożliwiająca oznaczenie zawartości włókna surowego oraz metoda detergentowa umożliwia oznaczenie zawartości następujących frakcji błonnika: neutralnodetergentowej (NDF), kwaśnodetergentowej (ADF), hemicelulozy (HCEL), celulozy (CEL), i ligniny kwaśno-detergentowej (ADL) (Tabela 10). Największą zawartością włókna surowego oraz wszystkich badanych frakcji włókna pokarmowego charakteryzowały się

kiełki odm. Panda. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono różnice w zawartości podstawowych składników pokarmowych i frakcji włókna w kiełkach gryki wynikające z zastosowanej metody zaprawiania orzeszków biopreparatami. Analizując wpływ biopreparatów na koncentrację podstawowych składników pokarmowych oraz frakcji włókna pokarmowego w kiełkach gryki stwierdzono, iż najlepszy efekt otrzymano po zastosowaniu biopreparatów: Asahi SL i Poliversum WP (największy poziom popiołu surowego, białka, frakcji włókna NDF, ADF i celulozy).

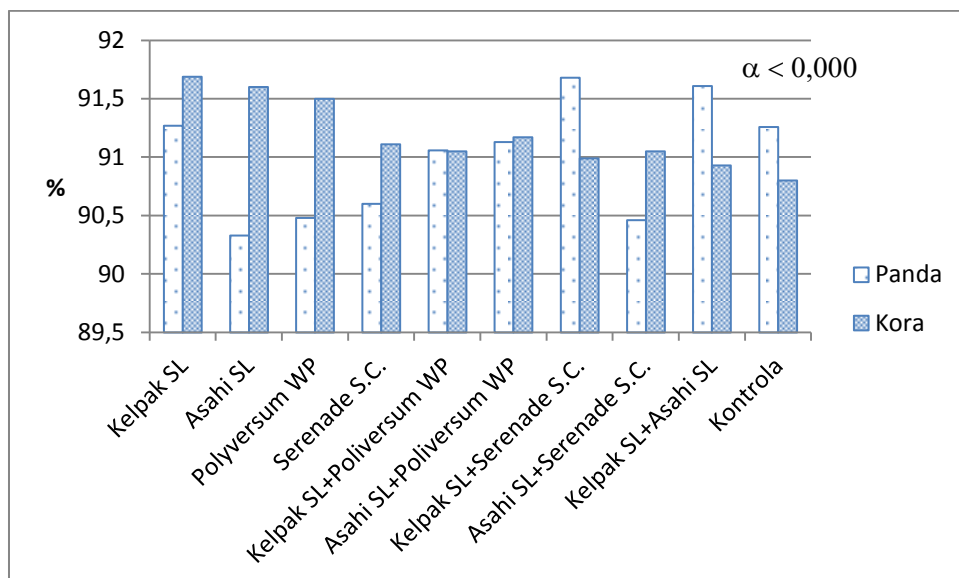
Zastosowane biostymulatory i zaprawy biologiczne miały istotny, ale odmienny wpływ na zawartość badanych podstawowych składników pokarmowych w kiełkach dwóch odmian gryki co potwierdzają zamieszczone istotne statystycznie interakcje odmiana x zaprawianie biostymulatorami i biopreparatami (Rysunek 12 – Rysunek 17). Kiełki odmiany Kora w porównaniu do kiełków odmiany Panda reagowały wzrostem koncentracji suchej masy i popiołu, zarówno na zastosowane do zaprawiania biostymulatory czy też zaprawy biologiczne (ale osobno, nie łączone). Zawartość białka w kiełkach odmiany Kora zmniejszyła się po zaprawieniu nasion preparatami: 1. Serenade, 2. Kelpak+Poliversum oraz 3. Asahi+Serenade. Odmiana Panda reagowała na tych obiektach odmiennie, tzn. zwiększyła ilość białka w kiełkach (Rysunek 14). Kiełki odmiany Panda reagowały dużym wzrostem zawartości tłuszczu surowego zarówno na zastosowane jako zaprawy biostymulatory oraz zaprawy biologiczne (osobno, bez łączenia), zasadniczo bez takiej reakcji u odmiany Kora (Rysunek 15). Zawartość węglowodanów ogółem w kiełkach również kształtowała się odmiennie, w zależności od kombinacji zapraw, u obydwu odmian. Zastosowanie zaprawy Poliversum wyraźnie zmniejszyło zawartość tego składnika odżywczego u odmiany Panda, a stymulując jego zawartość w kiełkach odmiany Kora (Rysunek 16).

Tabela 10. Skład chemiczny kiełków gryki w zależności od genotypu i zastosowanych kombinacji zapraw biologicznych z biostymulatorami

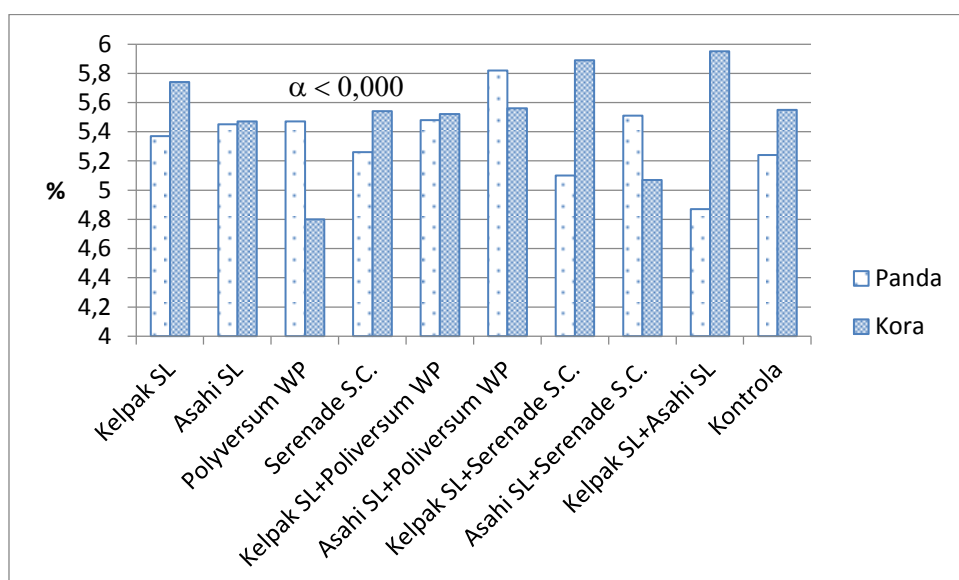
Czynnik		Składnik [%]										
		Sucha masa	Popiół surowy	Białko	Tłuszcz surowy	Węglowodany ogółem	Włókno surowe	NDF*	ADF*	ADL*	HCEL*	CEL*
Odmiana**												
Panda		90,98a	5,35a	22,59b	3,91b	39,0a	20,0b	38,01b	28,98b	10,56b	9,03b	18,44b
Kora		91,19b	5,51b	22,08a	3,59a	39,6b	19,7a	35,48a	27,96a	10,18a	7,52a	17,78a
Kombinacje biostymulatorów i biopreparatów**												
Kelpak SL	–	91,48 ^e	5,55 ^{bc}	22,57 ^b	3,72 ^{abc}	38,64 ^a	20,52 ^{ef}	38,07e	29,54 ^c	11,27 ^e	8,54 ^b	18,41 ^{cd}
Asahi SL	–	90,96 ^{bc}	5,46 ^{bc}	22,52 ^{ab}	3,75 ^{abc}	38,19 ^a	19,95 ^c	37,16d	29,42 ^c	10,74 ^d	7,74 ^{ab}	18,69 ^{cd}
–	Polyversum WP	90,99 ^{bc}	5,13 ^a	22,22 ^a	3,82 ^{abc}	38,86 ^a	20,30 ^{de}	36,73d	28,24 ^b	10,13 ^c	8,49 ^b	18,11 ^{bc}
–	Serenade SC	90,85 ^{ab}	5,40 ^b	22,41 ^{ab}	3,75 ^{abc}	40,33 ^b	18,65 ^a	35,43c	26,74 ^a	9,17 ^a	8,69 ^b	17,57 ^{bc}
Kelpak SL	Poliversum WP	91,05 ^{bc}	5,50 ^{bc}	22,27 ^{ab}	3,86 ^c	38,81 ^a	20,45 ^{ef}	37,31d	28,97 ^{bc}	10,29 ^c	8,34 ^b	18,68 ^{cd}
Asahi SL	Poliversum WP	91,15 ^{cd}	5,68 ^c	23,19 ^c	3,74 ^{abc}	38,36 ^a	20,08 ^{cd}	38,45e	30,13 ^c	10,51 ^c	8,33 ^b	19,62 ^d
Keplak SL	Serenade SC	91,33 ^{de}	5,50 ^{bc}	22,50 ^{ab}	3,61 ^a	40,40 ^b	18,6 ^a	32,75a	25,71 ^a	9,09 ^a	7,04 ^a	16,62 ^a
Asahi SL	Serenade SC	90,76 ^a	5,29 ^{ab}	21,74 ^a	3,83 ^{bc}	40,44 ^b	19,14 ^b	34,59b	26,54 ^a	9,60 ^b	8,05 ^{ab}	16,94 ^{ab}
Kelpak SL + Asahi SL	–	91,27 ^d	5,41 ^b	21,99 ^a	3,80 ^{abc}	39,29 ^a	20,31 ^{de}	38,17e	29,74 ^c	11,65 ^f	8,43 ^b	18,08 ^b
Kontrola	–	91,03 ^{bc}	2,39 ^b	21,92 ^a	3,63 ^{ab}	39,36 ^a	20,69 ^f	38,77e	29,69 ^c	11,26 ^e	9,08 ^b	18,43 ^{cd}

* – patrz materiał i metody badań.

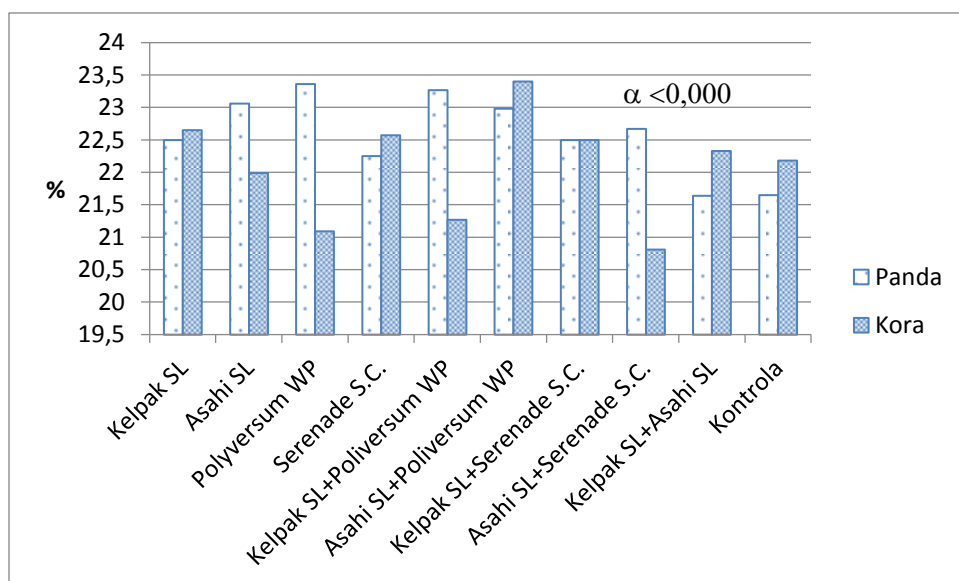
** – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$).



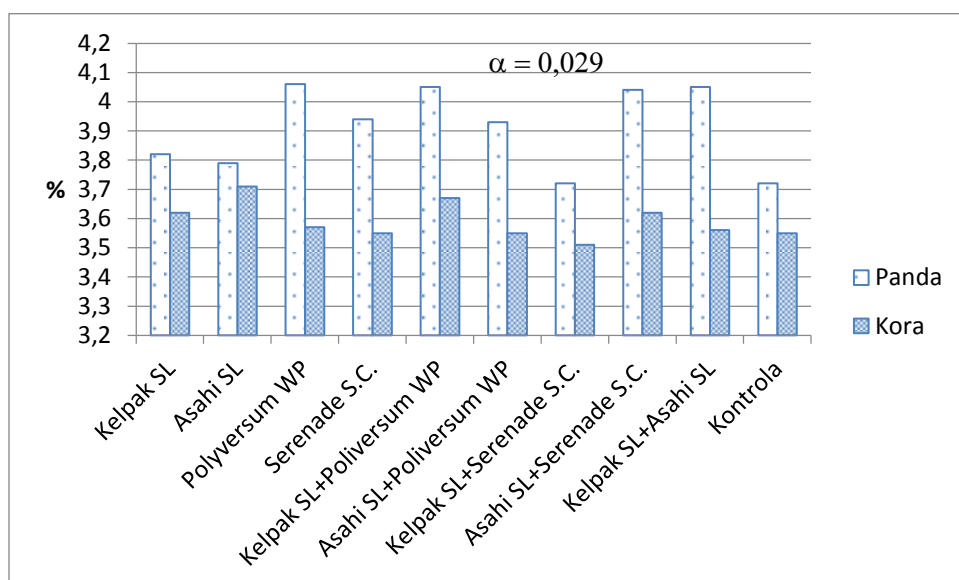
Rysunek 12. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość suchej masy w kielkach dwóch odmian gryki



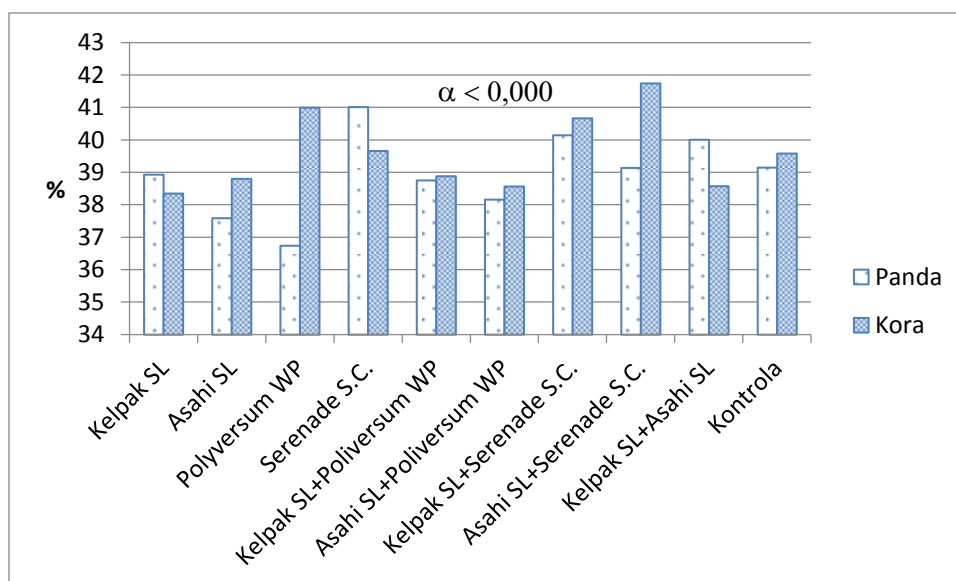
Rysunek 13. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość popiołu w kielkach dwóch odmian gryki



Rysunek 14. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość białka w kielkach dwóch odmian gryki

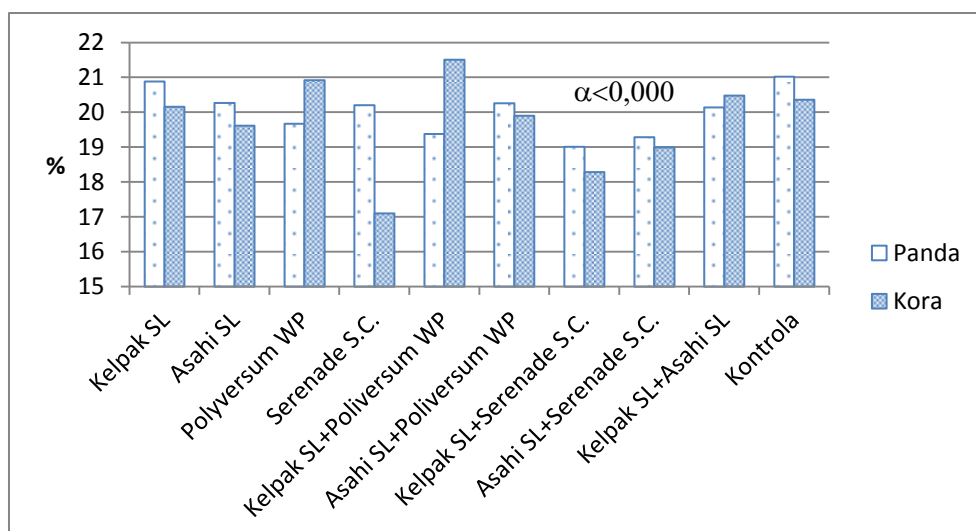


Rysunek 15. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość tłuszczu surowego w kielkach dwóch odmian gryki

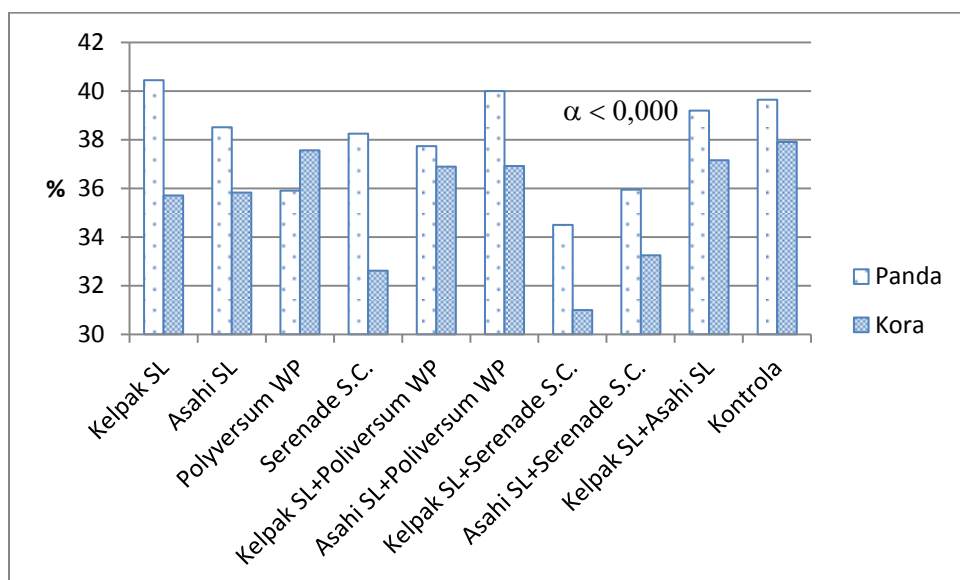


Rysunek 16. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość węglowodanów ogółem w kielkach dwóch odmian gryki

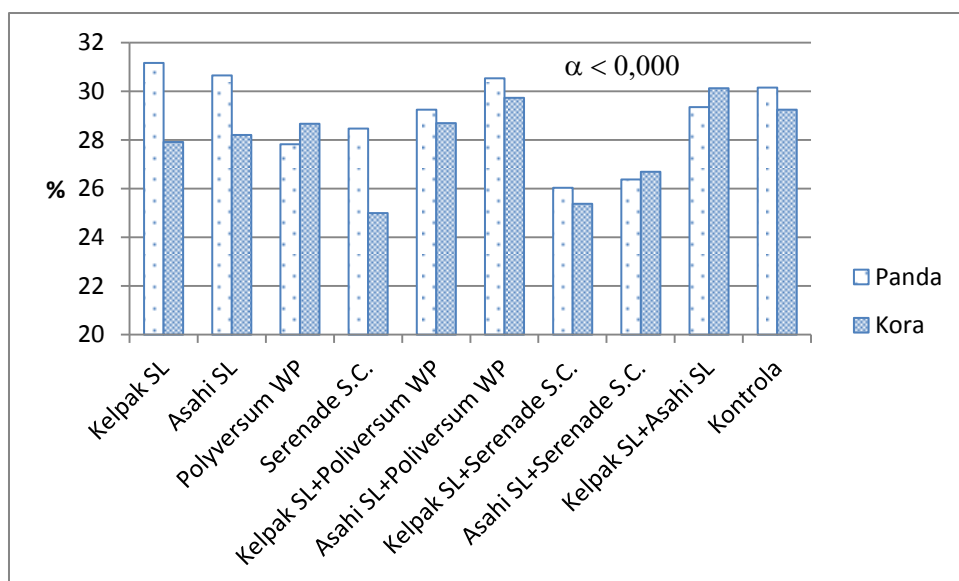
Zawartość wszystkich badanych frakcji włókna pokarmowego podlegała wpływowi interakcji odmiana x kombinacja zapraw biostymulatorów i zapraw biologicznych (Rysunek 18 – Rysunek 22). Stosowanie zaprawiania w postaci preparatu Serenade, czy to indywidualnie, czy też w kombinacji z innymi preparatami obniżało zawartość włókna pokarmowego, ale znacząco mocniej u odmiany Kora (Rysunek 18). Zaobserwowane i przywołane wyżej zależności jeszcze lepiej widoczne są w układzie średnich prezentujących zawartość frakcji NDF włókna pokarmowego (Rysunek 18). Zawartość w kielkach frakcji ADF, a szczególnie ADL włókna pokarmowego nie podlega tak dużemu wpływowi zaprawiania drobnoustrojem *Bacillus subtilis* (Rysunek 19, Rysunek 20). Wyraźnie najmocniej ujawnia się różna reakcja odmian (Panda, Kora) na różne kombinacje zaprawiania nasion w kontekście zawartości hemicelulozy w kielkach (Rysunek 21). Zasadniczo zastosowanie jakichkolwiek kombinacji biostymulatorów i biozapraw skutkuje znaczącym spadkiem udziału tej frakcji włókna pokarmowego w kielkach odmiany Kora, ale nie odmiany Panda. Oceniając zawartość frakcji celulozy w kielkach gryki, to ponownie potwierdza się odmienny wpływ zaprawy Serenade na skład chemiczny badanych odmian (Rysunek 22).



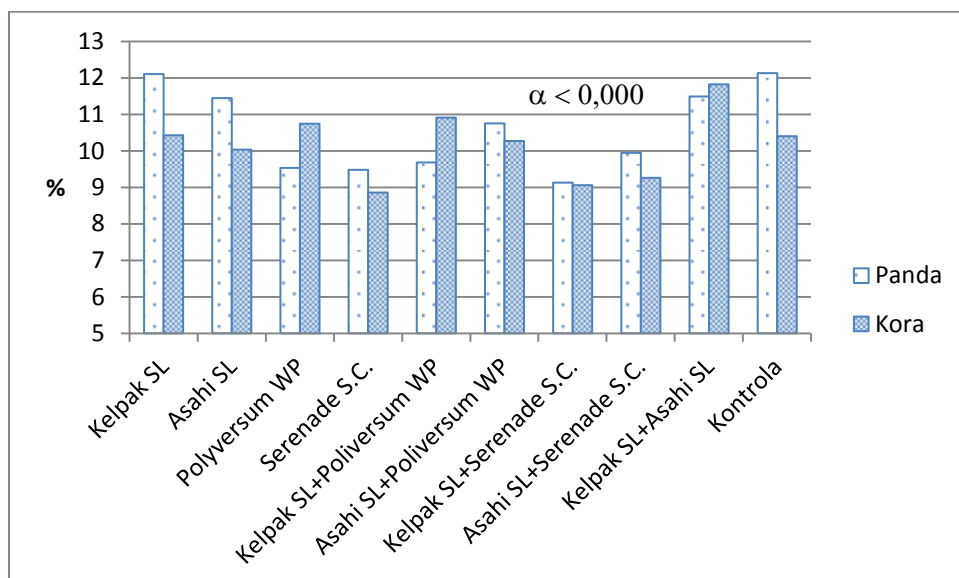
Rysunek 17. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość włókna pokarmowego w kielkach dwóch odmian gryki



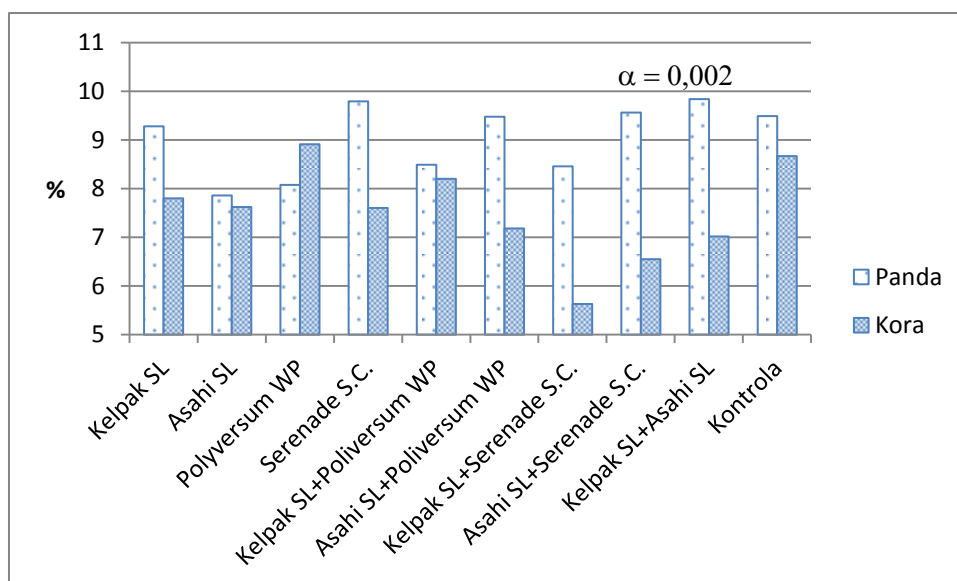
Rysunek 18. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość frakcji NDF włókna pokarmowego w kielkach dwóch odmian gryki



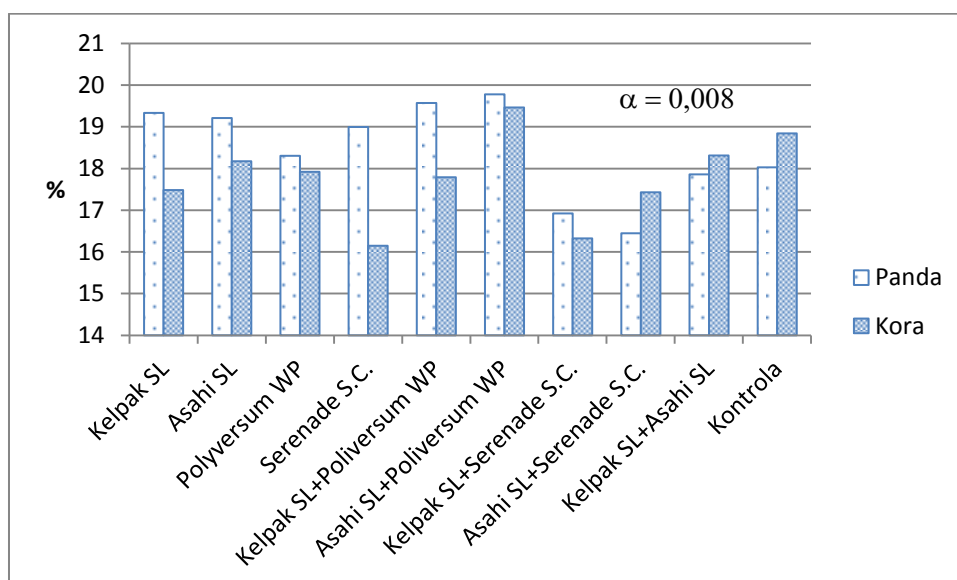
Rysunek 19. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość frakcji ADF włókna pokarmowego w kielkach dwóch odmian gryki



Rysunek 20. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość frakcji ADL włókna pokarmowego w kielkach dwóch odmian gryki



Rysunek 21. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość frakcji HCEL włókna pokarmowego w kielkach dwóch odmian gryki



Rysunek 22. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość frakcji CEL włókna pokarmowego w kielkach dwóch odmian gryki

Analiza statystyczna uzyskanych wyników potwierdziła istotne różnice w zawartości makro- i mikroskładników w kielkach dwóch odmian gryki (Tabela 11). W przeciwieństwie do składników podstawowych i frakcji włókna pokarmowego (Tabela 10) istotnie korzystniejszym składem mineralnym cechowały się kielki odmiany Kora w porównaniu do odmiany Panda. Kielki odm. Kora zawierały istotnie więcej składników mineralnych wyrażonych w postaci popiołu surowego (Tabela 10). Z wynikami popiołowości koreluje zawartość związków mineralnych. W kielkach odmiany Kora stwierdzono większą koncentrację analizowanych makroskładników, kolejno o: 11% fosforu, 15% potasu, 4% wapnia, 10% sodu i 3% magnezu. Kielki odmiany Kora zawierały również większe ilości

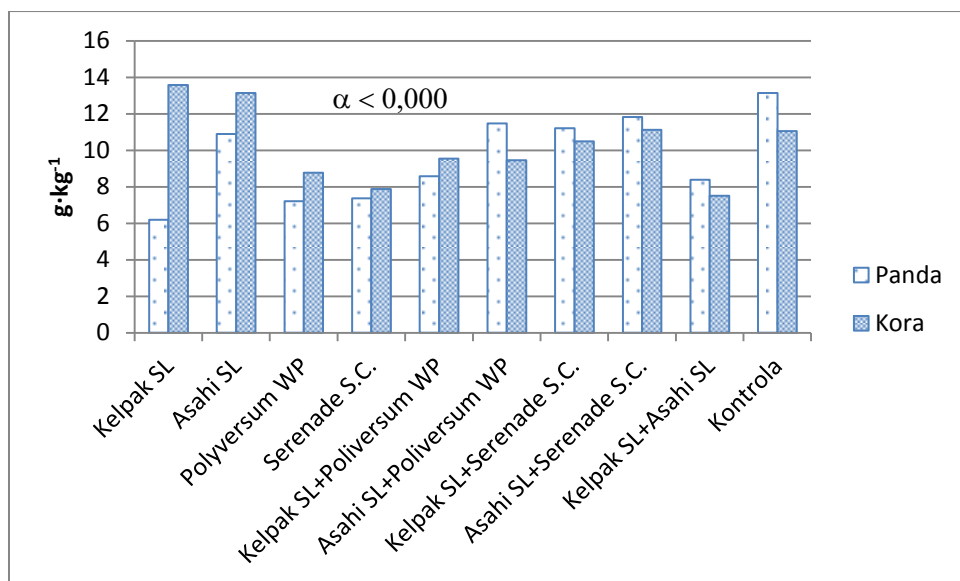
wszystkich analizowanych mikroskładników, odpowiednio o: 14% cynku, 6% żelaza, 8% miedzi, 3% molibdenu i 21% manganu. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono różnice w zawartości składników mineralnych w kielkach gryki wynikające z zastosowanej metody zaprawiania orzeszków biopreparatami (Tabela 11). Analizując wpływ biopreparatów na koncentrację makroskładników w kielkach gryki stwierdzono, iż najlepszy efekt otrzymano po zastosowaniu biopreparatów: Asahi SL (największa koncentracja fosforu i wapnia) oraz Poliversum WP (największa zawartość sodu i magnezu). Ponadto w kielkach zaprawianych Asahi SL odnotowano większą koncentrację wapnia, a w kielkach zaprawianych Poliversum WP większą ilość magnezu, w porównaniu do kielków pochodzących z obiektów kontrolnych, kolejno o 42 i 18%. Najmniejszą koncentracją analizowanych makroskładników charakteryzowały się kielki gryki zaprawianej biopreparatami: Serenade SC (najmniej fosforu) oraz Kelpak SL w połączeniu z Asahi SL (najmniej potasu, wapnia, sodu i magnezu). Zastosowanie wymienionych biopreparatów zmniejszyło ilość fosforu, potasu, wapnia, sodu i magnezu, kolejno o: 37%, 20%, 1%, 10% i 4%, w porównaniu do kontroli. Największą ilość badanych mikroskładników zanotowano w kielkach gryki zaprawianej następującymi biopreparatami: Kelpak SL (najwięcej cynku), Asahi SL (najwięcej żelaza, miedzi i manganu) oraz Asahi SL w połączeniu z Poliversum WP (najwięcej molibdenu). Porównując koncentrację mikroskładników w kielkach gryki po zastosowaniu wymienionych biopreparatów do kielków pochodzących z obiektów kontrolnych, stwierdzono większą ich ilość, odpowiednio o: 12%, 4%, 31%, 5% oraz 2%. Najmniej korzystny wpływ na ilość mikroskładników w kielkach gryki spośród stosowanych w eksperymencie biopreparatów miały: Kelpak SL w połączeniu z Serenade SC (najmniej cynku), Asahi SL plus Serenade SC (najmniej żelaza), Kelpak SL z Asahi SL (najmniej miedzi), Kelpak SL (najmniej molibdenu) oraz Asahi SL plus Serenade SC (najmniej manganu). Biopreparaty zmniejszyły zawartość omawianych mikroskładników w kielkach gryki, kolejno o: 11%, 10%, 6%, 10% i 13% w porównaniu do kontroli.

Tabela 11. Skład mineralny kiełków gryki w zależności od genotypu i zastosowanych kombinacji zapraw biologicznych z biostymulatorami

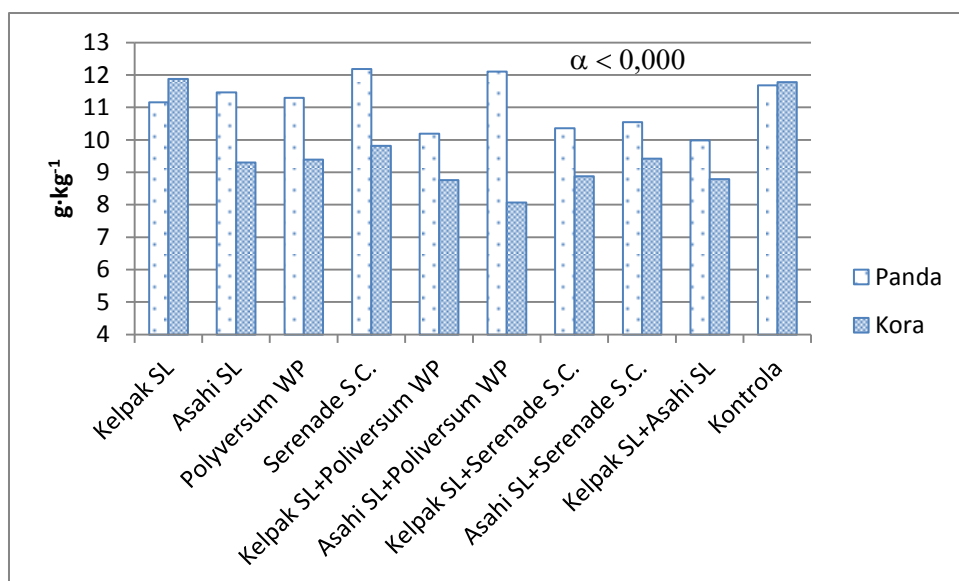
Czynnik		Pierwiastek									
		Fosfor [g·kg ⁻¹]	Potas [g·kg ⁻¹]	Wapń [g·kg ⁻¹]	Sód [g·kg ⁻¹]	Magnez [g·kg ⁻¹]	Cynk [mg·kg ⁻¹]	Żelazo [mg·kg ⁻¹]	Miedź [mg·kg ⁻¹]	Molibden [mg·kg ⁻¹]	Mangan [mg·kg ⁻¹]
Odmiana*											
Panda		9,62 ^a	9,61 ^a	4,39 ^a	0,630 ^a	5,73 ^a	46,7 ^a	47,0 ^a	9,64 ^a	43,5 ^a	18,9 ^a
Kora		10,25 ^b	11,10 ^b	4,59 ^b	0,693 ^b	5,88 ^b	53,3 ^b	49,8 ^b	10,44 ^b	44,8 ^b	22,9 ^b
Kombinacje biostymulatorów i biopreparatów*											
Kelpak SL	–	9,88 ^d	11,52 ^e	4,39 ^a	0,633 ^a	6,01 ^c	54,5 ^h	48,4 ^b	11,34 ^f	41,4 ^a	21,9 ^{cd}
Asahi SL	–	12,02 ^h	10,39 ^c	5,51 ^e	0,678 ^{bc}	6,33 ^d	51,0 ^g	52,5 ^e	11,77 ^g	42,0 ^a	22,9 ^e
–	Polyversum WP	7,99 ^b	10,34 ^c	5,23 ^d	0,688 ^c	6,48 ^d	50,4 ^f	50,7 ^d	10,48 ^d	41,6 ^a	20,1 ^{ab}
–	Serenade SC	7,62 ^a	11,00 ^d	4,41 ^b	0,677 ^{bc}	5,87 ^c	49,2 ^e	45,7 ^a	10,03 ^c	43,9 ^{abc}	19,8 ^{ab}
Kelpak SL	Poliversum WP	9,05 ^c	9,48 ^a	4,26 ^b	0,682 ^{bc}	5,58 ^b	50,3 ^f	48,1 ^b	9,86 ^c	43,2 ^{ab}	20,4 ^b
Asahi SL	Poliversum WP	10,46 ^e	10,09 ^b	4,70 ^c	0,637 ^a	6,09 ^c	61,1 ⁱ	49,1 ^c	10,97 ^e	48,2 ^d	21,7 ^c
Keplak SL	Serenade SC	11,46 ^g	9,62 ^a	4,23 ^b	0,632 ^a	5,40 ^{ab}	43,2 ^a	45,8 ^a	9,16 ^b	43,7 ^{abc}	20,2 ^{ab}
Asahi SL	Serenade SC	7,95 ^b	9,98 ^b	4,38 ^b	0,652 ^{ab}	5,56 ^b	46,7 ^c	45,2 ^a	9,27 ^b	45,3 ^{bc}	19,5 ^a
Kelpak SL +Asahi SL	–	10,84 ^f	9,39 ^a	3,86 ^a	0,635 ^a	5,28 ^a	45,6 ^b	48,1 ^b	8,48 ^a	46,3 ^{cd}	20,0 ^{ab}
Kontrola	–	12,09 ^h	11,73 ^e	3,88 ^a	0,702 ^c	5,47 ^{ab}	48,5 ^d	50,3 ^d	9,03 ^b	45,7 ^{bc}	22,4 ^{de}

* – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)

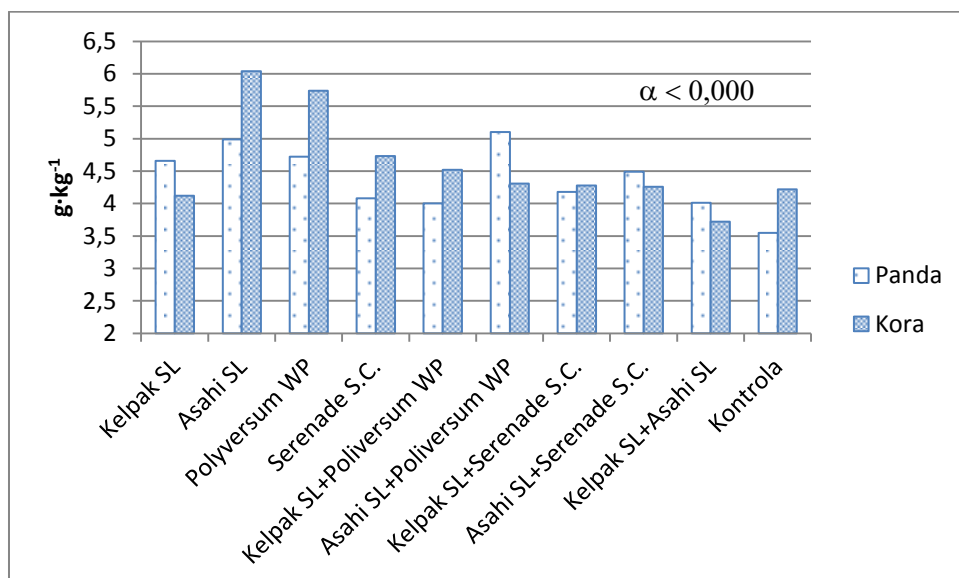
Zastosowane biostymulatory i zaprawy biologiczne miały istotny, odmienny wpływ na zawartość makro- i mikrośladników w kielkach dwóch odmian gryki (Rysunek 23 - Rysunek 32). Odmiana Kora w porównaniu do odmiany Panda zareagowała wzrostem koncentracji sodu, cynku, żelaza, miedzi i manganu, zarówno na zastosowane do zaprawy biostymulatory oraz biopreparatów (osobno, bez łączenia), jak i połączenie biostymulatorów z zaprawami biologicznymi. W kielkach odmiany Panda, nie zależnie od metody zaprawiania było istotnie więcej potasu i molibdenu. Zawartość fosforu i wapnia była wyraźnie większa w kielkach odmiany Kora zaprawianej osobno: biostymulatorami lub środkami ochrony roślin. Połączenie obu preparatów skutkowało wzrostem zawartości fosforu i wapnia w kielkach odmiany Panda. Wyjątek stanowiło połączenie biopreparatów: Kelpak SL z Poliversum WP, które sprzyjało koncentracji zarówno fosforu jak i wapnia w kielkach odmiany Kora. Analizując zawartość magnezu w kielkach badanych odmian gryki stwierdzono podobną tendencję jak w przypadku koncentracji fosforu i wapnia. Odmiana Kora reagowała wzrostem ilości magnezu na zaprawianie osobno: biostymulatorami lub zaprawami biologicznymi, natomiast odmiana Panda zaprawianiem połączonymi biostymulatorami z biopreparatami.



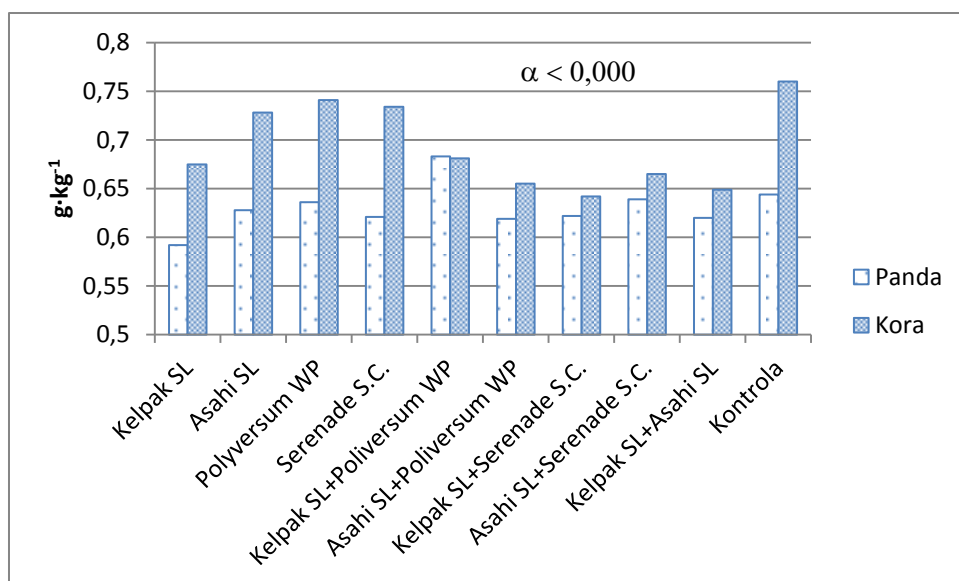
Rysunek 23. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość fosforu w kielkach dwóch odmian gryki



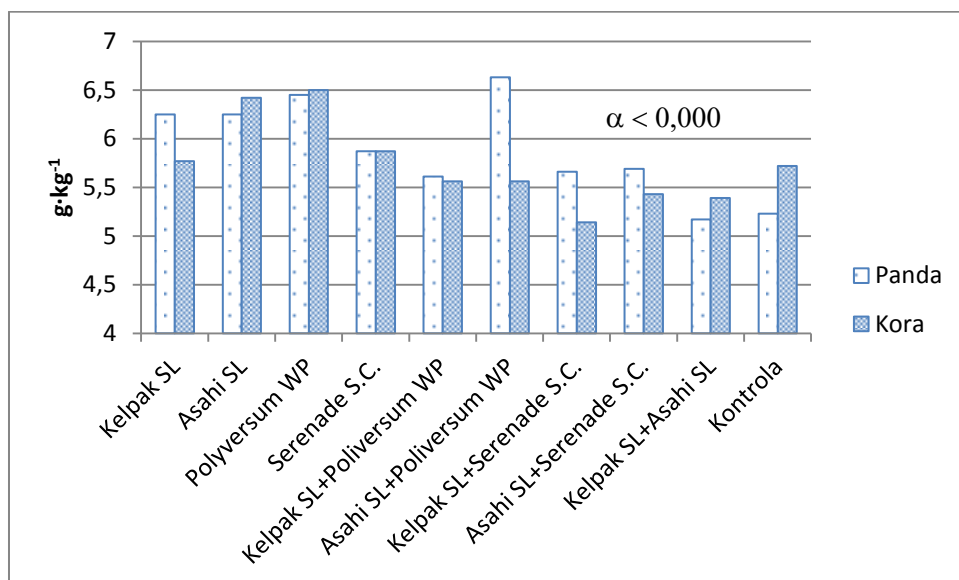
Rysunek 24. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość potasu w kielkach dwóch odmian gryki



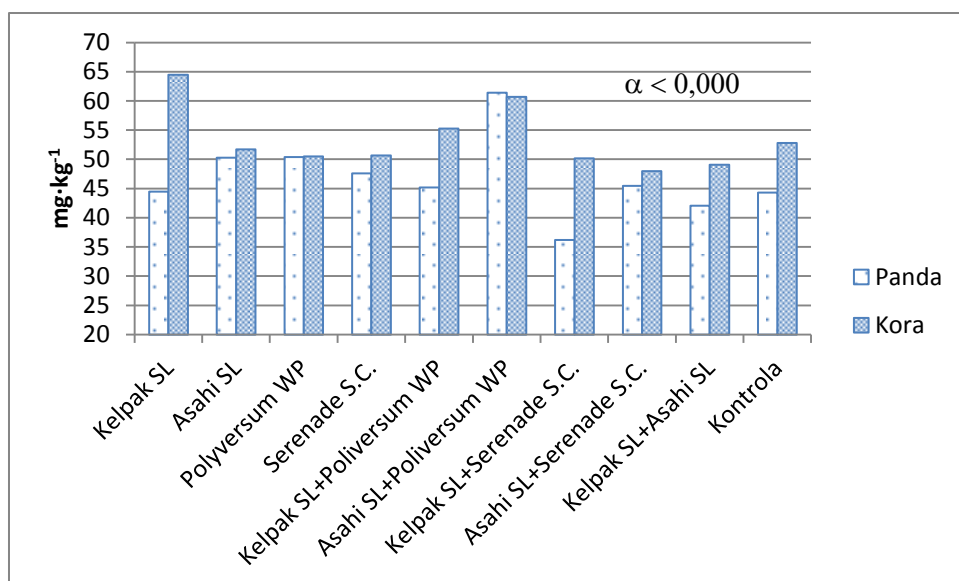
Rysunek 25. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość wapnia w kielkach dwóch odmian gryki



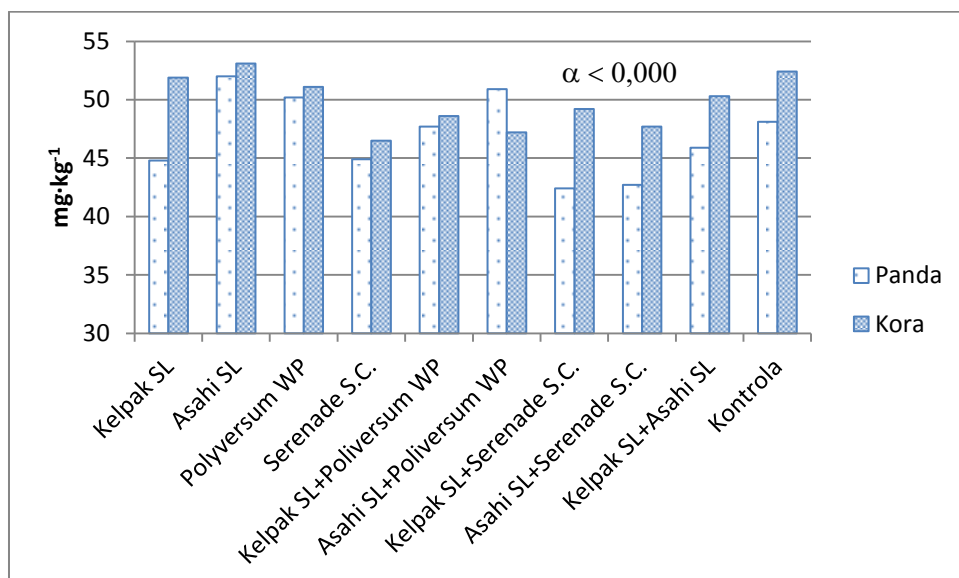
Rysunek 26. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość sodu w kielkach dwóch odmian gryki



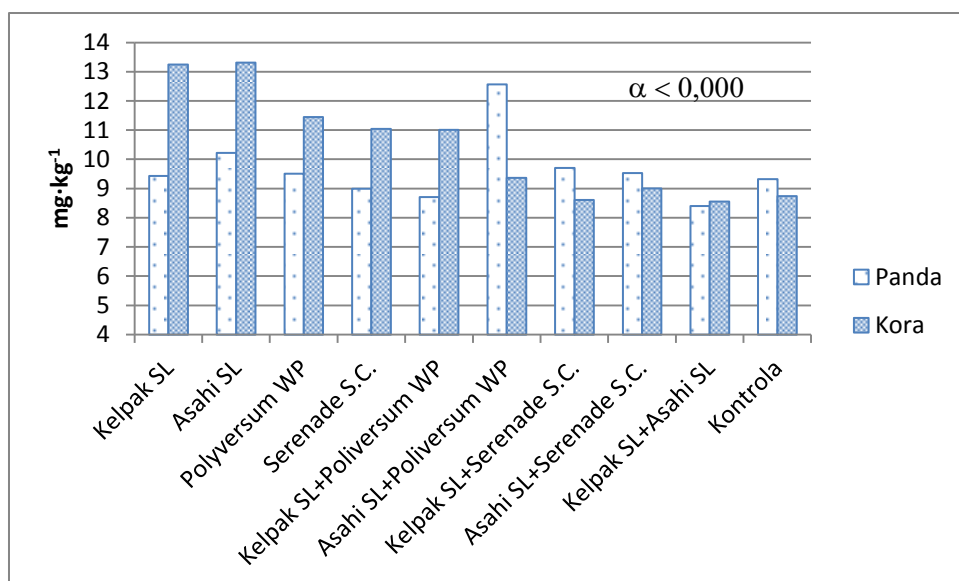
Rysunek 27. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość magnezu w kielkach dwóch odmian gryki



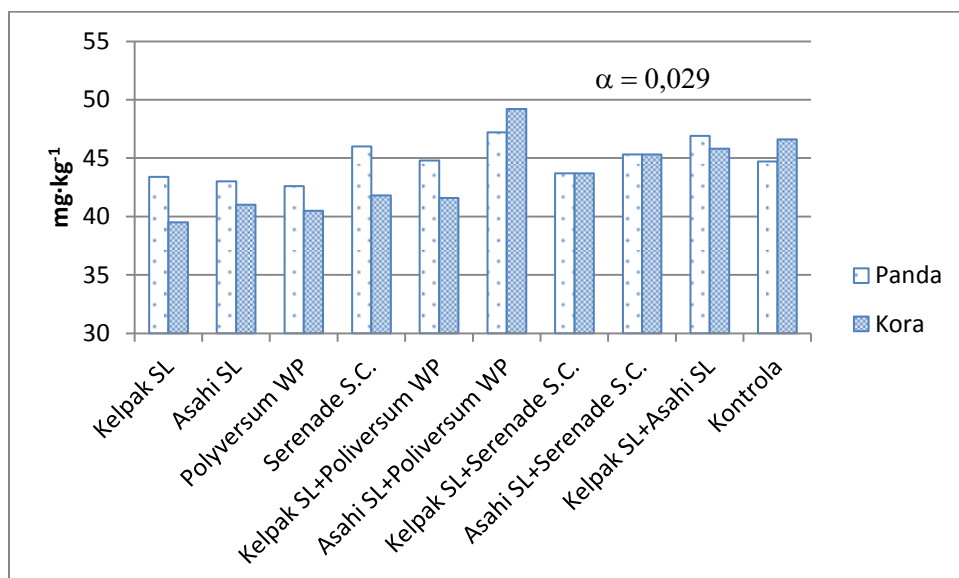
Rysunek 28. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość cynku w kielkach dwóch odmian gryki



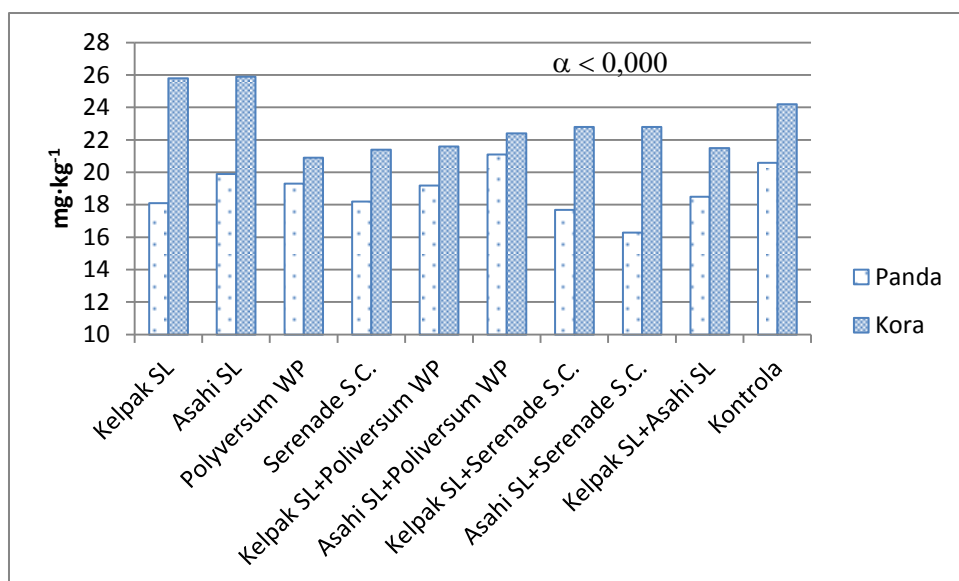
Rysunek 29. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość żelaza w kielkach dwóch odmian gryki



Rysunek 30. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość miedzi w kielkach dwóch odmian gryki



Rysunek 31. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość molibdenu w kielkach dwóch odmian gryki



Rysunek 32. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość manganu w kielkach dwóch odmian gryki

Uważa się że rozwój chorób cywilizacyjnych (miażdżyca, cukrzyca), nowotwory, a nawet przyspieszenie procesów starzenia się organizmu człowieka, w dużej mierze spowodowane są działaniem wolnych rodników. Powstają one w każdym żywym organizmie najczęściej jako produkty uboczne oddychania tlenowego powodując uszkodzenia błon komórkowych, białek i wielu organelli komórkowych.

Związki będące antyoksydantami występują w największej ilości w owocach i warzywach, również w zbożach, a zwłaszcza w kielkach roślinnych. Kielki gryki, jak wynika z wcześniejszych badań charakteryzują się niezwykle silnymi właściwościami neutralizującymi wolne rodniki. Stężenie antyoksydantów w roślinach w dużej mierze zależy od ich zdolności adaptacyjnych do czynników środowiska w czasie uprawy.

Użycie biostymulatorów, zapraw biologicznych, użyźniaczy glebowych, z pewnością mają wpływ na zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego, co będzie skutkowało lepszą zdrowotnością tak wyhodowanych roślin. Spożywanie produktów bogatych w przeciwutleniacze spowoduje uzyskanie lepszej ochrony przed procesami wolnorodnikowymi i bezpośrednio może przełożyć się na korzystny wpływ na zdrowie człowieka.

Współczesne rolnictwo, nowe metody hodowli roślin oparte o wyniki badań dotyczących wpływu różnych czynników na jakość i nowe właściwości uzyskanych produktów, może przyczynić się do polepszenia stanu zdrowia wielu populacji.

Potencjał antyoksydacyjny mierzony metodą FRAP w 4 i 60 minucie od zapoczątkowania reakcji. Badanie właściwości antyoksydacyjnych (metoda FRAP) polega na redukcji jonów Fe^{+3} do formy Fe^{+2} , które są kompleksowane przez TPTZ (2,4,6-tris(2-pyridylo)-1,3,5-triazyna) z wytworzeniem intensywnego niebieskiego zabarwienia o maksimum przy długości fali $\lambda = 593$ nm. Intensywność barwy jest wprost proporcjonalna do zdolności antyoksydacyjnej próbki. Potencjał antyoksydacyjny mierzono metodą FRAP w 4 i 60 minucie od zapoczątkowania reakcji.

Potencjał antyoksydacyjny mierzony metodą DPPH. W tej metodzie wykorzystuje się rodnik DPPH, który rozpuszczony w alkoholu wykazuje purpurową barwę, podczas reakcji z antyutleniaczem kiedy następuje wychwyt elektronów, zmienia barwę na żółtą, zmianę zabarwienia określa się metodą spektrofotometryczną. Aktywność antyoksydacyjna określona jest przez wartość parametru IC 50, który oznacza takie stężenie antyoksydantu, które powodujące zmniejszenie początkowego stężenia rodnika DPPH o 50%. Zawartość przeciwutleniaczy wyraża się jako równoważnik Troloxu lub witaminy C (kwasu askorbinowego). Wyniki oznaczono po godzinnej (60 minut) inkubacji ekstraktu z liści gryki z rodnikiem DPPH.

Oznaczanie zdolności antyoksydacyjnej składników rozpuszczalnych w wodzie (ACW), oraz składników rozpuszczalnych w tłuszczach (ACL) metodą PCL. Metoda fotochemiluminescencji (PCL) cechuje się wysoką czułością, może więc być wykorzystywana do oznaczeń właściwości antyoksydacyjnych zarówno produktów bogatych, jak i mniej zasobnych w składniki wykazujące działanie przeciwutleniające. Metoda ta jest wykorzystywana do zbadania aktywności antyoksydacyjnej zarówno frakcji hydrofilowej jak i lipofilowej w próbkach roślinnych. Ocenę aktywności przeciwrodnikowej przeprowadza się względem anionorodnika ponadtlenkowego metodą fotochemiluminescencji przy użyciu aparatu Photochem.

Aktywność antyoksydacyjna (aa) kiełków gryki (Rysunek 33 – Rysunek 36) mierzona metodą FRAP, została wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Kora i Panda). Kiełki wyrosłe z orzeszków gryki odmiany Kora charakteryzowały się większą aktywnością antyoksydacyjną niż kiełki wyhodowane z orzeszków gryki odmiany Panda. Największy wpływ na zwiększenie aktywności antyoksydacyjnej miało równoczesne zastosowanie biostymulatora Kelpak SL wraz z zaprawą biologiczną Poliversum WP. W odniesieniu do wartości kontrolnej różnica wykazywała cechy istotności statystycznej. Znaczący wpływ na aa kiełków gryki spowodowało również zastosowanie zaprawy biologicznej Polyversum WP. Najmniejszy wpływ, a wręcz wyraźne zmniejszenie właściwości antyoksydacyjnych kiełków gryki spowodowało zastosowanie biostymulatora Kelpak SL (Rysunek 35).

Badając wpływ poszczególnych czynników w czasie wzrostu kiełków gryki dwóch jej odmian, stwierdzono, że większości kombinacji odmiana Kora wykazywała silniejsze właściwości przeciwwolnorodnikowe, z wyjątkiem zastosowania Serenade SC i połączenia dwóch czynników Kelpak SL+Serenade SC oraz Kelpak SL+Asahi SL (Rysunek 36).

Mierząc aktywność antyoksydacyjną metodą FRAP po 60 minutach od zapoczątkowania reakcji redox, zaobserwowano takie same zależności jak uzyskane w 4 minucie pomiaru w tej samej metodzie oznaczania (Rysunek 33, Rysunek 34).

Uzyskane wyniki badań wskazują jednoznacznie, że zastosowanie różnych wariantów zapraw, użyźniaczy gleby oraz biostymulatorów może pomóc w uzyskaniu kiełków o wysoki potencjale antyoksydacyjnym, które odpowiednio uprawiane mogą być wykorzystane w żywieniu ludzi, jako "nowe warzywo" i będą mogły być wykorzystane jako tzw. żywność funkcjonalna.

Badając aktywność antyoksydacyjną metodą DPPH kiełków uzyskanych z hodowli, gdzie zastosowano różną kombinację biostymulatorów, biopreparatów można stwierdzić, że

zastosowanie Kelpaku SL wraz z Serenade SC spowodowało drastyczne obniżenie zdolności antyoksydacyjnych przez kielki wyhodowane z obu odmian gryki. W wariantach hodowli, gdzie zastosowano Serenade SC obserwuje się obniżenie właściwości antyoksydacyjnych kielków gryki. Ponadto zastosowanie zaprawy biologicznej Serenade SC powodowało to, że kielki odmiany gryki Panda wykazywały większą aktywność antyoksydacyjną niż kielki gryki odmiany Kora (Rysunek 39, Rysunek 40).

Aktywność antyoksydacyjna frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie, zawartych w kielkach gryki została zwiększona ponad poziom kontroli przez zastosowanie kombinacji Kelpak SL+ Polyversum WP, podobny wpływ zaobserwowano analizując potencjał antyoksydacyjny ogółem, co świadczy o tym, że kielki gryki zawierają w głównej mierze antyoksydanty z frakcji hydrofilowej (Rysunek 41). Największy wpływ na obniżenie potencjału antyoksydacyjnego tej frakcji w stosunku do wartości uzyskanej dla grupy kontrolnej, miało zastosowanie biostymulatora Kelpak SL. Ten biostymulator oraz Asahi w sposób szczególny wpływał na zmniejszenie aktywności antyoksydacyjnej związków frakcji hydrofilowej dla kielków odmiany Panda, pomimo uzyskanej zupełnie odmiennej zależności dla grupy kontrolnej (Rysunek 42).

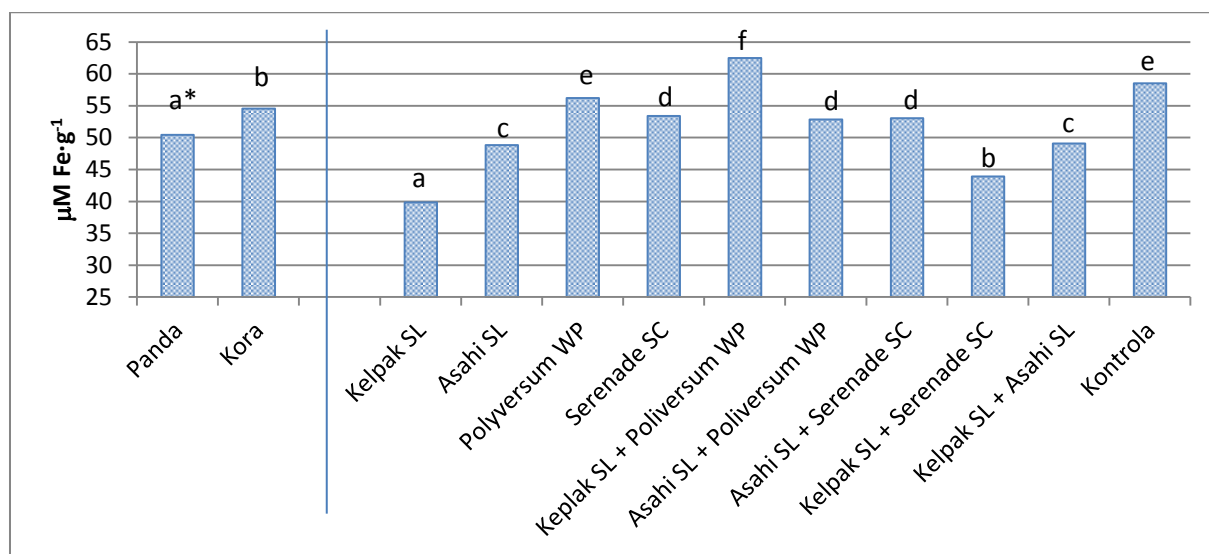
Aktywność przeciwutleniająca frakcji związków rozpuszczalnych w tłuszczach zawartych w kielkach gryki była zróżnicowana w zależności od zastosowanego czynnika wzrostu. W przypadku związków o charakterze lipofilowym największy wpływ na zmniejszenie ich aa miało zastosowanie zaprawy biologicznej Serenade SC, natomiast użycie Kelpaka SL wraz z Poliversum WP, po raz kolejny wpłynęło na zwiększenie aktywności antyoksydacyjnej kielków gryki, niezależnie czy ocenianej ogólnie, czy uwzględniając charakter związków wykazujących takie właściwości (Rysunek 43, Rysunek 44)

W licznych badaniach zauważa się ścisłą korelację pomiędzy całkowitą zawartością związków o charakterze polifenoli a aktywnością przeciwutleniającą wielu produktów. W przypadku badanych kielków stwierdzono podobną zależność, na całkowita zawartość związków o budowie polifenoli w kielkach gryki niezależnie od odmiany wpływało zastosowanie kombinacji czynników Kelpak SL + Poliversum WP. W przypadku obu odmian kielków gryki czynniki te wpływały na podwyższenie całkowitej ilości polifenoli ponad poziom obserwowany dla hodowli kontrolnej. Zastosowanie zaś Kelpaku SL spowodowało mniejszą biosyntezę polifenoli w kielkach gryki, zwłaszcza dla odmiany Panda. Zastosowanie Kelpaku wraz z Serenade SC spowodowało znaczący spadek zawartości polifenoli w kielkach gryki odmiany Kora, natomiast zastosowanie Ashasi SL w przypadku hodowli kielków gryki

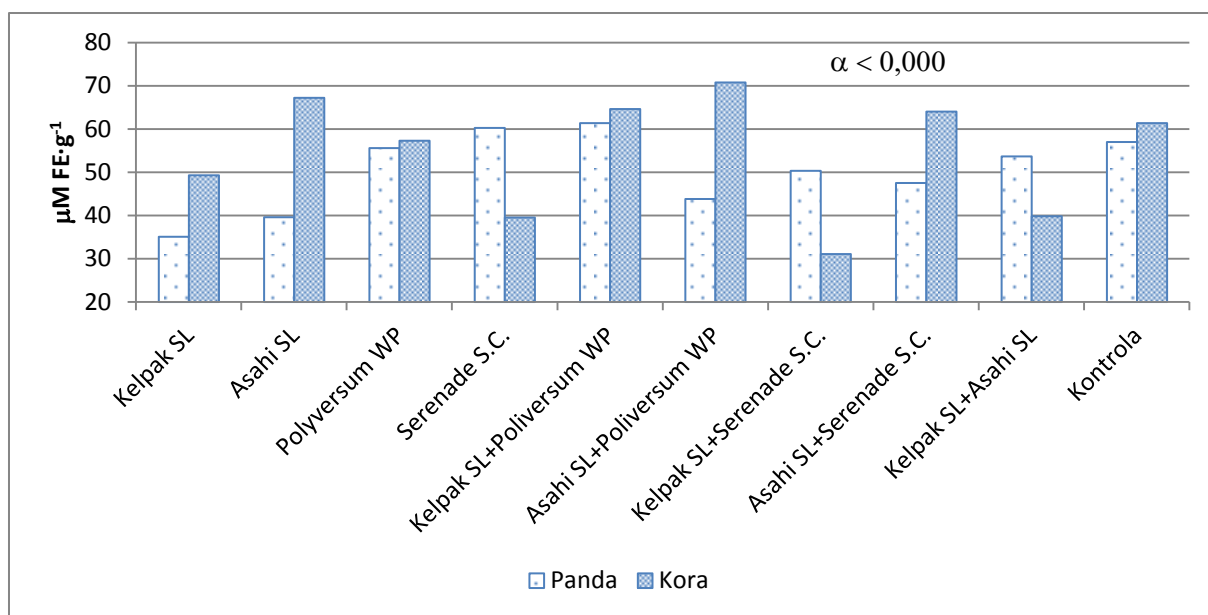
zwiększyło całkowitą zawartość związków polifenolowych do poziomu wyższego niż zanotowano dla grupy kontrolnej (Rysunek 37, Rysunek 38)

Kielki gryki są niskokaloryczne, a zarazem bogate w składniki odżywcze, podczas stosowania zapraw biologicznych w kielkach następuje zwiększenie zawartości rutozydu i niektórych kwasów organicznych. Kombinacja Asahi SL+ Polyversum WP oraz Kelpak SL i Asahi SL wydają się mieć największy wpływ na zróżnicowanie ilości rutozydu i kwasów organicznych w rosnących kielkach. (Rysunek 45, Rysunek 46). Serenade S.C. wpływała na znaczne zwiększenie stężenia kwasu szczawiowego w kielkach gryki. Biostymulator Asahi SL w każdym przypadku wpływał na zmniejszenie wytwarzania badanych kwasów organicznych w hodowanych kielkach gryki (Rysunek 53 – Rysunek 60).

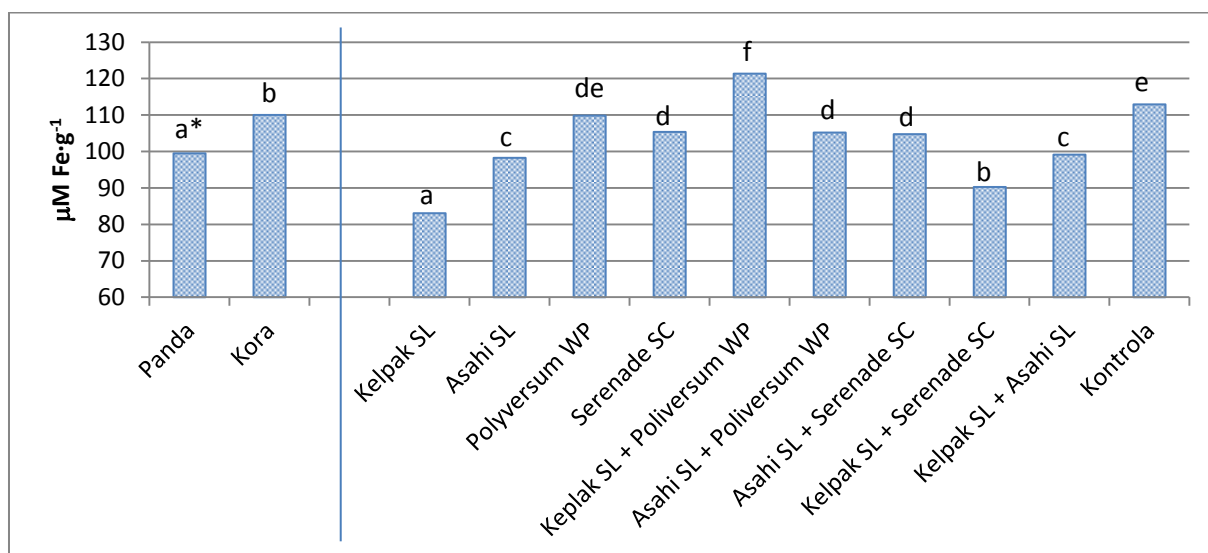
Kielki gryki w porównaniu do kielków innych roślin wykazują się bardzo silną aktywnością antyoksydacyjną, a przez odpowiednią hodowlę oraz zastosowanie biostymulatorów czy użyźniaczy można jeszcze wpłynąć na zwiększenie ich potencjału przeciwutleniającego i zawartość związków polifenolowych.



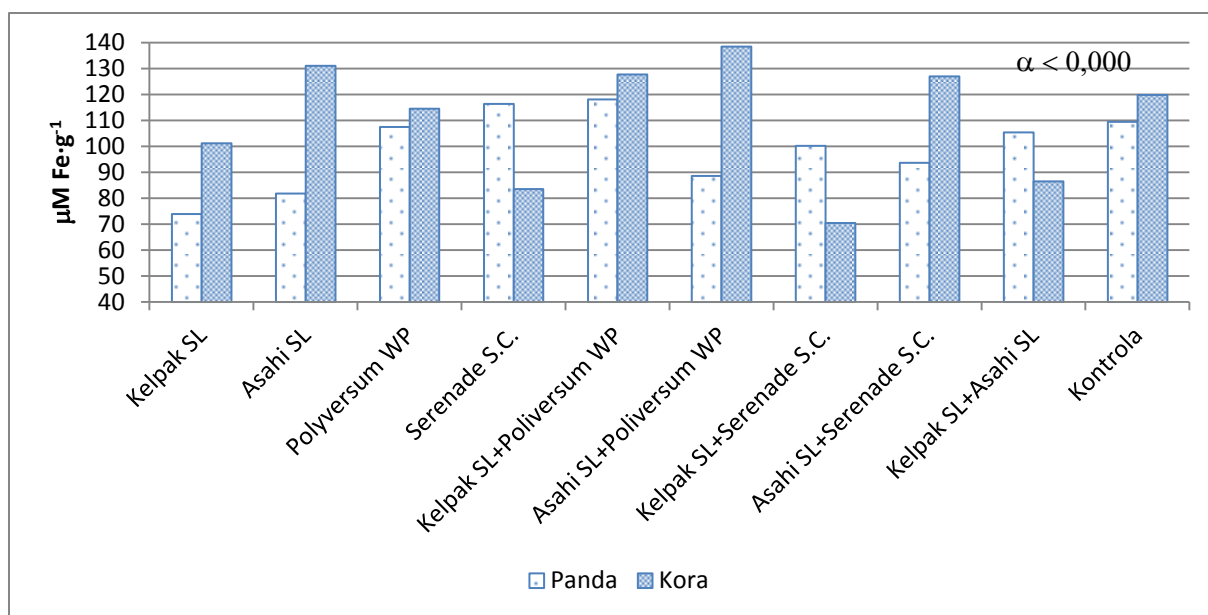
Rysunek 33. Aktywność antyoksydacyjna zbadana metodą FRAP 4 (po czterech minutach) wykonana niezależnie dla kielków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kielków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). * – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)



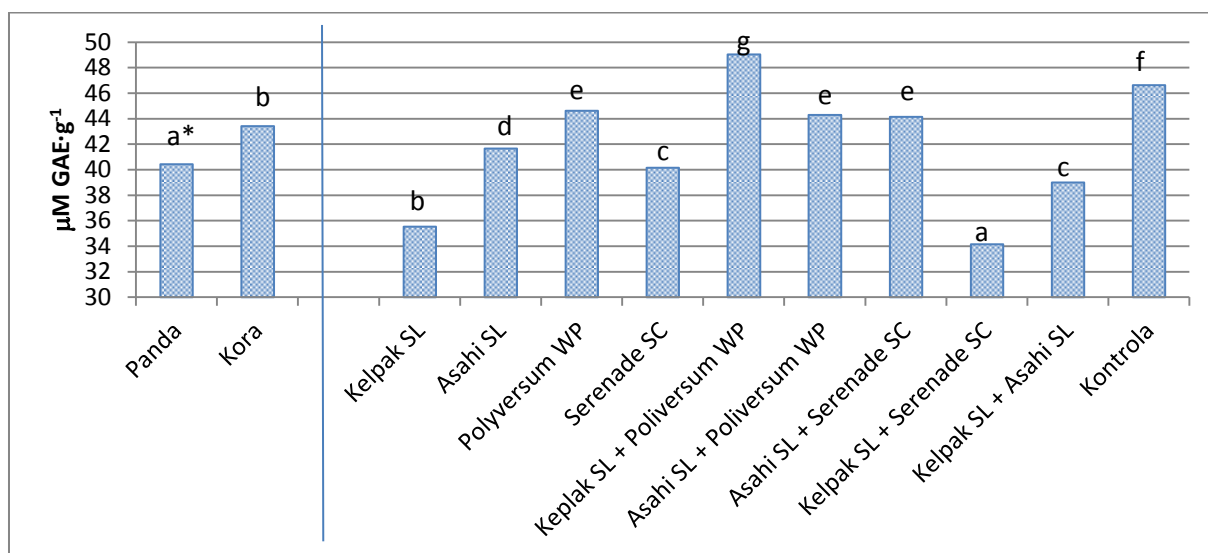
Rysunek 34. Aktywność antyoksydacyjna zbadana metodą FRAP 4 (po czterech minutach) kiełków dwóch odmian gryki w zależności od zastosowanej kombinacji biostymulatorów i biopreparatów



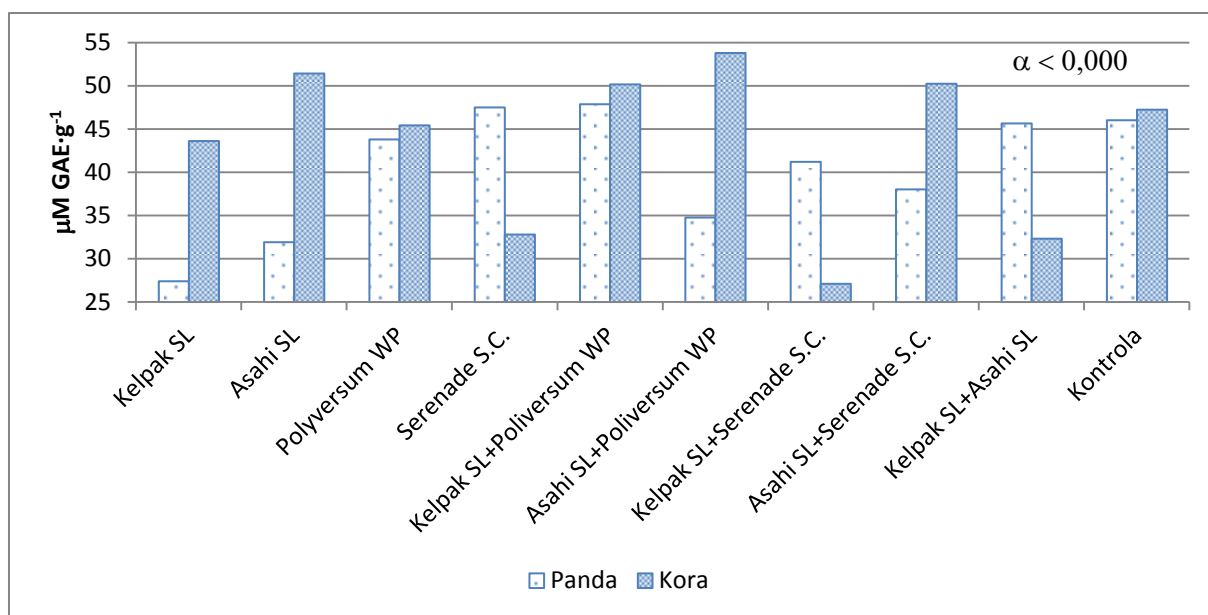
Rysunek 35. Aktywność antyoksydacyjna zbadana metodą FRAP 60 (po 60 minutach) wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). * – średnie obiektywne w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)



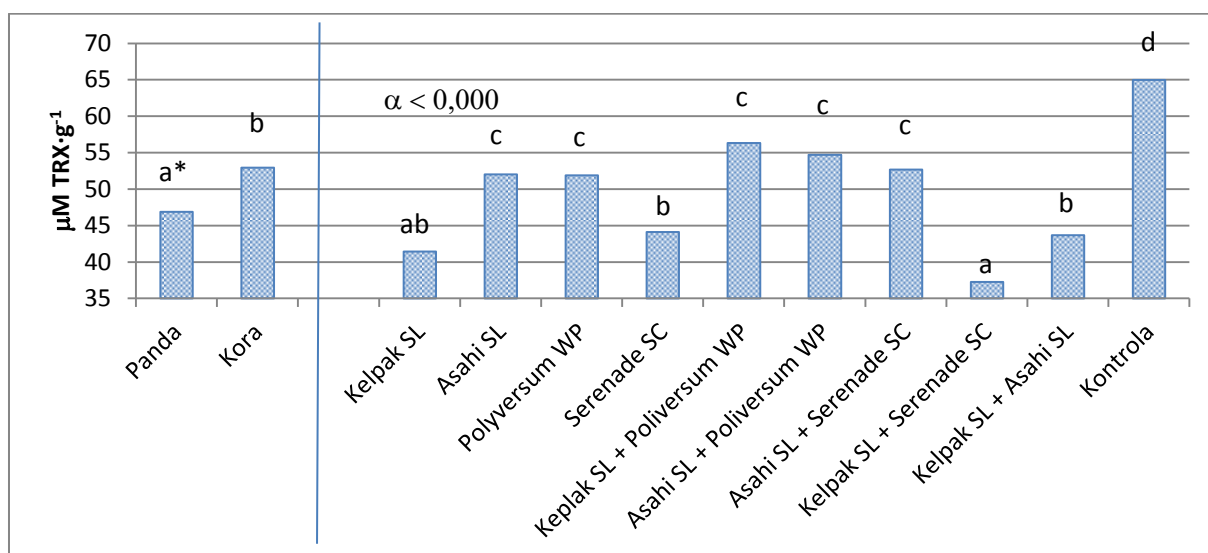
Rysunek 36. Aktywność antyoksydacyjna zbadana metodą FRAP 60 (po 60 minutach) kiełków dwóch odmian gryki w zależności od zastosowanej kombinacji biostymulatorów i biopreparatów



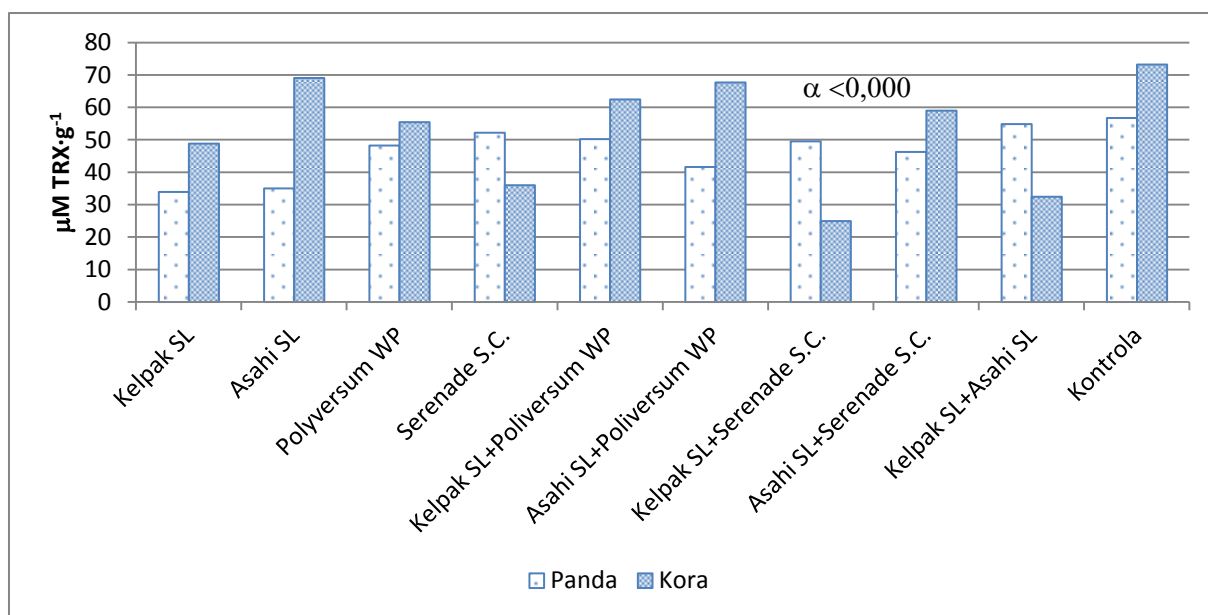
Rysunek 37. Analiza całkowitej zawartości związków fenolowych wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). * – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)



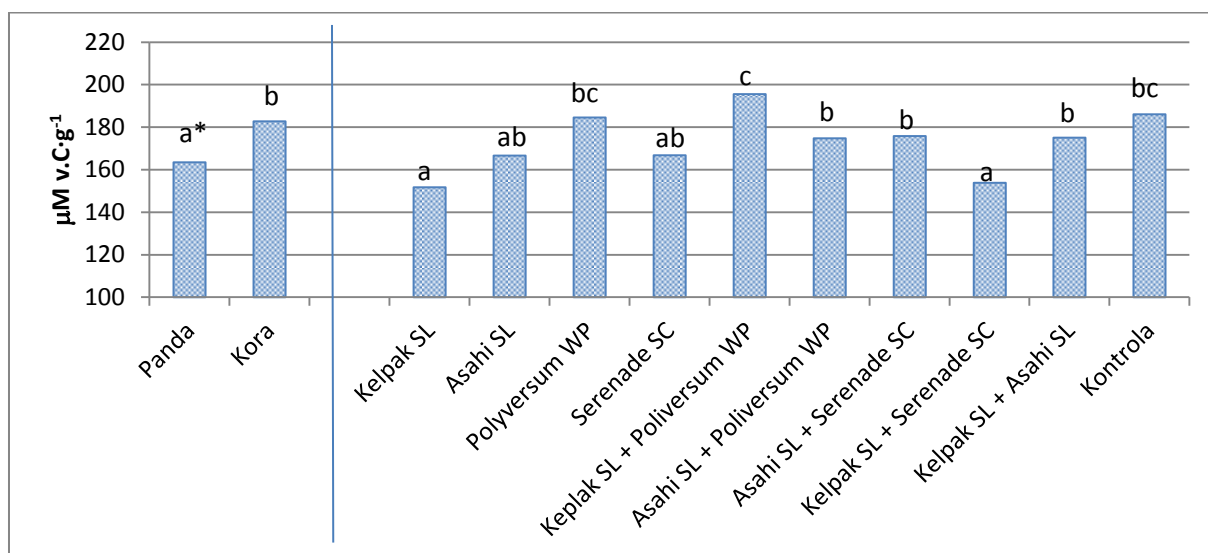
Rysunek 38. Całkowita zawartość związków fenolowych w kiełkach dwóch odmian gryki w zależności od zastosowanej kombinacji biostymulatorów i biopreparatów



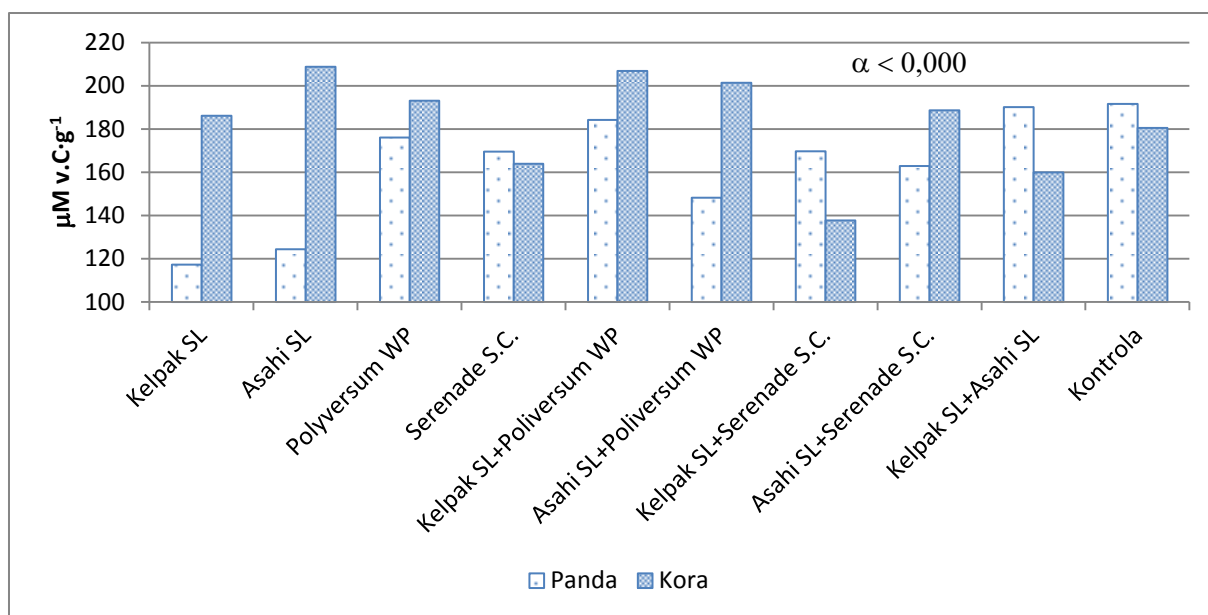
Rysunek 39. Aktywność antyoksydacyjna zbadana metodą DPPH 60 (po 60 minutach) wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). * – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)



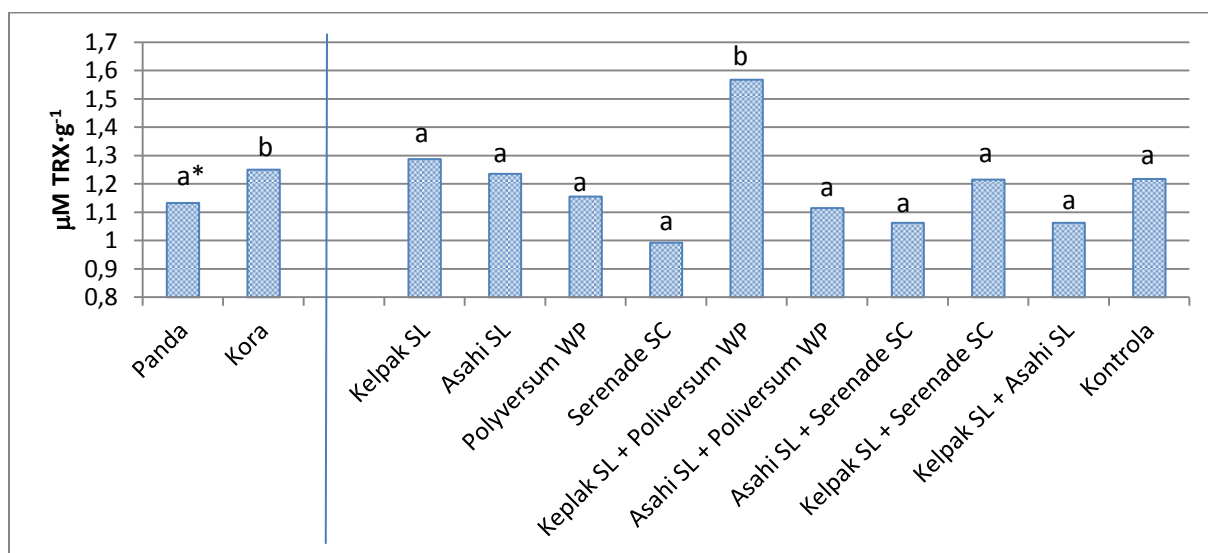
Rysunek 40. Aktywność antyoksydacyjna zbadana metodą DPPH 60 (po 60 minutach) kiełków dwóch odmian gryki w zależności od zastosowanej kombinacji biostymulatorów i biopreparatów



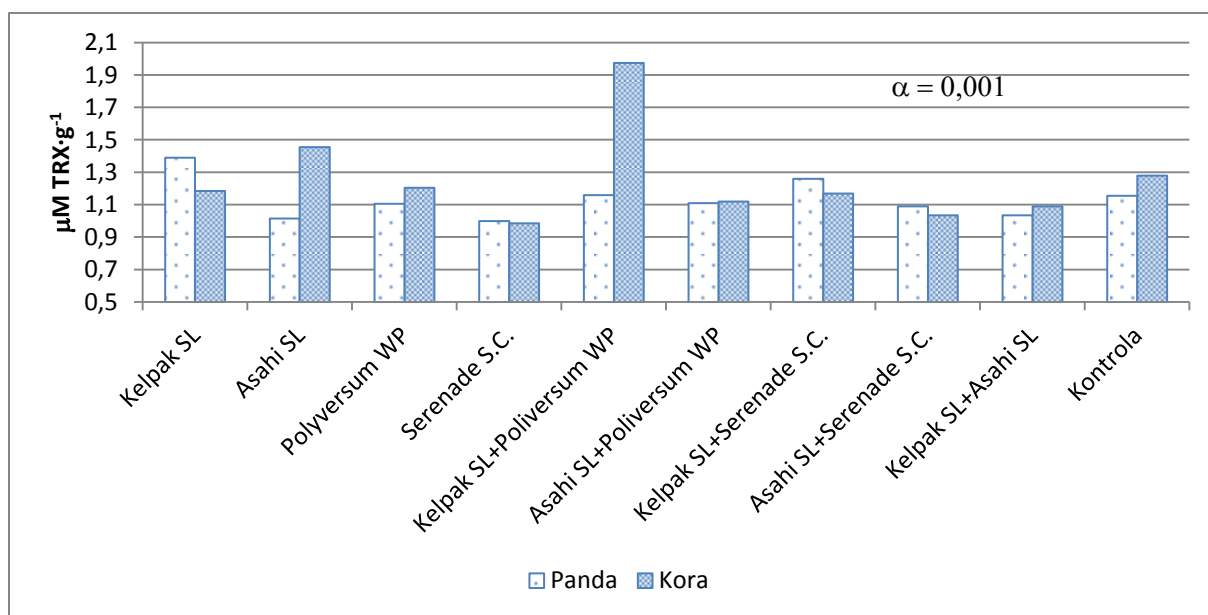
Rysunek 41. Aktywność antyoksydacyjna frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie (ACW) wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). * – średnie obiektowe w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)



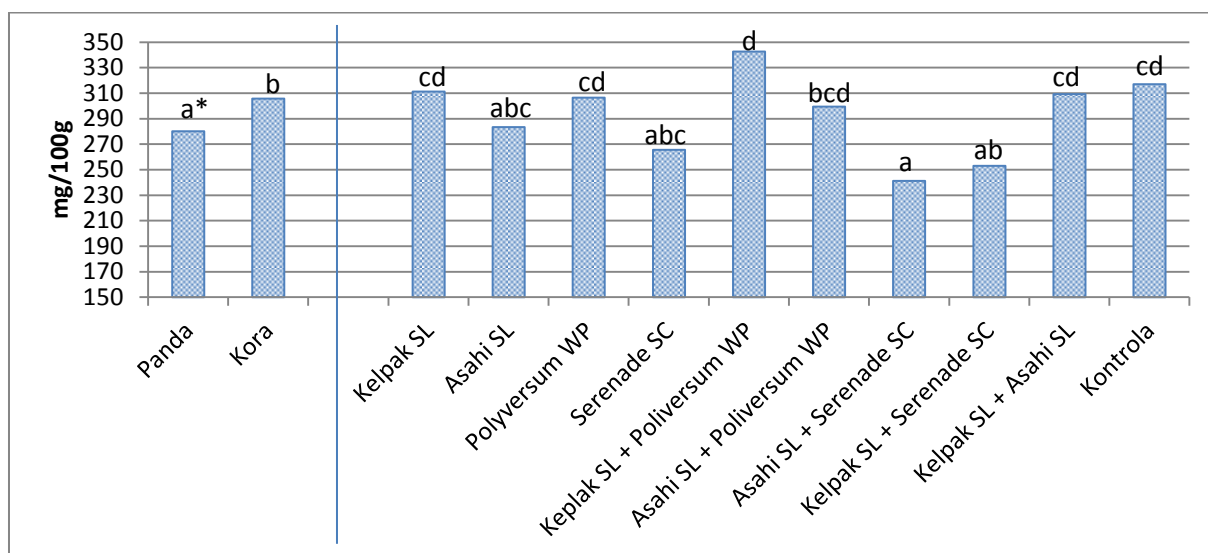
Rysunek 42. Aktywność antyoksydacyjna frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie (ACW) w kiełkach dwóch odmian gryki w zależności od zastosowanej kombinacji biostymulatorów i biopreparatów



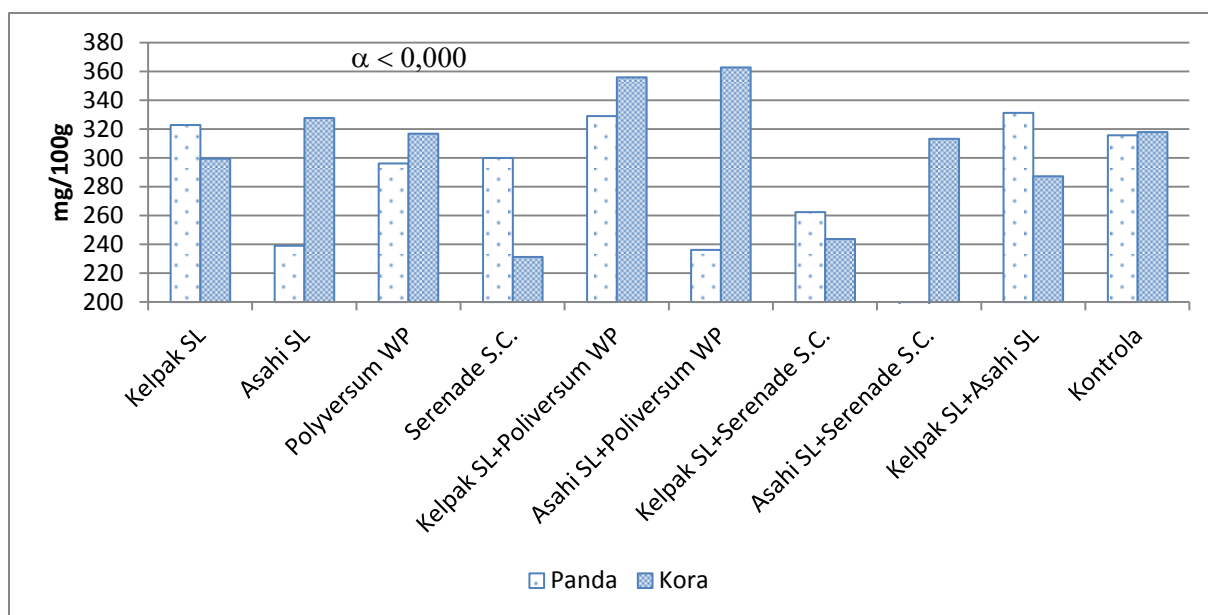
Rysunek 43. Aktywność antyoksydacyjna frakcji związków rozpuszczalnych w tłuszczach (ACL) wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). * – średnie obiektywne w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)



Rysunek 44. Aktywność antyoksydacyjna frakcji związków rozpuszczalnych w tłuszczach (ACL) w kiełkach dwóch odmian gryki w zależności od zastosowanej kombinacji biostymulatorów i biopreparatów

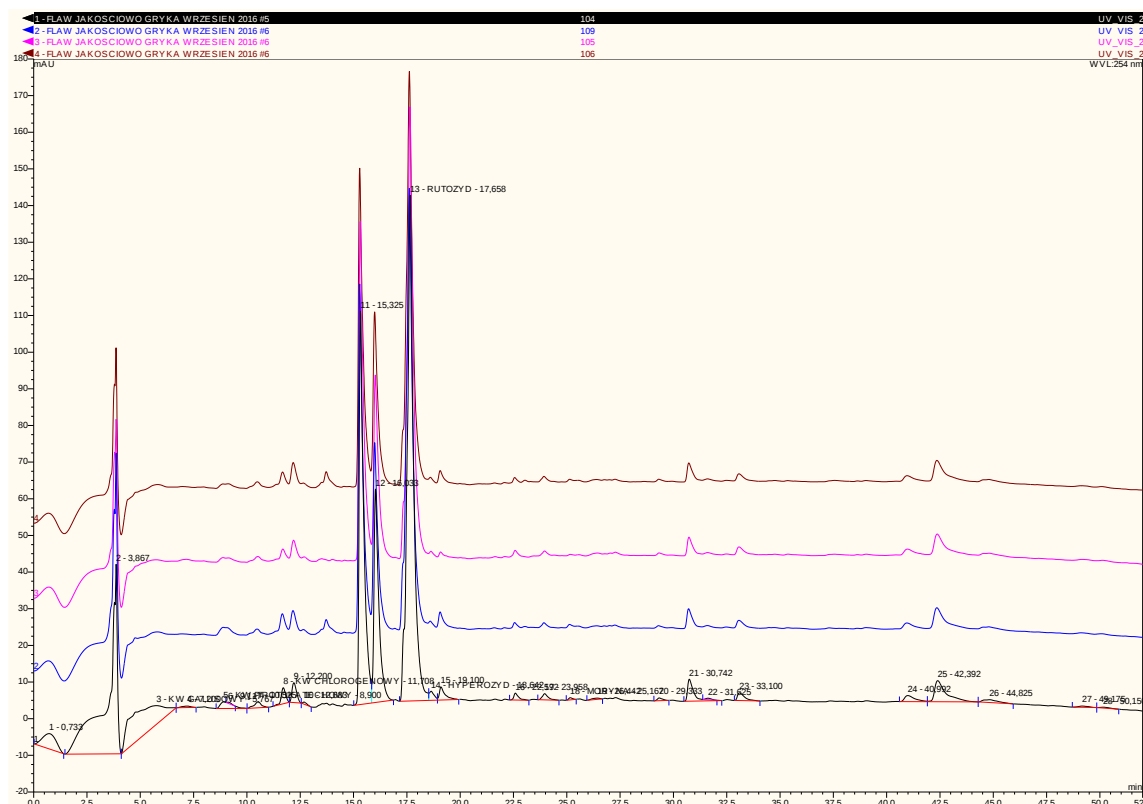


Rysunek 45. Analiza zawartości rutozydu wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). * – średnie obiektywne w obrębie czynnika badawczego oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny ($\alpha=0,05$)

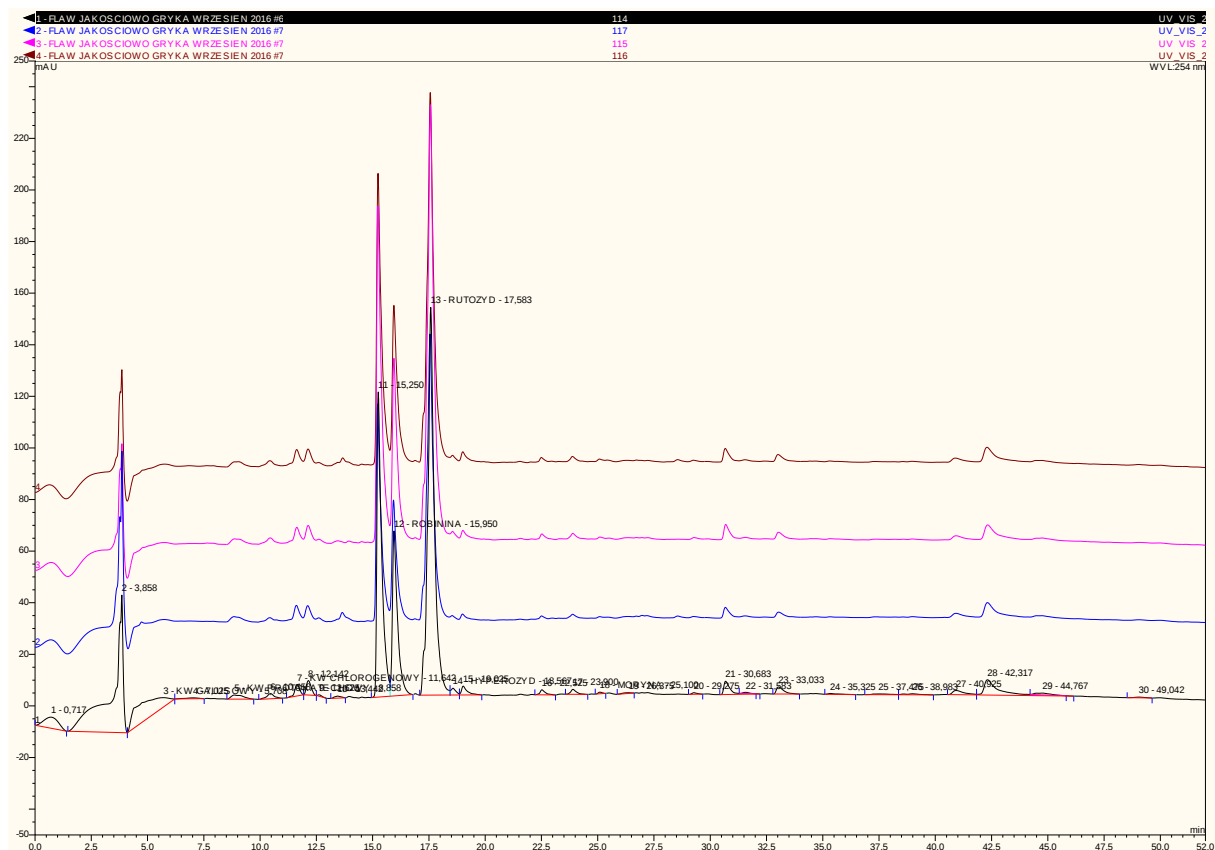


Rysunek 46. Kształtowanie się zawartości rutozydu w kielkach dwóch odmian gryki w zależności od zastosowanej kombinacji biostymulatorów i biopreparatów

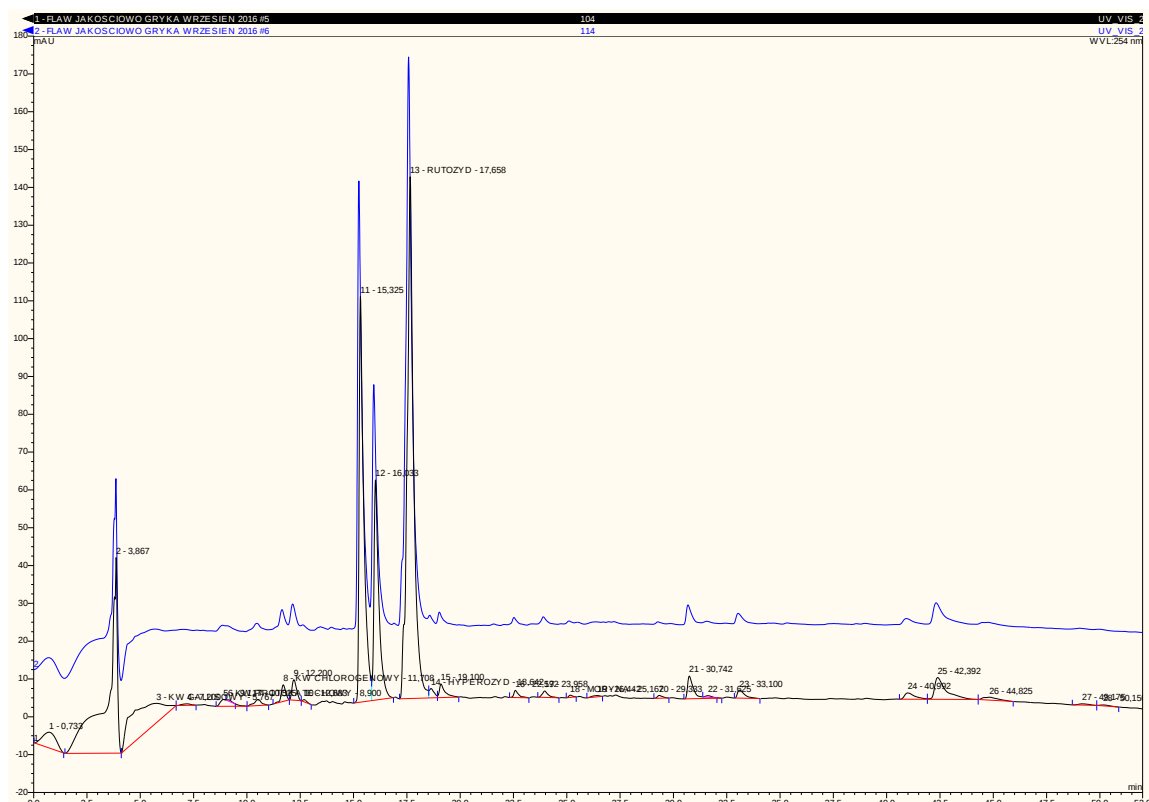
Na rysunkach poniżej (Rysunek 47 – Rysunek 52) przedstawiono zróżnicowanie składu chemicznego (szczególnie zawartości rutozydu) kielków dwóch odmian gryki zaprawianych różnymi kombinacjami biostymulatorów i biopreparatów.



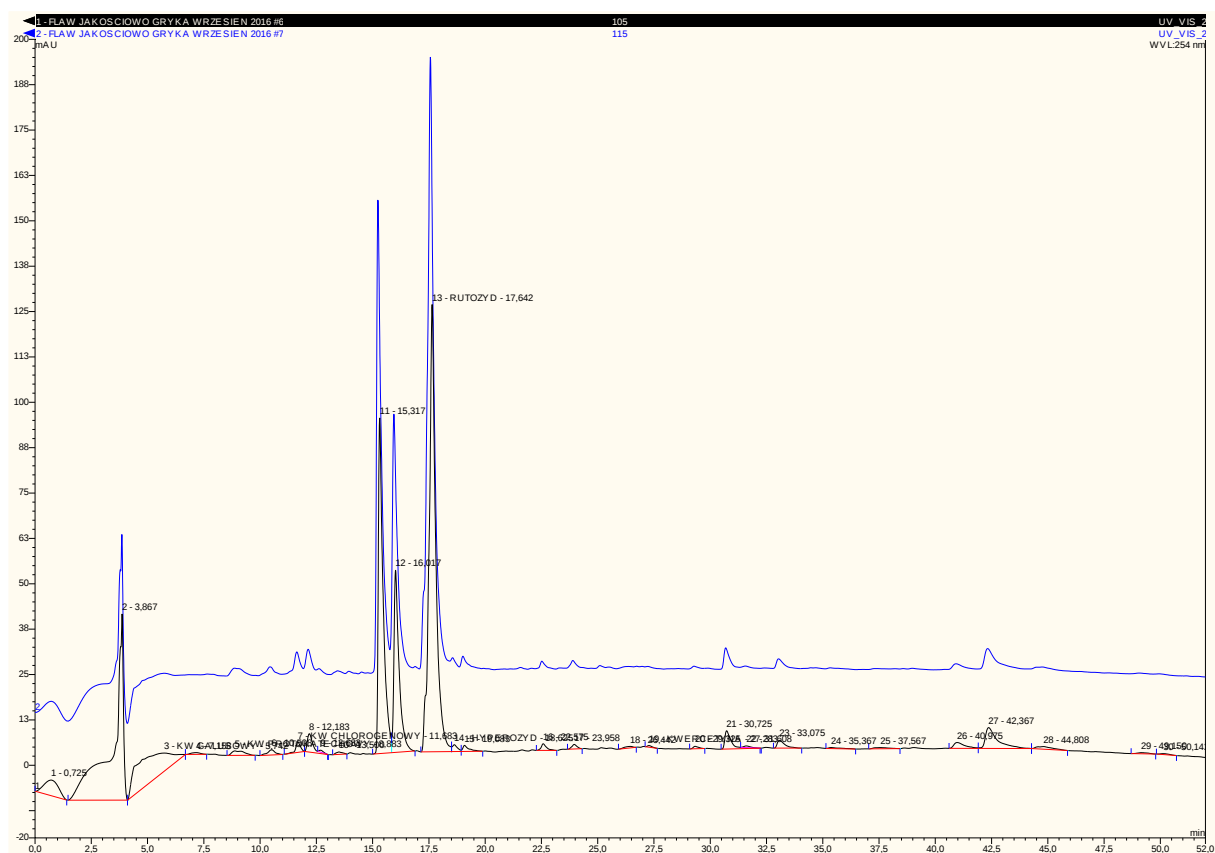
Rysunek 47. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z kielków gryki odmiany Panda, traktowanych Kelpak/Polyversum (czarny), Kelpak/Serenade (niebieski), Asahi/Polyversum (czerwony) i Asahi/Serenade (brązowy)



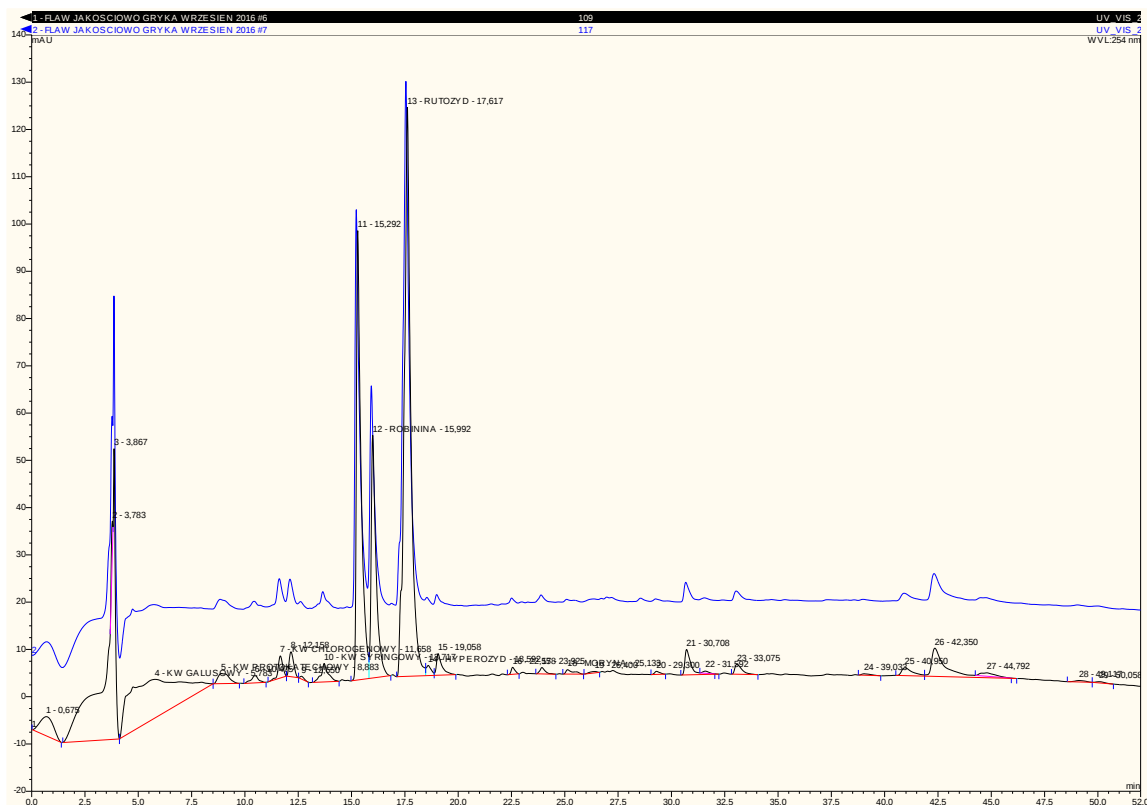
Rysunek 48. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z kiełków gryki odmiany Kora, traktowanych Kelpak/Polyversum (czarny), Kelpak/Serenade (niebieski), Asahi/Polyversum (czerwony) i Asahi/Serenade (brązowy)



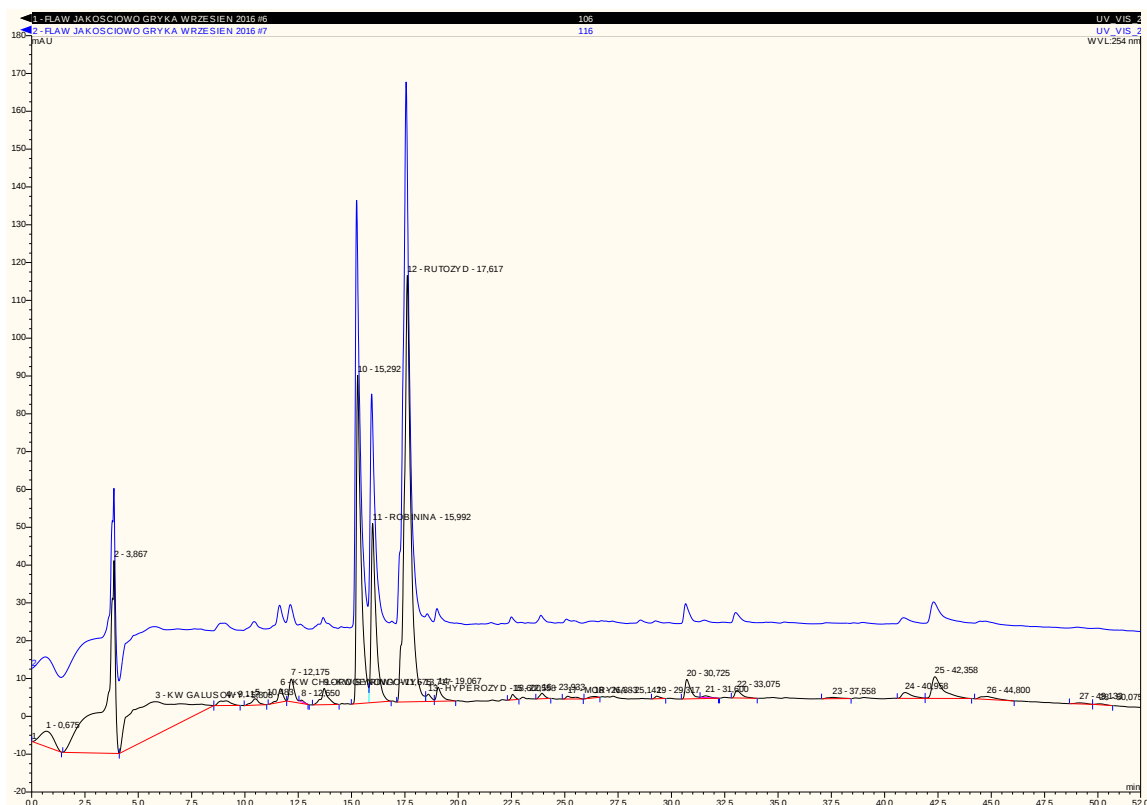
Rysunek 49. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z kielków gryki odmiany Panda (czarny) oraz Kora (niebieski), traktowanych Kelpak/Polyversum



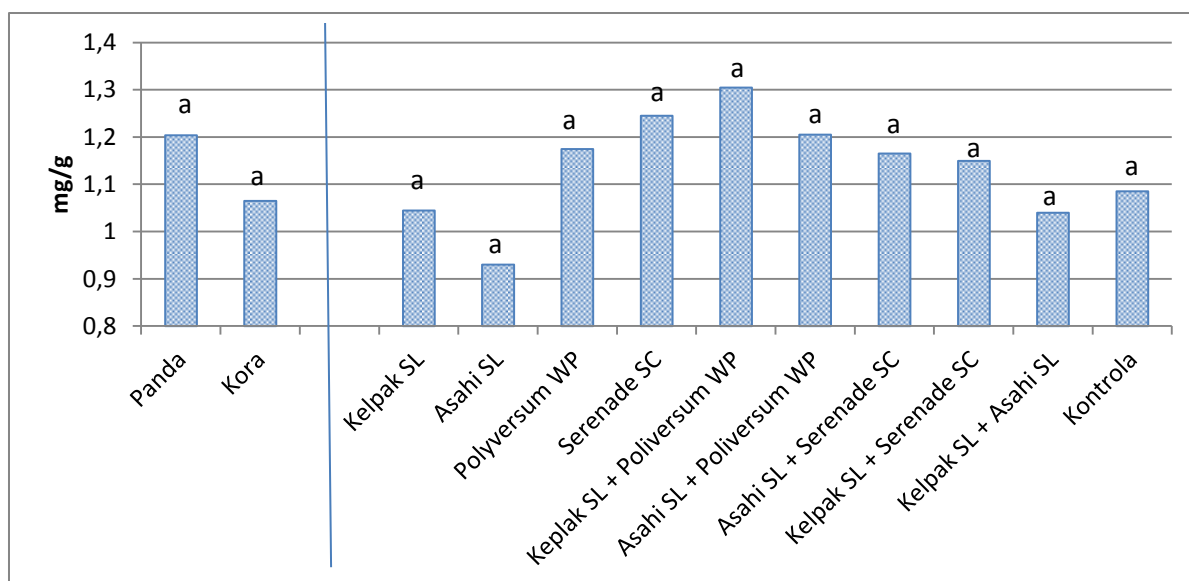
Rysunek 50. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z kielków gryki odmiany Panda (czarny) oraz Kora (niebieski), traktowanych Asahi/Polyversum



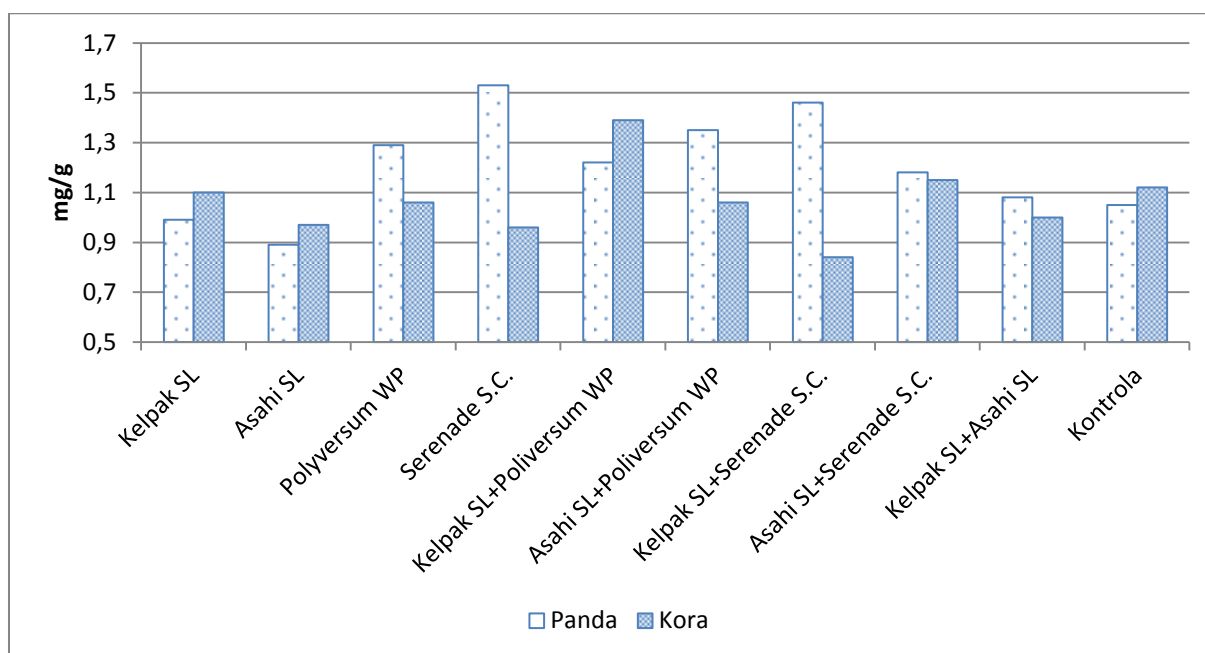
Rysunek 51. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z kielków gryki odmiany Panda (czarny) oraz Kora (niebieski), traktowanych Kelpak/Serenade



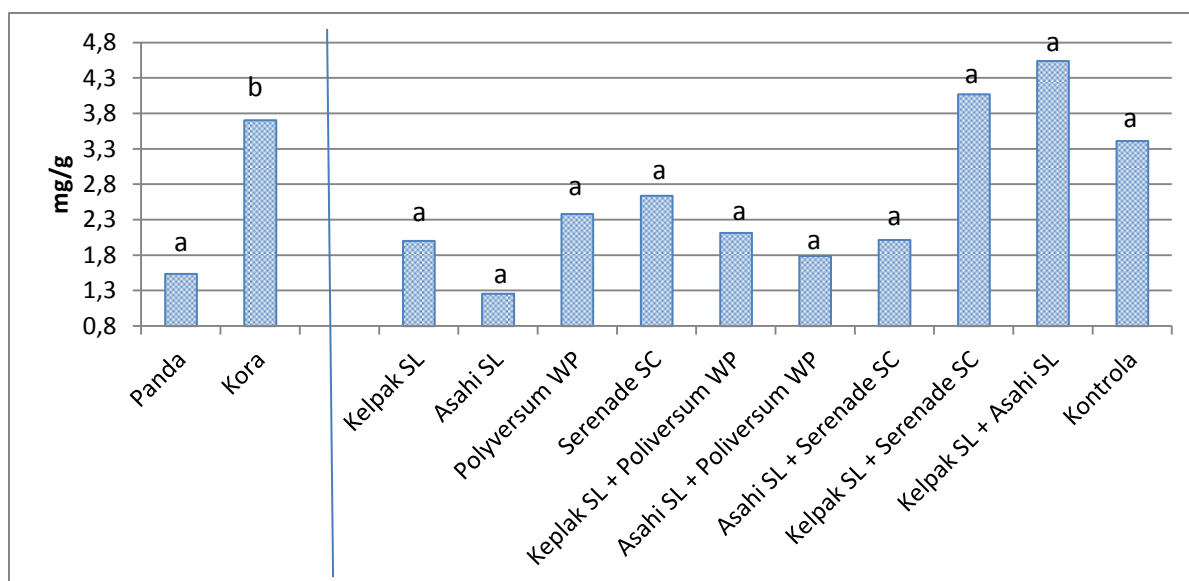
Rysunek 52. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z kielków gryki odmiany Panda (czarny) oraz Kora (niebieski), traktowanych Asahi/Serenade



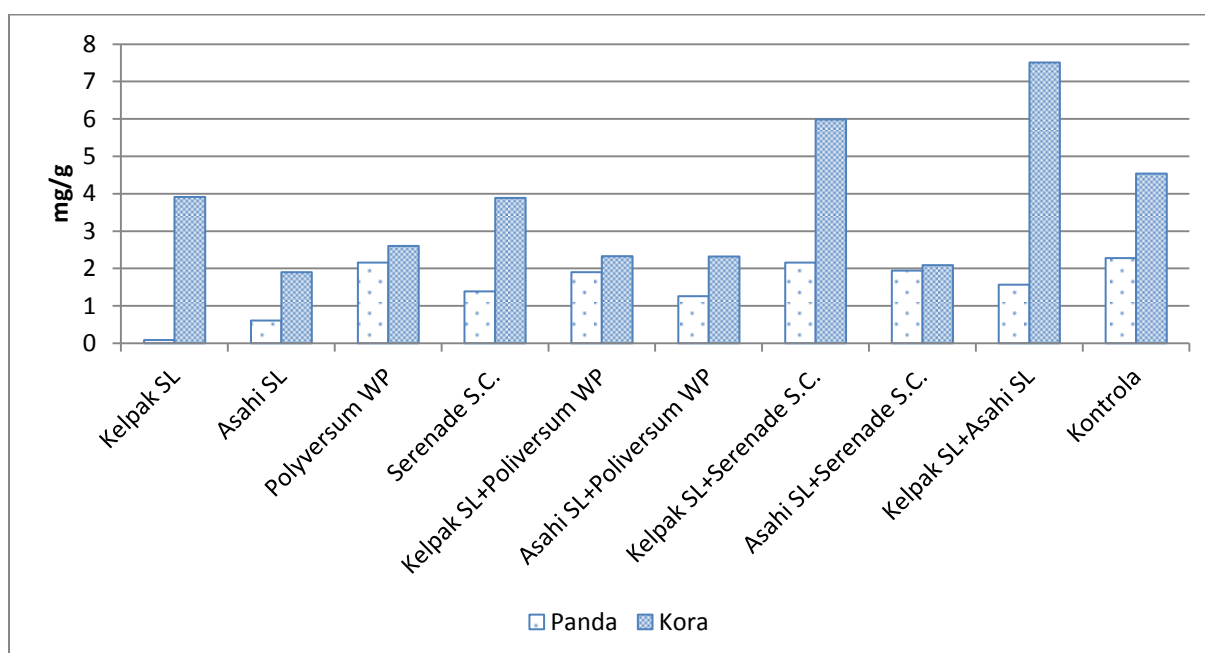
Rysunek 53. Analiza zawartości kwasu szczawiowego wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade)



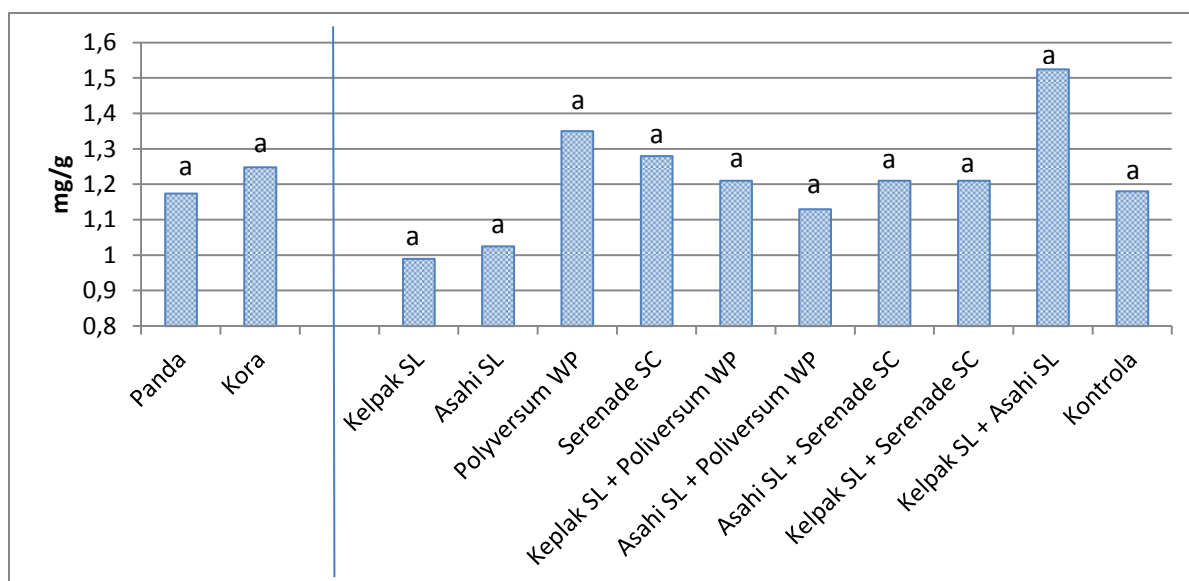
Rysunek 54. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość kwasu szczawiowego w kiełkach dwóch odmian gryki



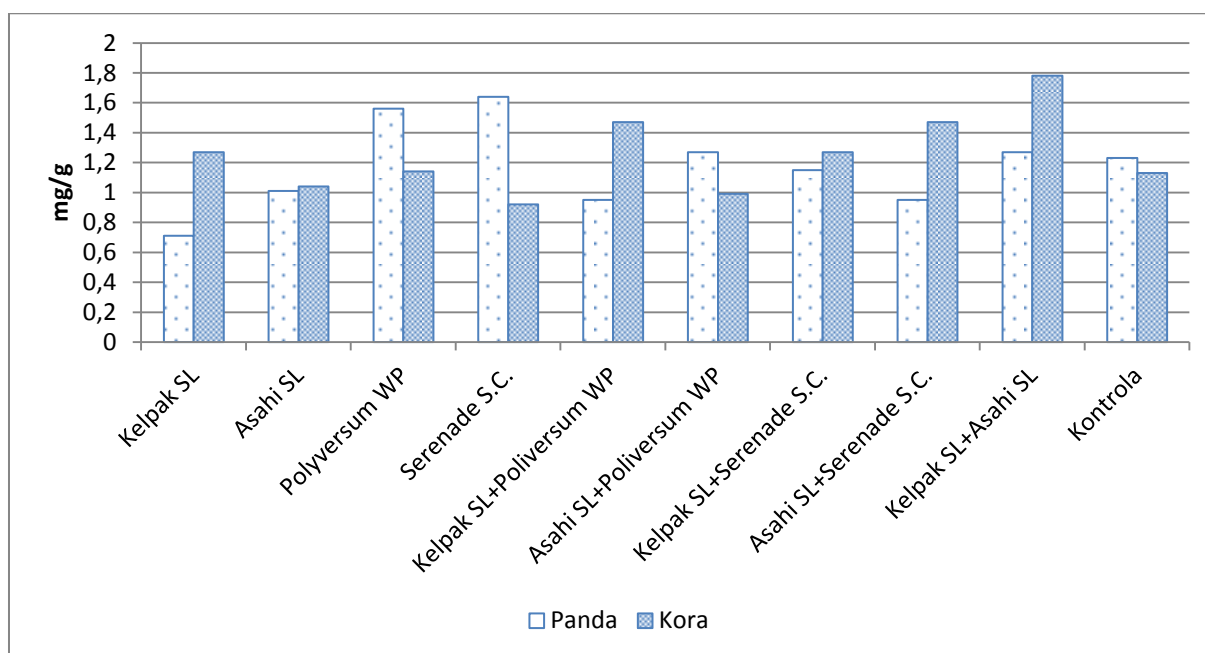
Rysunek 55. Analiza zawartości kwasu jabłkowego wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade)



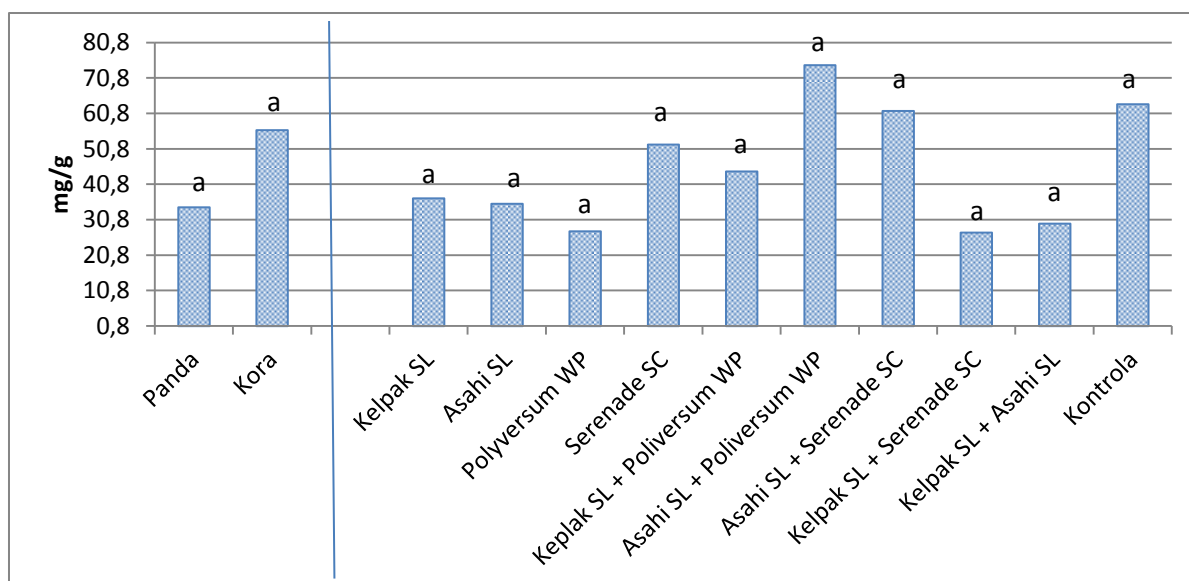
Rysunek 56. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość kwasu jabłkowego w kiełkach dwóch odmian gryki



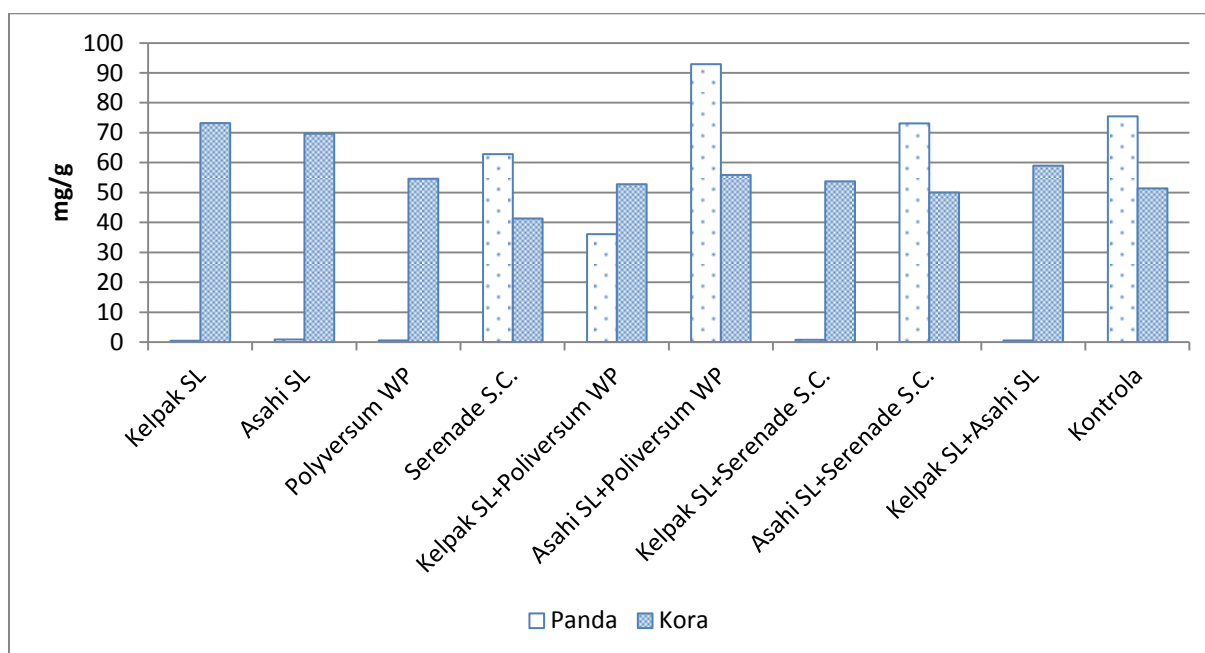
Rysunek 57. Analiza zawartości kwasu cytrynowego wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade)



Rysunek 58. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość kwasu cytrynowego w kiełkach dwóch odmian gryki



Rysunek 59. Analiza zawartości kwasu bursztynowego wykonana niezależnie dla kiełków dwóch odmian gryki (Panda, Kora) oraz kiełków uzyskanych z nasion zaprawianych kombinacjami biostymulatorów (Kelpak, Asahi) i zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade)



Rysunek 60. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na zawartość kwasu bursztynowego w kiełkach dwóch odmian gryki

Podsumowanie

Przeprowadzone badanie elektroprowadnictwa wód nastoinowych pozwala na wskazanie preparatów do zaprawiania nasion korzystnie wpływających na ich wigor, co może przełożyć się na połowę zdolność wschodów, a w konsekwencji na plon orzeszków, czy też ziela. Można również wskazać odmianę, której nasiona w szybszym tempie uwalniają eksudaty i tracą zarazem szybciej zdolność przetrwania niekorzystnych warunków do

wschodów. Do zapraw, które wyraźnie zmniejszają wypływ eksudatów należy Serenade oraz Kelpak i ich wzajemna kombinacja. Natomiast odmianą, która generalnie cechuje się znacznie mniejszym wigorem orzeszków jest odmiana Kora, którą cechuje znacznie większy wypływ eksudatów.

Spośród badanych odmian gryki Kora i Panda, kielki odmiany Panda wyróżniały się większą zawartością białka, tłuszczu, włókna surowego i wszystkich ocenianych frakcji włókna pokarmowego, natomiast odmiana Kora cechowała się lepszym składem mineralnym. Najkorzystniejszy wpływ na zawartość frakcji włókna pokarmowego większości badanych cech miało zastosowane razem biopreparatów Asahi SL i zaprawy biologicznej Polyversum WP. Ponadto najkorzystniejszy wpływ, wyrażony wzrostem ilości badanych pierwiastków w kielkach gryki miały następujące preparaty: Asahi SL, Polyversum WP oraz Kelpak SL, stosowane osobno. Koncentracja makro – i mikroskładników, z wyjątkiem fosforu i molibdenu, była wyraźnie mniejsza w kielkach zaprawianych połączonymi biostymulatorami i biopreparatami w porównaniu do kielków zaprawianych wyłącznie biostymulatorami lub zaprawami biologicznymi. Kielki odmiany Kora zawierały więcej sodu, cynku, żelaza, miedzi i manganu, niezależnie od kombinacji zapraw. Zanotowano tendencje do lepszej reakcji (wzrost koncentracji składników odżywczych) odmiany Kora na stosowanie osobno biostymulatorów i zapraw biologicznych, a odmiany Panda na zaprawianie połączonymi biostymulatorami i biopreparatami.

Wykonana analiza mykologiczna zarówno ilościowa jak i jakościowa kielków gryki wskazała na większą przydatność do uprawy z przeznaczeniem na kielki odmiany Kora. Grzyby pleśniowe w tym szczególnie toksynotwórcze gatunki (*Penicillium commune*, *P. digitatum*, *P. expansum*, *P. italicum*, *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *Alternaria alternata*) z dwukrotnie większą częstotliwością zasiedlały kielki odmiany Panda. W warunkach inwitro wszystkie zaproponowane warianty zaprawiania z wykorzystaniem biostymulatorów i biopreparatów poprawiało czystość mikrobiologiczną kielków badanych odmian gryki. Jednakże niezależnie od odmiany najlepszą czystość kielków (korzenie, liścienie) gwarantuje przedsięwzięte zaprawienie orzeszków biopreparatem na bazie *Bacillus subtilis* (Serenade ASO) lub jego łączne stosowanie z biostymulatorem Asahi SL, którego również można rekomendować do samodzielnego zaprawiania orzeszków gryki.

Kielki gryki wykazują się bardzo silną aktywnością antyoksydacyjną, przez odpowiednią hodowlę oraz zastosowanie biostymulatorów czy użyźniaczy można wpłynąć na zwiększenie potencjału przeciwutleniającego. Kielki gryki są niskokaloryczne, a zarazem bogate w składniki odżywcze, podczas stosowania zapraw biologicznych w kielkach

następuje zwiększenie zawartości rutozydu i niektórych kwasów organicznych. Kombinacja Asahi + Poliversum oraz Kelpak i Asahi wydają się mieć największy wpływ na zróżnicowanie ilości rutozydu i kwasów organicznych w rosnących kiełkach. Serenade wpływała na znaczne zwiększenie stężenia kwasu szczawiowego w kiełkach gryki.

PODZADANIE 2. Zwiększenie polowej zdolności wschodów gryki oraz zdrowotność siewek gryki

Cele szczegółowe podzadania drugiego zrealizowane zostały w oparciu o następujące działania:

1. Określenie równomierności wschodów (liczby roślin wypadających) na wszystkich obiektach eksperymentalnych.
2. Określenie udziału siewek z objawami zgorzeli na 15 losowo pobranych siewkach z poletka w fazie BBCH 10-19.
3. Pobranie z wytypowanych obiektów po 15 siewek i wykonanie na nich pomiarów biometrycznych metodą destrukcyjną (sucha masa, długość korzeni, wysokość pędów, powierzchnia asymilacyjna z wykorzystaniem aparatu Li-Cor 3200).

Oczekiwane rezultaty to:

1. Wskazanie najlepszego biopreparatu do zaprawiania orzeszków gryki w kontekście polowej zdolności wschodów.
2. Określenie wpływu porażenia przez patogeny na polową zdolność wschodów.

Oczekiwane efekty to:

1. Szybsze i bardziej wyrównane wschody gryki, skutkujące bardziej dynamicznym rozwojem łanu.
2. Lepsza zdrowotność młodocianych roślin, skutkująca bardziej dynamicznym rozwojem łanu.

Materiał i metody

Czteroczynnikowe doświadczenie polowe założono według planu Boxa-Behnkena 3^{4-1} w dwóch powtórzeniach w Stacji Doświadczalnej Instytutu Produkcji Roślinnej Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. W eksperymencie uwzględniono stosowanie biostymulatorów (w różnych terminach i różnymi metodami), zapraw biologicznych oraz użyźniaczy glebowych (Tabela 12). Wielkość poletek do zbioru wynosiła 10 m^2 , a gęstość siewu gryki wynosiła 250 szt. kielkujących nasion na 1 m^2 . Przedplonem był rzepak ozimy. Po wschodach na każdym poletku trzykrotnie ($3 \times 0,5 \text{ m}^2$) określono obsadę roślin. Do pomiarów biometrycznych z każdego poletka pobierano po 15 losowo wybranych młodocianych roślin gryki. Pomiary biometryczne metodą destrukcyjną wykonano przy użyciu aparatu Li-Cor 3200 firmy Li-Cor Biosciences w dniu 14 czerwca 2016 roku. Obok

indywidualnej powierzchni asymilacyjnej liści określono również świeżą masę roślin i liści, długość korzenia i wysokość pędów.

Tabela 12. Czynniki i ich poziomy uwzględnione w doświadczeniu polowym

Czynnik doświadczalny	Poziomy czynników		
	Niski	Średni	Wysoki
Biostymulator (jako zaprawa)	Kelpak SL (KN)	Kontrola (brak zaprawiania) (KN0)	Asahi SL (AN)
Zaprawa biologiczna	Polyversum WP (Poliv)	Kontrola (brak zaprawiania) (Poliv0)	Serenade ASO (Seren)
Biologiczny użyźniacz gleby	UG Max (UG)	Kontrola (brak użyźniacza) (UG0)	Revital Max Pro (BR)
Biostymulator (oprysk nalistny)	Kelpak SL (KN)	Kontrola (brak opryskiwania) (KN0)	Asahi SL (AN)

W eksperymencie polowym w fazie BBCH 9-10 na 15 roślinach losowo wybranych z poletka dokonano oceny stanu zdrowotnego młodocianych roślin gryki. Oceniono procent roślin z objawami zgożeli siewek.

Wyniki i ich omówienie

Odpowiednie zagęszczenie roślin po wschodach jest kluczowym elementem kształtującym w perspektywie tzw. architekturę łanu. Prawidłowo zbudowany łan zapewnia właściwe wykorzystanie promieniowania fotosyntetycznie czynnego oraz składników pokarmowych i wody. Kolejnym, nie mniej istotnym zagadnieniem jest koszt nasion, w chwili obecnej wysoki, szczególnie nasion o wysokich stopniach kwalifikacji. Wysoka polowa zdolność wschodów i zdrowe siewki mogą pozwolić na obniżenie ilości wysiewu, co może skutkować ekonomicznymi oszczędnościami.

W efekcie przeprowadzonych badań nie stwierdzono statystycznego wpływu badanych czynników na polową zdolność wschodów, ale zaobserwowano wystąpienie wyraźnych tendencji, wartych omówienia. Moczenie nasion w roztworach biostymulatorów Kelpak i Asahi nie wpłynęło na obsadę roślin, co oznacza, że równomierność wschodów przez ten czynnik nie została zmieniona. Ubytek roślin w stosunku do ilości nasion wysianych (250 szt.·ha⁻¹) wynosił od 66 do 69 szt.·m⁻² (Tabela 13). Kolejnym czynnikiem w prezentowanych badaniach było zaprawianie nasion preparatami biologicznymi Polyversum i Serenade. Zaobserwowano w przypadku tego czynnika tendencję do obniżania polowej zdolności wschodów przez w/w preparaty biologiczne (istotność statystyczna efektu kwadratowego wynosiła $\alpha=0,090$). Oznacza to, że średni spadek obsady roślin powodowany zaprawianiem

wyniósł 74 szt.·m⁻², a dla kontroli, czyli obiektu, na którym nasiona nie były zaprawiane, wyniósł 62 szt.·m⁻². Ostatnim z analizowanych działań agrotechnicznych, które na tym etapie badań mogło mieć wpływ na obsadę roślin było stosowanie użyźniaczy glebowych. Nie dowiedziono tego statystycznie, ale zaobserwowano tendencję do nieco większej polowej zdolności wschodów (o 6 szt.·m⁻²) po zastosowaniu preparatów UG Max i Revital Max Pro. Zamieranie roślin gryki postępowało w czasie, bowiem przed zbiorem zanotowano jeszcze niższe obsady niż omówione powyżej. Nadal obserwowano nieco większy ubytek roślin na obiektach, których nasiona były zaprawione biostymulatorami, bowiem na obiekcie kontrolnym ubytek obsady od siewu do zbioru wynosił 81 szt.·m⁻², a średni ubytek dla biostymulatorów stosowanych jako zaprawy wyniósł 95 szt.·m⁻². Odmienne kształtowała się obsada roślin przed zbiorem na obiektach objętych badaniem wpływu zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). Zaobserwowano wyraźną tendencję do ograniczania ubytku roślin wyrosłych z nasion zaprawionych zaprawą zawierającą *Bacillus subtilis* (Serenade) w trakcie wegetacji, bowiem obsada zmniejszyła się o 83 szt.·m⁻². W przypadku zaprawienia nasion *Pythium oligandrum* (Polyversum) obsada zmniejszyła się aż o 102 szt.·m⁻². Obsady roślin przed zbiorem nie były zasadniczo modyfikowane poprzez zastosowanie użyźniaczy glebowych, ale można zauważyć pewną tendencję do ograniczania spadku obsady roślin na obiektach użyźnianych preparatem UG Max. Również aplikacja nalistna biostymulatora Asahi zmniejszała i to zarówno w porównaniu do obiektu kontrolnego jak i opryskiwanego preparatem Kelpak, wypadanie roślin w czasie wegetacji. Przełożenie powyższych obserwacji w sposób prosty na plonowanie jest niemożliwe z powodu złożonego procesu samoregulacji architektury łanu.

Tabela 13. Wpływ badanych czynników na równomierność wschodów oraz obsadę przedzbiorową roślin gryki

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Obsada po wschodach [szt·m ⁻²]					
Biostymulator (zaprawa)	181	183	184	0,662	0,956
Zaprawa biologiczna	174	188	178	0,663	0,090
Użyźniacz glebowy	186	180	186	0,928	0,329
Biostymulator (nalistnie)	191	180	181	0,201	0,343
Obsada przed zbiorem [szt·m ⁻²]					
Biostymulator (zaprawa)	152	169	158	0,675	0,064
Zaprawa biologiczna	148	167	167	0,191	0,116
Użyźniacz glebowy	168	164	155	0,355	0,310
Biostymulator (nalistnie)	157	161	173	0,259	0,562

Analizując wpływ badanych czynników na cechy młodocianych roślin gryki stwierdzono istotność statystyczną wielu efektów głównych jak i zaobserwowano wiele tendencji statystycznych. Średnia masa młodocianej rośliny gryki była w sposób statystycznie istotny modyfikowana zastosowaniem zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). Zaobserwowano, że rośliny wyrosłe z nasion zaprawionych oosporami grzyba *Pythium oligandrum* były o 1,3g cięższe od roślin wyrosłych na obiekcie kontrolnym i o blisko 0,8g cięższe od wyrosłych z ziarniaków zaprawionych szczepem *Bacillus subtilis*. Taki rozkład mas młodocianych roślin gryki jest również wyjaśnieniem dla faktu mniejszej obsady tych roślin na obiektach, na których te zaprawy stosowano. Logicznym bowiem jest, że wyraźnie większa masa pojedynczego osobnika wskazuje na wzmożoną konkurencję w najbliższym sąsiedztwie, a to oznacza większe ubytki w obsadzie. Niemniej pojawienie się mniejszej obsady roślin lepiej zbudowanych należy uznać za wyjątkowo korzystne dla procesu formowania ładu gryki. Zaobserwowano również tendencję do formowania roślin o większej masie po zastosowaniu użyźniacza UG Max w porównaniu do Revital Max Pro.

Efekt kwadratowy bliski statystycznej istotności ($\alpha=0,055$) potwierdza tendencję wzrostu średniej masy liści z rośliny wyrosłej z nasion zaprawionych biostymulatorami Kelpak i Asahi. Tłumaczy to również zauważone i opisane wcześniej zmniejszenie obsady roślin na tych obiektach, bowiem lepiej rozbudowany aparat asymilacyjny to dowód na zachowania konkurencyjne roślin, które pociągają za sobą zmniejszenie obsady. Również zaprawianie nasion gryki biologicznymi środkami ochrony roślin (Polyversum, Serenade) wywołało statystyczną tendencję ($\alpha=0,059$) do wzrostu średniej masy liści gryki w porównaniu do średniej masy liści z rośliny z obiektu kontrolnego o 0,176 g. Zaprawianie

orzeszków gryki oosporami grzyba *Pythium oligandrum* skutkowało wzrostem średniej masy liści w porównaniu do kontroli o ok. 0,3 g.

Kolejną analizowaną cechą morfologiczną była wysokość roślin. Bliskie statystycznej istotności efekty liniowy i kwadratowy dla biostymulatorów stosowanych jako zaprawa wskazują na stymulowanie wzrostu roślin poprzez zaprawianie orzeszków gryki naturalnie występującymi w roślinach nitrofenolami (Asahi) oraz fitohormonami (auksynami oraz cytokininami) pozyskanymi z alg *Ecklonia maxima* (Kelpak). Zaprawienie nasion preparatem Asahi przyczyniło się do większej średniej wysokości roślin w porównaniu do wysokości roślin wyrosłych z nasion zaprawionych preparatem Kelpak o 1,81 cm. Biopreparaty Polyversum oraz Serenade użyte w formie zapraw zwiększyły istotnie ($\alpha=0,023$) średnią wysokość roślin w porównaniu do roślin wyrosłych na obiekcie kontrolnym. Wyższe rośliny gryki obserwowano po zaprawianiu nasion szczepem bakterii *Bacillus subtilis* w porównaniu do wyrosłych na obiekcie kontrolnym o 1,08 cm. Na granicy statystycznej istotności ($\alpha=0,058$) utrzymywał się wpływ biostymulatorów (Kelpak, Asahi) zaaplikowanych w formie nalistnego oprysku na wysokość roślin. Oprysk biostymulatorem Asahi wpłynął na wzrost średniej wysokości roślin porównaniu do oprysku Kelpakiem o 0,65 cm.

Rośliny wyrosłe z orzeszków gryki zaprawianych preparatami Serenade oraz Polyversum wykształciły większą średnią powierzchnię asymilacyjną liści w porównaniu do powierzchni asymilacyjnej roślin rosnących na obiekcie kontrolnym, czego dowodzi zaobserwowany statystyczny trend ($\alpha=0,069$). Również mianem trendu można opisać wpływ stosowania biopreparatów (Kelpak, Asahi) jako zapraw, bowiem i w tym przypadku rośliny wyrosłe z orzeszków zaprawianych wykształciły większą powierzchnię asymilacyjną, niż te które wyrosły na obiekcie kontrolnym.

Zaprawianie orzeszków biostymulatorami nie modyfikowało powierzchni liści ($\alpha=0,084$), ale zaobserwowany trend pozwala stwierdzić, że zaprawianie nasion gryki naturalnie występującymi w roślinach nitrofenolami (Asahi) powodowało wykształcenie liści o największej średniej powierzchni asymilacyjnej (15,57 cm²). Analiza statystyczna nie potwierdziła istotności efektu kwadratowego dla źródła zmienności jakim było zaprawianie biologiczne preparatami Polyversum i Serenade, ale pozwala stwierdzić wyraźną tendencję wzrostową w liczbie liści na roślinie pod wpływem stosowania tych zapraw. Wpływ zaprawy biologicznej w postaci preparatu Serenade zwiększył średnią liczbę liści na roślinie w porównaniu do kontroli o 0,64 szt. (Tabela 14).

Tabela 14. Wpływ badanych czynników na budowę morfologiczną młodocianych roślin gryki

Czynnik	Poziomy czynnika			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Masa rośliny [g]					
Biostymulator (zaprawa)	7,857	7,680	8,894	0,601	0,319
Zaprawa biologiczna	8,885	7,583	8,093	0,013	0,184
Użyźniacz glebowy	8,316	7,519	7,636	0,191	0,794
Biostymulator (nalistnie)	8,136	8,077	7,506	0,225	0,264
Masa liści z rośliny [g]					
Biostymulator (zaprawa)	2,649	2,585	2,886	0,074	0,055
Zaprawa biologiczna	2,910	2,588	2,618	0,390	0,059
Użyźniacz glebowy	2,794	2,425	2,588	0,695	0,189
Biostymulator (nalistnie)	2,636	2,723	2,685	0,165	0,691
Udział procentowy masy liści w masie rośliny [%]					
Biostymulator (zaprawa)	34,06	33,88	34,10	0,370	0,482
Zaprawa biologiczna	33,47	34,25	33,83	0,199	0,645
Użyźniacz glebowy	34,70	31,83	34,35	0,379	0,233
Biostymulator (nalistnie)	33,46	34,27	35,17	0,276	0,598
Wysokość rośliny [cm]					
Biostymulator (zaprawa)	30,38	31,21	32,19	0,066	0,137
Zaprawa biologiczna	31,39	30,89	31,97	0,958	0,023
Użyźniacz glebowy	31,31	30,77	31,55	0,161	0,784
Biostymulator (nalistnie)	30,86	31,88	31,57	0,058	0,322
Długość korzenia [cm]					
Biostymulator (zaprawa)	7,194	7,238	7,027	0,322	0,123
Zaprawa biologiczna	7,528	7,482	6,083	0,087	0,541
Użyźniacz glebowy	6,950	7,481	7,461	0,002	0,571
Biostymulator (nalistnie)	6,817	7,097	8,177	0,000	0,655
Powierzchnia asymilacyjna rośliny [cm ²]					
Biostymulator (zaprawa)	95,4	93,2	104,5	0,204	0,127
Zaprawa biologiczna	97,8	92,3	104,3	0,360	0,069
Użyźniacz glebowy	95,7	98,5	90,9	0,509	0,763
Biostymulator (nalistnie)	91,1	97,9	97,1	0,405	0,933
Powierzchnia asymilacyjna liścia [cm ²]					
Biostymulator (zaprawa)	13,68	13,81	15,57	0,084	0,559
Zaprawa biologiczna	13,94	14,17	14,41	0,656	0,792
Użyźniacz glebowy	14,46	14,25	13,69	0,467	0,654
Biostymulator (nalistnie)	12,81	14,68	14,26	0,178	0,152
Średnia liczba liści na roślinie [szt.]					
Biostymulator (zaprawa)	7,00	6,84	7,03	0,958	0,253
Zaprawa biologiczna	7,08	6,69	7,33	0,643	0,069
Użyźniacz glebowy	6,76	7,02	6,82	0,901	0,749
Biostymulator (nalistnie)	7,18	6,78	7,01	0,757	0,153

Pierwszą obserwowaną chorobą po wschodach roślin gryki była zgorzel siewek. Choroba ta jest efektem porażenia młodych roślin przez kompleks glebowych grzybów chorobotwórczych: Fusarium, Rhizoctonia, Phytium, Sclerotinia i innych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotne różnice w efekcie ochronnym zastosowanych wariantów zaprawiania nasion i stosowania polepszaczy glebowych. Spośród 18 kombinacji,

9 ograniczało występowanie zgorzeli siewek. Zauważono, że były to warianty pojedynczego zastosowania zapraw biologicznych Polyversum WP, Serenade ASO, biostymulatorów Kelpak SL, Asahi SL oraz łącznego wykorzystania bakterii *Bacillus subtilis* zarówno z biostymulatorem Asahi SL jak i Kelpak SL. Poza tym istotne polepszenie zdrowotności siewek notowano w obiekcie z użyźniaczem glebowym UGmax oraz w przypadku uprzedniego zaprawienia nasion Polyversum WP i późniejszą aplikacją UG max.

Tabela 15. Nasilenie występowania zgorzeli siewek gryki [%]

Kombinacje	Zgorzel podstawy łodygi i korzeni
I – Kelpak SL zap. + Polyversum WP zap.	31,0g
II – Asahi SL zap. + Polyversum WP zap.	26,6f
III - Kelpak SL zap. + Serenade SC zap.	20,0b
IV - Asahi SL zap. + Serenade SC zap.	13,3a
VI – Biogen Revital MaxPro	26,6f
VII – UGmax użyźniacz glebowy	20,0b
IX – Kontrola	26,0f
X - Kelpak SL zap.	13,3a
XI - Asahi SL zap.	20,0b
XIV - Polyversum WP zap. + UGmax użyźniacz glebowy	23,3d
XV - Serenade SC zap. + UGmax użyźniacz glebowy	26,0ef
XVI - Polyversum WP zap. + Biogen Revital MaxPro	26,6f
XVII - Serenade SC zap. + Biogen Revital MaxPro	31,3g
XIX - Kelpak SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	23,3d
XX - Asahi SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	26,6f
XXI - Kelpak SL zap. + Biogen Revital MaxPro;	33,3g
XXII - Asahi SL zap. + Biogen Revital MaxPro;	20,0b
XXV - Polyversum WP zap.	25,0e
XXVI - Serenade SC zap.	26,0ef

Podsumowanie

Formułowanie zaleceń dotyczących wpływu czynników agrotechnicznych w oparciu o jeden sezon wegetacyjny musi być ostrożne z powodu nieuwzględnienia zmienności czynników atmosferycznych. Niemniej jednak należy stwierdzić brak wpływu biostymulatorów (Kelpak, Asahi) na połowę zdolność wschodów i niewielki negatywny wpływ zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade). Na ten tzw. negatywny wpływ nałożyć trzeba dane o masie młodych osobników gryki, co powoduje zmianę obrazu i poszerzenie interpretacji. Okazuje się bowiem, że mniejszej obsadzie towarzyszą większe masy młodych roślin gryki, co uznać należy za zjawisko wyjątkowo pozytywne z punktu widzenia kształtowania architektury łanu gryki. Wnioski te nie rozciągają się na obsadę przez zbiorem, bowiem o ile nadal utrzymuje się lekko negatywny wpływ biostymulatorów (Kelpak, Asahi) o tyle korzystny wpływ zapraw biologicznych nasila się. Pozytywnym

oddziaływaniem cechuje się zaprawa Serenade, a negatywnym zaprawa Polyversum. Na ograniczenie spadku obsady roślin pozytywnie oddziaływał również nalistny oprysk biostymulatorem Asahi, przy zasadniczo braku takiego działania biostymulatora Kelpak.

Obserwując wpływ badanych biostymulatorów i biopreparatów na cechy morfologiczne młodości roślin gryki należy stwierdzić, że był on jednoznacznie pozytywny. Uogólniając, wśród biostymulatorów nieco korzystniej na morfologię roślin oddziaływał preparat Asahi, a wśród zapraw biologicznych zaprawa Polyversum. Sformułowanie to znajduje potwierdzenie w opisanych powyżej wpływach na masę rośliny, jej wysokość oraz ulistnienie, postrzegane zarówno jako powierzchnia symulacyjna, ale również liczebność liści.

Polowa ocena zdrowotności siewek gryki dowiodła, że najlepszy efekt ochrony przed zgozłą uzyskuje się po zastosowaniu do zaprawiania nasion biostymulatora zawierającego cytokininy i auksyny (Kelpak SL) lub biopreparatu Serenade ASO wraz z Asahi SL. Ponadto do istotnego ograniczenia rozwoju zgozeli siewek mogą przyczyniać się w takim samym stopniu następujące warianty zaprawiania nasion: sam Asahi SL oraz aplikacja Biogen Revital Max Pro, stosowanie samego użyźniacza UG Max, a także łączne zaprawianie biostymulatorem Kelpak SL i biopreparatem Serenade ASO.

PODZADANIE 3. Poprawa dynamiki rozwoju roślin gryki oraz poprawa jakości surowców (liści i orzeszków)

Cele szczegółowe podzadania trzeciego zrealizowane zostały w oparciu o następujące działania:

1. Określenie parametrów biometrycznych i fizjologicznych łanu gryki w wybranych dwóch fazach rozwojowych (pąkowanie BBCH 50-59 i pełnia kwitnienia BBCH 60-69). Zostaną wykonane pomiary wskaźników wegetacyjnych; GAI, NDVI, wybrane parametry fotosyntezy oraz kinetyki fluorescencji chlorofilu.
2. Określenie zdrowotności liści i podstawy łodygi w fazie BBCH 60-69 na 25 losowo wybranych roślinach z poletka (procentowy udział roślin porażonych przez: *Peronospora ducometi*, *Erysiphe polygoni*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, kompleks grzybów powodujących plamistości liści i łodyg: *Alternaria spp.*, *Bipolaris sorokiniana*, *Cercospora spp.*, *Phyllosticta polygonum*, *Ramularia spp.* oraz kompleks grzybów powodujących zgniliznę korzeni i podstawy łodygi: *Rhizoctonia spp.*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.*, *Sclerotinia spp.* Ocena mykologiczna orzeszków pochodzących z każdej kombinacji doświadczenia polowego wykonana będzie klasyczną metodą fitopatologiczną. Zostanie przeprowadzona analiza ilościowa CFU a dominujące gatunki grzybów wyosobnionych z nasion przekazane będą do identyfikacji metodą molekularną. Pobór orzeszków do oceny po zakończeniu fazy BBCH 98 – okres spoczynku.
3. W ziele i orzeszkach gryki oznaczone zostaną: podstawowy skład chemiczny (sucha masa, białko ogółem, białko właściwe, włókno surowe, ekstrakt eterowy, popiół surowy, węglowodany ogółem), frakcji nierozpuszczalnej i rozpuszczalnej włókna pokarmowego, fosfor, potas, wapń, sód, magnez, cynk, żelazo, miedź, molibden, mangan, ołów, kadm i nikiel, kwasy organiczne, flawonoidy, polifenole, antocyjany, aktywność antyoksydacyjna metodą FRAP, DPPH i PCL, polifenole TPC oraz aktywność antyoksydacyjna frakcji hydrofilowej (PCL) i lipofilowej (ACL).

Oczekiwane rezultaty to:

1. Wskazanie najlepszego wariantu stosowanych biopreparatów do zaprawiania nasion i opryskiwania łanu gryki w kontekście możliwości kształtowania produkcyjności m.in. przez ograniczanie stresów siedliskowych.
2. Określenie wpływu porażenia przez patogeny na jakość surowców gryki (liści i orzeszków).

Oczekiwane efekty to:

1. Szybki i dynamiczny rozwój łanu gryki skutkujący wzrostem plonu surowca.

2. Lepsza zdrowotność roślin w łanie, skutkująca lepszą jakością surowców (liści i orzeszków).
3. Opracowanie zaleceń stosowania biopreparatów w ekologicznej uprawie gryki

Material i metody

Określenie parametrów biometrycznych i fizjologicznych łanu gryki (pomiaru wskaźników wegetacyjnych; GAI, NDVI, wybrane parametry fotosyntezy oraz kinetyki fluorescencji chlorofilu) w wybranych fazach rozwojowych zostało zrealizowane w oparciu o eksperyment polowy, którego założenia zostały szczegółowo opisane w części dotyczącej metodyki podzadania drugiego.

Pomiar parametrów fluorescencji chlorofilu a został wykonany przy użyciu fluorymetru Handy PEA (Hansatech, Kings Lynn, UK). Liście zostały zacienione klipsami na czas około 20 minut, w celu wygaszenia reakcji fazy świetlnej fotosyntezy i całkowitego zredukowania centrów reakcji obu fotosystemów. Następnie wykonano pomiar, który był inicjowany poprzez oświetlenie liścia światłem wysycającym ($3100 \mu\text{mol (kwantów)} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, czas oświetlenia 1s). Dla każdego obiektu doświadczalnego wykonano pomiar na środkowej części czwartego najmłodszego liścia dziesięciu losowo wybranych roślin w trzech powtórzeniach. Pomiaru wykonano dwukrotnie: w fazie pąkowania gryki BBCH 50-59 i pełni kwitnienia BBCH 60-69.

Pomiaru parametrów wymiany gazowej związanych z fotosyntezą wykonano przenośnym analizatorem LCI-SD Ultra Compact Photosynthesis System (ADC BioScientific Ltd®, UK). Dla każdego obiektu doświadczalnego wykonano pomiar na środkowej części czwartego najmłodszego liścia pięciu losowo wybranych roślin w trzech powtórzeniach. Pomiaru wykonano dwukrotnie: w fazie pąkowania gryki BBCH 50-59 i pełni kwitnienia BBCH 60-69.

Indeks zielonej powierzchni asymilacyjnej łanu zmierzony został za pomocą urządzenia Sunscan System firmy Delta-T®, indeks zieleni (NDVI) urządzeniem GreenSeeker firmy N-tech®. Zawartość chlorofilu w liściach gryki oznaczono za pomocą urządzenia Chlorophyll Master Spad 502 firmy Minolta. Opis ścisłego eksperymentu polowego, na którego obiektach wykonywano wyżej wyszczególnione pomiary zamieszczono w metodyce podzadania drugiego.

W eksperymencie polowym w pełni kwitnienia (BBCH 60-69) na 25 roślinach losowo wybranych z poletka dokonano oceny stanu zdrowotnego gryki (liści, korzeni i podstawy łodyg). Występowanie poszczególnych chorób grzybowych wyrażono procentowym udziałem. Analizowano występowanie następujących chorób: mączniaka rzekomego

(*Peronospora ducometi*), szarej pleśni (*Botrytis cinerea*), plamistości liści i podstawy łodyg (*Alternaria* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Phyllosticta polygonarum* i inne), zgnilizny korzeniowe (*Fusarium* spp. i inne gatunki grzybów).

W laboratorium Katedry Ochrony Środowiska Rolniczego przeprowadzono izolację i częściową identyfikację grzybów zasiedlających porażone organy gryki: kielki (korzenie i liścienie), liście, korzenie, orzeszki. Laboratoryjną ocenę mikologiczną gryki wykonano bezpośrednio po przeprowadzonej obserwacji zdrowotności. Do laboratorium przewożono pobrany porażony materiał roślinny, który oczyszczono powierzchniowo pod bieżącą wodą. Z pogranicza tkanki zdrowej i chorej liści (korzeni) wycinano fragmenty łącznie uzyskując ich 150 sztuk z każdej kombinacji. Rozdrobniony materiał odkażano przez 30 sekund w 50% alkoholu etylowym i trzykrotnie opłukiwano w sterylnej wodzie destylowanej, osuszano na jałowej gazie i wykładano po 10 szt. na podłoże PDA (Potato Dextrose Agar) w płytkach Petriego o średnicy 150mm. Podobnie postępowano z nasionami, przy czym ocenę zbiorowisk grzybów zasiedlających orzeszki gryki wykonano na 200 sztukach, zebranych w fazie dojrzałości pełnej i losowo pobranych z każdej kombinacji. Hodowlę grzybów prowadzono w komorze klimatyzacyjnej przez 10 dni w temperaturze 23°C i przy 12 godzinnym cyklu oświetlenia. Pojawiające się kolonie grzybów sukcesywnie odszczepiano na skosy agarowe. Następnie dokonano obserwacji makro- i mikroskopowych na podstawie, których grzyby identyfikowano do gatunku posługując się kluczami mykologicznymi i opracowaniami monograficznymi (Pidopliczko, 1978; Domsch et al., 1980; Cook, 1981; Nelson et al., 1983; Ellis i Ellis 1978, Kwaśna, 1991; Marcinkowska, 2003).

Izolaty grzybów identyfikowano również metodą spektroskopii masowej (MALDI TOF MS) z użyciem desorpcji/ionizacji laserowej wspomaganej matrycą z analizatorem czasu przelotu w Laboratorium Diagnostyki Mikrobiologicznej Jagiellońskiego Centrum Innowacji.

Wysuszone liście i orzeszki gryki zmielono w młynku laboratoryjnym Knifetec 1095 (Foss Tecator, Szwecja). Podstawowy skład chemiczny oznaczono metodami standardowymi wg AOAC (2012). W celu oznaczenia suchej masy próby suszono w temperaturze 105 °C do uzyskania stałej masy. Tłuszcz surowy oznaczano za pomocą eteru dietylowego metodą Soxhleta, popiół surowy – poprzez spalenie w piecu muflowym w temperaturze 580 °C przez 8 h, białko ogółem (N×6,25) określono metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu Büchi B-324, włókno surowe oznaczono na aparacie Ankom220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, Macedon New York, USA). Zawartość węglowodanów ogółem oszacowano z tzw. „różnicy” wg schematu: węglowodany ogółem = 100 – (woda + białko + tłuszcz + popiół surowy).

Zawartość frakcji włókna oznaczano zgodnie z metodą Van Soest'a i in. (1991). Metoda ta różnicuje skład włókna na frakcje: neutralnodetergentowe (NDF, neutral detergent fibre), kwaśnodetergentowe (ADF, acid detergent fibre), celulozy (CEL, cellulose), hemicelulozy (HCEL, hemicellulose) i ligniny (ADL, acid detergent lignin). Pomiar wykonywano w aparacie Ankom220. Włókno neutralnodetergentowe (NDF), odpowiadające sumie hemiceluloz, celulozy i ligniny, oznaczono przy użyciu siarczany sodowo-laurylowego, zaś kwaśnodetergentowe (ADF), w którego skład wchodzi celuloza i lignina, używając bromek cetylo-trójmetylo-amoniowy. Zawartość ligniny (ADL) określono po hydrolizie próbki ADF w 72% kwasie siarkowym, natomiast hemicelulozy (HCEL) wyliczano z różnicy zawartości NDF i ADF, a celulozę (CEL) z różnicy między ADF i ADL.

Materiał do analiz makroelementów poddano mineralizacji w stężonych kwasach: siarkowym (H_2SO_4) i nadchlorowym ($HClO_4$). Natomiast materiał do oznaczenia koncentracji mikroskładników - mineralizacji w mieszaninie: kwasu azotowego (HNO_3) i kwasu nadchlorowego ($HClO_4$). Zawartość fosforu oznaczono metodą kolorymetryczną za pomocą spektrofotometru Specol 11 (Carl Zeiss). Z wykorzystaniem atomizera AtomiciCE 3000 (Thermo Fisher Scientific) oznaczono zawartości: potasu, wapnia i sodu – metodą fotometryczną oraz magnezu, cynku, żelaza, miedzi, molibdenu, manganu, ołowiu, kadmu i niklu – metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej.

Metodyka oznaczania potencjału antyoksydacyjnego (FRAP, DPPH, ACW, ACL) całkowitej zawartości związków polifenolowych, profil polifenoli, flawonoidów i antocyjanów oraz zawartości kwasów organicznych została zamieszczona w podzadaniu drugim i jest obowiązująca w tymże, trzecim podzadaniu.

Wyniki i ich omówienie

Oceniając wysokość plonu orzeszków otrzymaną w wyniku zrealizowania eksperymentu ekologicznego, należy uznać go jako bardzo wysoki. Podlegał on statystycznemu wpływowi zasadniczo dwóch badanych czynników, a mianowicie stosowaniu zapraw biologicznych i użyźniaczy glebowych. Zastosowanie biostymulatorów, bez względu na sposób ich aplikacji, nie wpłynęło statystycznie istotnie na plonowanie gryki. Zaprawianie orzeszków gryki szczepem bakterii *Bacillus subtilis*, jak i osporami grzyba *Pythium oligandrum* wpłynęło korzystnie na plonowanie gryki, co potwierdza istotny efekt kwadratowy dla tego czynnika ($\alpha < 0,000$). Oznacza to, że zastosowanie zaprawiania w/w mikroorganizmami zwiększa plon orzeszków odpowiednio od 138 do 189 $kg \cdot ha^{-1}$. Równie

interesujący wydaje się wpływ użyźniaczy glebowych zastosowanych w warunkach prowadzenia badań tzn. na bardzo dobrej glebie (czarnoziemie zdegradowanym). Ten pozytywny efekt można przypuszczalnie tłumaczyć wzrostem aktywności mikroorganizmów po wniesieniu użyźniaczy i w efekcie wzrostem dostępnych form mineralnych azotu w glebie. Pozytywny efekt wpływu użyźniacza glebowego UG Max wywołał wzrost średniego plonu orzeszków gryki w porównaniu do preparatu Biogen Revital Max Pro o 209 kg. Istotny statystycznie efekt kwadratowy dla źródła zmienności, jakim było zaprawianie orzeszków gryki biostymulatorami (Kelpak i Asahi) przed wysiewem wpłynęło na wzrost liczby nasion na roślinie. W wyniku zaprawiania przedsiewnego nasion gryki auksynami i cytokininami stwierdzono zwiększenie średniej liczby zawiązanych orzeszków na roślinie gryki w porównaniu do kontroli o 10,25 szt. Również, warto zaznaczyć istotny statystycznie efekt linowy czynnika zaprawa biologiczna. Zaprawianie orzeszków gryki oosporami grzyba *Pythium oligandrum* zwiększyło średnią liczbę orzeszków na roślinie w porównaniu do zaprawiania szczepem bakterii *Bacillus subtilis* o 5,43 szt. Efekt linowy bliski statystycznej istotności ($\alpha=0,143$) wskazuje wyraźne zwiększenie średniej wysokości dojrzałych roślin w wyniku zaprawiania przed siewnego orzeszków gryki biostymulatorami (Kelpak, Asahi). Wpływ zaprawiania nasion gryki przed wysiewem biostymulatorem Kelpak zwiększył średnią wysokość roślin w porównaniu do zaprawiania nasion biostymulatorem Asahi o 6 cm. Utrzymujący się na granicy statystycznej istotności efekt linowy pozwala zwrócić uwagę na zmniejszenie liczby rozgałęzień na roślinie w wyniku zaprawiania orzeszków gryki preparatami Kelpak i Asahi ($\alpha=0,096$). Zaprawianie orzeszków gryki przed wysiewem auksynami oraz cytokininami zwiększyło średnią liczbę rozgałęzień na roślinie w porównaniu do roślin wyrosłych z orzeszków gryki zaprawionych nitrofenolami o 0,43 szt. (Tabela 16).

Tabela 16. Wpływ badanych czynników na plonowanie, elementy składowe plonu oraz cechy morfologiczne roślin gryki

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Plon orzeszków [kg]					
Biostymulator (zaprawa)	3071	3058	3057	0,822	0,250
Zaprawa biologiczna	3177	2988	3126	0,411	0,000
Użyźniacz glebowy	3186	3041	2984	0,003	0,074
Biostymulator (nalistnie)	3034	3104	2977	0,366	0,476
Obsada przed zbiorem [szt·m ²]					
Biostymulator (zaprawa)	152	169	158	0,675	0,064
Zaprawa biologiczna	148	167	167	0,191	0,116
Użyźniacz glebowy	168	164	155	0,355	0,310
Biostymulator (nalistnie)	157	161	173	0,259	0,562
Liczba nasion na roślinie [szt.]					
Biostymulator (zaprawa)	60,79	50,54	58,25	0,666	0,007
Zaprawa biologiczna	60,66	51,80	55,23	0,360	0,025
Użyźniacz glebowy	54,51	54,67	54,18	0,956	0,263
Biostymulator (nalistnie)	56,55	55,49	50,10	0,278	0,435
MTZ [g]					
Biostymulator (zaprawa)	22,72	22,55	22,64	0,884	0,925
Zaprawa biologiczna	22,31	22,71	22,63	0,531	0,478
Użyźniacz glebowy	22,59	22,53	22,80	0,677	0,873
Biostymulator (nalistnie)	22,52	22,71	22,43	0,853	0,477
Wysokość [cm]					
Biostymulator (zaprawa)	125	118	119	0,143	0,334
Zaprawa biologiczna	118	122	117	0,810	0,331
Użyźniacz glebowy	119	120	121	0,557	0,947
Biostymulator (nalistnie)	119	119	122	0,493	0,655
Liczba rozgałęzień [szt.]					
Biostymulator (zaprawa)	2,51	2,39	2,08	0,096	0,521
Zaprawa biologiczna	2,49	2,29	2,39	0,691	0,664
Użyźniacz glebowy	2,24	2,38	2,42	0,463	0,637
Biostymulator (nalistnie)	2,24	2,41	2,35	0,650	0,452

Na wartość wskaźnika pokrycia liściowego wpłynął termin pomiaru ($\alpha < 0,000$) (Tabela 17, załącznik - Tabela 45). Wyższe wartości wskaźnika pokrycia liściowego w ostatnim terminie pomiaru wskazują na intensywny rozwój łanu gryki w okresie objętym pomiarami. Zaobserwowane wartości wskaźnika pokrycia liściowego łanu gryki powyżej 7,178 m²·m⁻² stwierdzone 15 lipca należy uznać za wyjątkowo duże. Efekt liniowy bliski statystycznej istotności podkreśla wpływ zaprawiania przed siewem orzeszków gryki biostymulatorami (Kelpak, Asahi) na wielkość indeksu liściowego. Zaprawianie nasion gryki przed wysiewem nitrofenolami (Asahi SL) zwiększyło średnią wartość wskaźnika pokrycia liściowego w porównaniu do zaprawiania nasion gryki auksynami oraz cytokininami (Kelpak) o 0,187 m²·m⁻². Istotny statystycznie efekt liniowy potwierdza wpływ zaprawy biologicznej zawierającej szczep bakterii *Bacillus subtilis* (Serenade) użytej do zaprawiania orzeszków

gryki przed wysiewem na średni wskaźnik pokrycia liściowego, bowiem w porównaniu do roślin wyrosłych orzeszków zaprawionych oosporami grzyba *Pythium oligandrum* (Polyversum) wielkość LAI była większa o $0,291 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$. Analiza statystyczna pozwoliła również stwierdzić istotny wpływ czynnika użyźniacz glebowy na wielkość indeksu liściowego gryki ($\alpha=0,008$). Wartość wskaźnika pokrycia liściowego w efekcie zastosowania użyźniacza glebowego zmniejszyła się w porównaniu do kontroli średnio o $0,196 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$.

Tabela 17. Wpływ badanych czynników na powierzchnię asymilacyjną łanu gryki (synteza z terminów – patrz załącznik)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Termin pomiaru	2,936	6,272	7,170	0,000	0,000
Biostymulator (zaprawa)	5,334	5,485	5,521	0,119	0,173
Zaprawa biologiczna	5,348	5,433	5,639	0,015	0,789
Użyźniacz glebowy	5,279	5,547	5,423	0,229	0,008
Biostymulator (nalistnie)	5,505	5,454	5,429	0,527	0,475

Obok wielkości powierzchni asymilacyjnej o wykorzystaniu energii promienistej słońca decyduje zawartość chlorofilu w liściach gryki. Oczywiście im jest ona wyższa tym wydajniejsza jest zamiana energii promienistej w energię wiązań związków organicznych powstających w wyniku fotosyntezy. W prezentowanych badaniach zawartość chlorofilu podano w jednostkach umownych SPAD (1 SPAD = $70 \mu\text{g}$ chlorofilu na 1 dm^2). Analiza statystyczna potwierdziła spadek zawartości chlorofilu w liściach w fazie pełni kwitnienia w odniesieniu do początkowego okresu tej fazy (Tabela 18, załącznik – Tabela 46). Zaobserwowano również tendencję do redukcji zawartości chlorofilu w liściach gryki w wyniku zastosowania użyźniaczy glebowych, jak i biostymulatorów. Są to jednak różnice nieznaczne i najprawdopodobniej są skutkiem 'rozcieńczenia' chlorofilu spowodowanego większą powierzchnią asymilacyjną.

Tabela 18. Wpływ badanych czynników na zawartość chlorofilu wyrażoną w jednostkach SPAD (synteza z terminów – patrz załącznik)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Termin pomiaru	43,68	-	39,74	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	41,58	42,00	41,12	0,337	0,119
Zaprawa biologiczna	42,03	41,41	42,12	0,845	0,460
Użyźniacz glebowy	41,47	41,89	41,49	0,973	0,073
Biostymulator (nalistnie)	41,49	41,84	41,58	0,861	0,122

Związek pomiędzy spektralnymi wskaźnikami roślinności opartymi o promieniowanie w zakresie czerwieni i bliskiej podczerwieni a plonowaniem są przedmiotem licznych analiz.

Wskaźniki te wyrażają tzw. „zieloność” pokrywy roślinnej, czyli kompleks właściwości, wśród których mieści się powierzchnia asymilacyjna wraz z jej strukturą przestrzenną, zawartość chlorofilu oraz stan fizjologiczny roślin. Wartości tych wskaźników wynikają, zatem z intensywności procesów fotosyntezy, oddychania i transpiracji, a to z kolei determinuje wartość produkcji pierwotnej, kluczowej dla współczesnego podejścia do produkcji postrzeganej przez pryzmat biogospodarki. Najstarszym i najpopularniejszym wskaźnikiem jest NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), który został oparty na pomiarach odbicia promieniowania w paśmie czerwieni i bliskiej podczerwieni. Niestety wskaźnik ten ma poważny mankament, bowiem niezbyt dobrze opisuje powierzchnię łąnu w granicach 2–6 LAI, bowiem zanika w tym zakresie liniowy charakter zależności pomiędzy wskaźnikiem a powierzchnią asymilacyjną łąnu. Skutkiem tego jest brak istotnego wpływu większości badanych czynników na wartość tego wskaźnika (Tabela 19). Jedynym czynnikiem, który statystycznie warunkował jego wielkość był termin pomiaru. Wynika z tego jednoznacznie, że do dnia ostatniego pomiaru (15-07) obserwowano wzrost jego wielkości, czyli systematyczny wzrost produkcji pierwotnej. Próba stworzenia wskaźnika o większej wrażliwości na zmiany wskaźnika ulistnienia w warunkach dużej gęstości doprowadziła do powołania wskaźnika RVI (Ratio Vegetation Index) i jego odwrotności, czyli IRVI (Invers Ratio Vegetation Index). W przypadku analiz pomiarów wykonanych na gryce również wskaźniki w tej postaci nie uchwyciły jakiegokolwiek zmienności poza wcześniej wykazanym, i tu również potwierdzonym, wpływem terminu wykonania pomiaru. Wskaźnikiem najlepiej dostosowanym do tego typu nieliniowej zależności pomiędzy ulistnieniem a samym wskaźnikiem jest WDR NDVI, inaczej WDRI (Wide Dynamic Range NDVI). W przypadku analizy jego wielkości tylko czynnik jakim był użyźniacz glebowy nie powodował jego statystycznej zmienności, ale poziom istotności pozwala mówić o zaobserwowanym trendzie w kierunku jego zmian. Podobnie jak wcześniej omawiane wskaźniki, wartości WDRI zwiększały się wraz z rozwojem roślin gryki do ostatniego, trzeciego pomiaru. Na wartość tego wskaźnika oddziaływał również proces moczenia nasion przed siewem w roztworach preparatów Kelpak i Asahi, co potwierdza istotny statystycznie efekt kwadratowy dla tego źródła zmienności. Oznacza to, że zastosowanie któregośkolwiek z preparatów (brak efektu liniowego) zwiększa indeks zieleni łąnu, co winno przełożyć się na produkcję pierwotną, ale nie koniecznie na towarową, co miało miejsce w tym przypadku. Na granicy statystycznej istotności utrzymuje się wpływ na indeks zieloności WDRI kolejnego czynnika, jakim była zaprawa biologiczna (Polyversum i Serenade). Oznacza to, że zaprawianie wymienionymi zaprawami biologicznymi orzeszków gryki przed ich wysiewem

proceeds to an increase in the greenness index of the lupine. The application of any of the preparations (no linear effect) increases the greenness index of the lupine, which should be reflected in the primary production. The validity of this thesis can be proven by the fact of the quadratic effect, which is also in the context of the lupine yield (Table 16). The lupine yield increased after the application of the preparations on average by $197 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. A slightly weaker tendency to stimulate the greenness of the lupine was shown by the applied soil fertilizers. The weakness of the quadratic effect results from the clearly positive influence of the fertilizer UG Max and the negative influence of the fertilizer Revital Max Pro on the size of the WDRI index. This tendency finds its documentation through the demonstrated positive influence of the fertilizer UG Max on the lupine yield on the background of the fertilizer Revital Max Pro. The statistical analysis confirmed the quadratic effect for the source of variability, which was the application of the biostimulants Kelpak and Ashi. Also, this influence is unambiguous and consistent with the previous ones, because it indicates an increase in the greenness index of the lupine expressed by the WDRI index after the application of any of the preparations. Unfortunately, this influence does not translate into the lupine yield.

Tabela 19. Wpływ badanych czynników na spektralne wskaźniki łanu gryki (synteza z terminów – patrz załącznik)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowy	Kwadratowy
NDVI					
Termin pomiaru	0,478	0,612	0,637	0,000	0,001
Biostymulator (zaprawa)	0,577	0,574	0,578	0,938	0,547
Zaprawa biologiczna	0,592	0,571	0,571	0,356	0,311
Użyźniacz glebowy	0,585	0,571	0,579	0,838	0,245
Biostymulator (nalistnie)	0,573	0,577	0,574	0,921	0,708
WDRI					
Termin pomiaru	0,460	0,623	0,647	0,000	0,000
Biostymulator (zaprawa)	0,578	0,570	0,590	0,565	0,039
Zaprawa biologiczna	0,577	0,572	0,587	0,656	0,057
Użyźniacz glebowy	0,585	0,577	0,566	0,341	0,179
Biostymulator (nalistnie)	0,589	0,567	0,586	0,807	0,012
IRVI					
Termin pomiaru	0,360	0,246	0,227	0,000	0,005
Biostymulator (zaprawa)	0,273	0,279	0,277	0,779	0,495
Zaprawa biologiczna	0,262	0,282	0,284	0,367	0,332
Użyźniacz glebowy	0,268	0,284	0,272	0,896	0,202
Biostymulator (nalistnie)	0,282	0,276	0,280	0,971	0,739
RVI					
Termin pomiaru	2,978	4,359	4,692	0,000	0,000
Biostymulator (zaprawa)	3,944	4,025	4,037	0,734	0,750
Zaprawa biologiczna	4,165	3,944	4,018	0,422	0,162
Użyźniacz glebowy	4,139	3,966	3,990	0,491	0,222
Biostymulator (nalistnie)	4,018	4,024	3,966	0,685	0,672

Pomiar fluorescencji chlorofilu *a* pozwala na ocenę zmian aktywności aparatu fotosyntetycznego, ponieważ funkcjonowanie fotosystemu II (PSII) jest najbardziej czułym wskaźnikiem działania czynników stresowych na rośliny. Na podstawie pomiarów fluorescencji chlorofilu *a* obliczono i zanalizowano wybrane parametry kinetyki fluorescencji chlorofilu *a* (Tabela 20, załączniki – Tabela 43, Tabela 44):

F_0 – fluorescencję początkową (zerową) po adaptacji do ciemności. Parametr ten jest wskaźnikiem strat energii wzbudzenia podczas jej przekazywania z anten energetycznych do centrum reakcji PSII. Parametr ten przyjmował statystycznie istotne, wyższe wartości w fazie kwitnienia gryki niż w fazie pąkowania, co świadczy o mniejszej sprawności przekazywania energii wzbudzenia pomiędzy cząsteczkami chlorofilu. Zaobserwowano istotny efekt liniowy dla zaprawy biologicznej (Polyversum WP i Serenade ASO). Wraz ze wzrostem poziomu tego czynnika wartość F_0 była niższa, co wskazuje na sprawniejsze przekazywanie energii między cząsteczkami chlorofilu *a*. Pozostałe czynniki i ich poziom nie wykazywały istotnego wpływu na wartość parametru F_0 .

F_v – fluorescencję zmienną. Wartość tego parametru uzależniona jest od maksymalnej wydajności kwantowej PSII. Czym niższe wartości tego parametru, tym wydajność PSII jest mniejsza. Wydajność fluorescencji (F_v) może spadać pod wpływem stresowych czynników środowiska, uszkadzających błony tylakoidów. Wartości F_v były istotnie wyższe w fazie kwitnienia gryki w porównaniu z fazą pąkowania, wskazując większą wydajność fotosystemu II. Żaden z zastosowanych czynników nie wpłynął istotnie na fluorescencję zmienną. Obserwowano jednak tendencję, że wartości F_v po zastosowaniu użyźniacza glebowego i biostymulatora w formie nalistnej malały wraz ze wzrostem poziomu czynnika – zmniejszała się wydajność PSII.

F_m – fluorescencję maksymalną po adaptacji do ciemności; maksymalne natężenie fluorescencji. Wartości F_m , podobnie jak F_v , były istotnie wyższe w fazie kwitnienia gryki niż w fazie pąkowania, wskazując na większą liczbę całkowicie zredukowanych akceptorów elektronów w PSII. Tak jak i w przypadku fluorescencji zmiennej, fluorescencja maksymalna zmniejszała się po zastosowaniu biostymulatora w formie nalistnej (efekt liniowy), co świadczy o wystąpieniu stresu, w którego wyniku nie wszystkie akceptory elektronów w PSII zostały całkowicie zredukowane. Natomiast jej zwiększenie w stosunku do próby kontrolnej (efekt kwadratowy) w wyniku zastosowania użyźniacza glebowego, zwłaszcza na niskim poziomie wskazuje na jego pozytywne oddziaływanie na rośliny gryki.

F_v/F_m – maksymalną fotochemiczną wydajność PSII. Współczynnik F_v/F_m jest miarą wydajności utylizacji światła w pierwotnych reakcjach fotosyntezy, a jego wartość jest proporcjonalna do wydajności kwantowej reakcji fotochemicznych PSII. W warunkach optymalnych parametr ten osiąga u roślin naczyniowych wartość 0,832, a jego obniżenie świadczy o obniżeniu sprawności PSII. Wartości F_v/F_m mogą wykazywać fluktuacje w czasie, co dowodzi, że rośliny dotknięte stresem przez kolejne dni aklimatyzują się do warunków stresowych. W przeprowadzonych badaniach niższe wartości F_v/F_m w fazie kwitnienia w porównaniu z fazą pąkowania świadczą o tym, że rośliny były narażone na działanie czynników stresowych (np. wysoka temperatura powietrza, niedobór wody), które uszkodziły funkcje PSII, zmniejszając efektywność transportu elektronów. Parametr ten, niezależnie od zastosowanego czynnika, wykazywał niewielkie zmiany (nieistotne statystycznie), spadając poniżej wartości 0,8. Co więcej spadkowi F_v/F_m nie towarzyszyły objawy zaburzeń transportu elektronów (ET_0/CS), co należy traktować raczej jako przejaw zmian adaptacyjnych, a nie uszkodzeń. Spośród testowanych czynników jedynie zaprawianie orzeszków gryki przed ich wysiewem zaprawami biologicznymi prowadziło do zwiększenia wydajności PSII, a tym samym lepszej kondycji roślin.

Area – powierzchnię nad krzywą indukcji chlorofilu a , która jest proporcjonalna do wielkości puli akceptorów w PSII; w przypadku zablokowania transportu elektronów od centrów reakcji do plastochinonów (podczas stresu) wartość ta ulega zmniejszeniu. Area uwzględnia wszystkie zmiany pomiędzy punktami F_0 i F_m , które nie są brane pod uwagę podczas porównania tych dwóch wartości lub ich stosunku (F_v). Niskie wartości Area wskazują na zmniejszenie rozmiaru puli zredukowanych akceptorów w PSII (głównie Q_A). W przypadku zablokowania transportu elektronów od centrów reakcji do plastochinonów (podczas stresu) wartość Area ulega zmniejszeniu, co może świadczyć o zaburzeniach w przebiegu fazy ciemnej fotosyntezy. Reakcja taka w doświadczeniach własnych obserwowana była zarówno w zależności od terminu pomiaru (mniejsze wartości w fazie pąkowania w porównaniu z kwitnieniem) oraz rodzaju i poziomu czynnika. Wartości Area zmniejszały się wraz ze wzrostem poziomu biostymulatora podanego nalistnie.

Vj - względną zmianę fluorescencji podczas fazy jasnej, informującą o ilości zamkniętych centrów reakcji w stosunku do całkowitej ilości centrów reakcji, które mogą być zamknięte. W przeprowadzonych badaniach parametr Vj osiągał wyższe wartości w fazie pąkowania niż kwitnienia. Żaden z badanych czynników nie wpłynął istotnie na zmiany tego parametru.

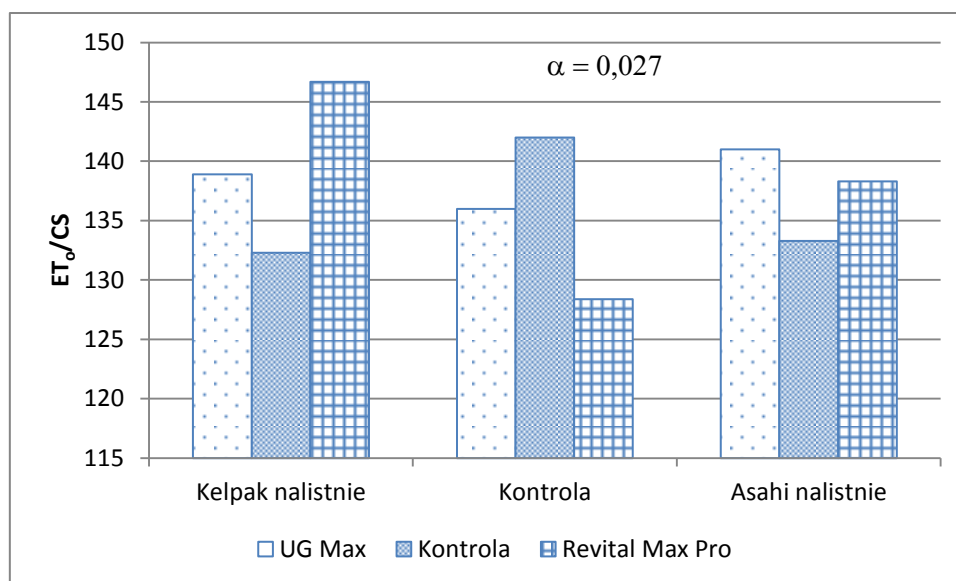
PI – wskaźnik funkcjonowania PSII, dotyczący ogólnej żywotności PSII; dodatnio skorelowany z dostępnością wody dla roślin; im rośliny mają lepsze warunki wodne tym jest on wyższy. Parametr ten jest wskaźnikiem bardziej wrażliwym niż F_v/F_m . Wskaźnik ten jest bardzo czuły na stan fizjologiczny roślin zarówno w warunkach polowych, jak i laboratoryjnych, co potwierdzają wyższe wartości PI w fazie pąkowania gryki niż w fazie kwitnienia. Spośród badanych czynników istotne statystycznie różnice (efekt kwadratowy) wartości PI obserwowano jedynie po zastosowaniu biostymulatora do zaprawiania orzeszków gryki.

ET₀/CS – wskaźnik transportu elektronów przez PSII; działanie różnego rodzaju stresu może prowadzić do spadku wydajności transportu elektronów w PSII i obniżenia wartości ET₀/CS. Obniżenie wartości kolejnego parametru fluorescencji chlorofilu – ET₀/CS w fazie kwitnienia w porównaniu z fazą pąkowania doprowadziło do spadku wydajności transportu elektronów w PSII. Jednak w przeprowadzonym doświadczeniu parametr ten wykazywał istotne zmiany po zastosowaniu biostymulatora (Kelpak, Asahi) jako zaprawy. Większą wydajność transportu elektronów odnotowano wraz z zwiększającym się poziomem tego czynnika. Zaobserwowano również tendencję do obniżenia wartości ET₀/CS po zastosowaniu użyźniacza glebowego wraz ze wzrastającym poziomem czynnika.

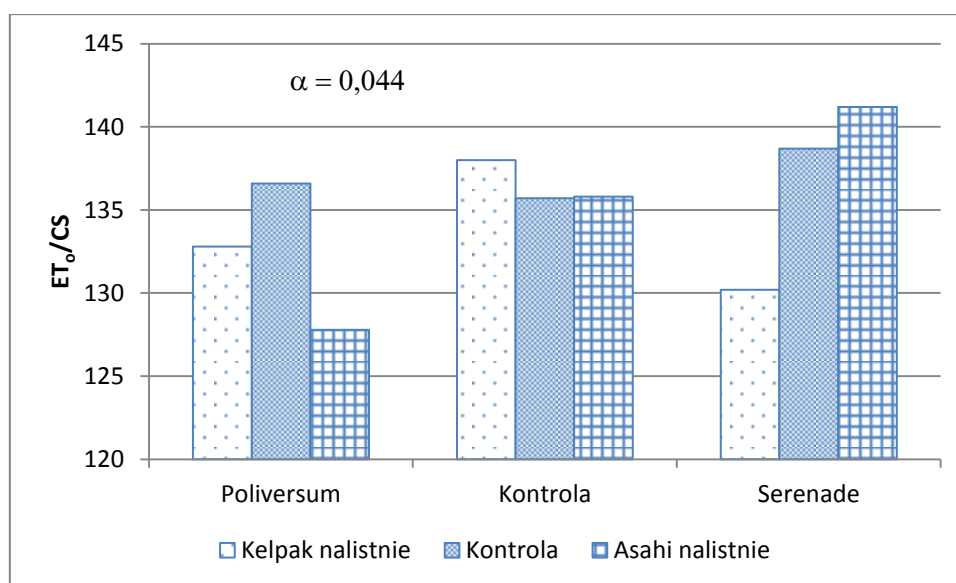
Największą wydajnością transportu elektronów w PSII charakteryzowały się rośliny gryki, do uprawy których zastosowano użyźniacz glebowy Revital Max Pro i następnie biostymulator Kelpak (Rysunek 61), lub których orzeszki zaprawiano zaprawą biologiczną Serenade i zastosowano oprysk na rośliny biostymulatorem Asahi (Rysunek 62).

Tabela 20. Wpływ badanych czynników na wybrane parametry fluorescencji chlorofilu a gryki (synteza z dwóch terminów – patrz załącznik)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
F_0					
Termin pomiaru	306,1	-	532,7	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	418,2	420,3	418,4	0,972	0,753
Zaprawa biologiczna	426,9	417,1	417,7	0,017	0,274
Użyźniacz glebowy	420,4	417,6	422,9	0,511	0,269
Biostymulator (nalistnie)	417,1	420,7	418,5	0,699	0,580
F_v					
Termin pomiaru	1174	-	1980	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	1563	1583	1578	0,434	0,359
Zaprawa biologiczna	1571	1575	1589	0,332	0,589
Użyźniacz glebowy	1611	1565	1575	0,065	0,061
Biostymulator (nalistnie)	1590	1580	1556	0,078	0,753
F_m					
Termin pomiaru	1480	-	2513	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	1982	2003	1997	0,410	0,307
Zaprawa biologiczna	1997	1992	2007	0,605	0,430
Użyźniacz glebowy	2031	1982	1998	0,073	0,029
Biostymulator (nalistnie)	2007	2001	1975	0,079	0,831
F_v/F_m					
Termin pomiaru	0,790	-	0,786	0,012	-
Biostymulator (zaprawa)	0,786	0,789	0,788	0,504	0,277
Zaprawa biologiczna	0,784	0,789	0,790	0,050	0,667
Użyźniacz glebowy	0,791	0,787	0,787	0,170	0,694
Biostymulator (nalistnie)	0,791	0,788	0,786	0,137	0,913
ET_0/CS					
Termin pomiaru	117,3	-	155,2	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	133,8	136,6	137,7	0,066	0,027
Zaprawa biologiczna	134,5	136,3	137,7	0,139	0,236
Użyźniacz glebowy	137,3	137,1	133,1	0,052	0,064
Biostymulator (nalistnie)	135,8	136,8	135,4	0,842	0,201
Powierzchnia					
Termin pomiaru	42128	-	52388	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	46921	47331	47412	0,625	0,461
Zaprawa biologiczna	46998	46724	48854	0,065	0,306
Użyźniacz glebowy	47466	47736	45857	0,110	0,150
Biostymulator (nalistnie)	48084	47403	46070	0,045	0,857
V_j					
Termin pomiaru	0,509	-	0,625	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	0,577	0,565	0,562	0,107	0,060
Zaprawa biologiczna	0,577	0,566	0,561	0,072	0,265
Użyźniacz glebowy	0,567	0,563	0,578	0,217	0,067
Biostymulator (nalistnie)	0,564	0,567	0,568	0,742	0,665
PI_{ABS}					
Termin pomiaru	2,574	-	1,001	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	1,600	1,843	1,838	0,075	0,026
Zaprawa biologiczna	1,668	1,794	1,893	0,093	0,487
Użyźniacz glebowy	1,794	1,821	1,699	0,477	0,279
Biostymulator (nalistnie)	1,914	1,759	1,734	0,178	0,682



Rysunek 61. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator (Kelpak, Asahi) na wartość parametru fluorescencji chlorofilu ET_0/CS liści gryki



Rysunek 62. Wpływ interakcji biostymulator (Kelpak, Asahi) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na wartość parametru fluorescencji chlorofilu ET_0/CS liści gryki

Na podstawie pomiarów wymiany gazowej obliczono i zanalizowano następujące parametry (Tabela 21, załącznik – Tabela 47, Tabela 48):

Ci - stężenie międzykomórkowego dwutlenku węgla ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),

E – transpirację ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),

Gs - przewodnictwo szparkowe ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),

A - fotosyntezę netto ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).

Ponadto na podstawie ilorazu intensywności fotosyntezy do transpiracji wyznaczono fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUE), a na podstawie ilorazu intensywności fotosyntezy do przewodnictwa szparkowego wyznaczono chwilowy fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUEI).

Wzrost i rozwój roślin jest wypadkową wielu procesów, z których intensywność fotosyntezy jest jednym z najważniejszych. Pozostałe parametry wymiany gazowej, a szczególnie przewodnictwo szparkowe bezpośrednio albo pośrednio wpływają na intensywność fotosyntezy. W przeprowadzonych badaniach wszystkie mierzone parametry wymiany gazowej wykazywały wyższe (statystycznie istotne) wartości w fazie pąkowania gryki w porównaniu z fazą kwitnienia. Stężenie międzykomórkowego CO₂ (C_i) istotnie różniło się u gryki, której orzeszki zaprawiano biostymulatorem. Stężenie CO₂ wzrosło wraz z rosnącym poziomem czynnika. Zastosowanie użyźniacza glebowego spowodowało natomiast spadek poza szparkowego CO₂ wraz ze zwiększającym się poziomem czynnika. Transpiracja (E) była modyfikowana przez czynniki doświadczenia w podobnym stopniu co intensywność fotosyntezy (A). Po zastosowaniu biostymulatorów i zaprawy biologicznej do zaprawiania orzeszków gryki parametry E i A osiągnęły niższe wartości przy wyższych poziomach czynników. Natomiast po zastosowaniu użyźniacza glebowego i biostymulatora w formie oprysku intensywność E i A osiągnęła wyższe wartości przy wyższych poziomach czynników. Odnotowano istotny spadek przewodności szparkowej (G_s) wraz ze wzrostem poziomu czynnika po zastosowaniu do zaprawiania orzeszków gryki zaprawy biologicznej i następnie biostymulatora.

Współczynnik wykorzystania wody (WUE) przez rośliny gryki, był znacząco wyższy po zastosowaniu zaprawy biologicznej przy niskim i wysokim poziomie badanego czynnika w porównaniu z kontrolą. Wartość WUE malała natomiast po zastosowaniu użyźniacza glebowego wraz ze wzrostem poziomu czynnika. Chwilowy fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUEI) zdeterminowany warunkami wewnętrznymi samej rośliny (genetycznymi) wykazywał istotnie niższe wartości u roślin, których orzeszki przed wysadzeniem zaprawiane były biostymulatorem, a niższe gdy zaprawą biologiczną przy niskim i wysokim poziomie czynnika w porównaniu z kontrolą.

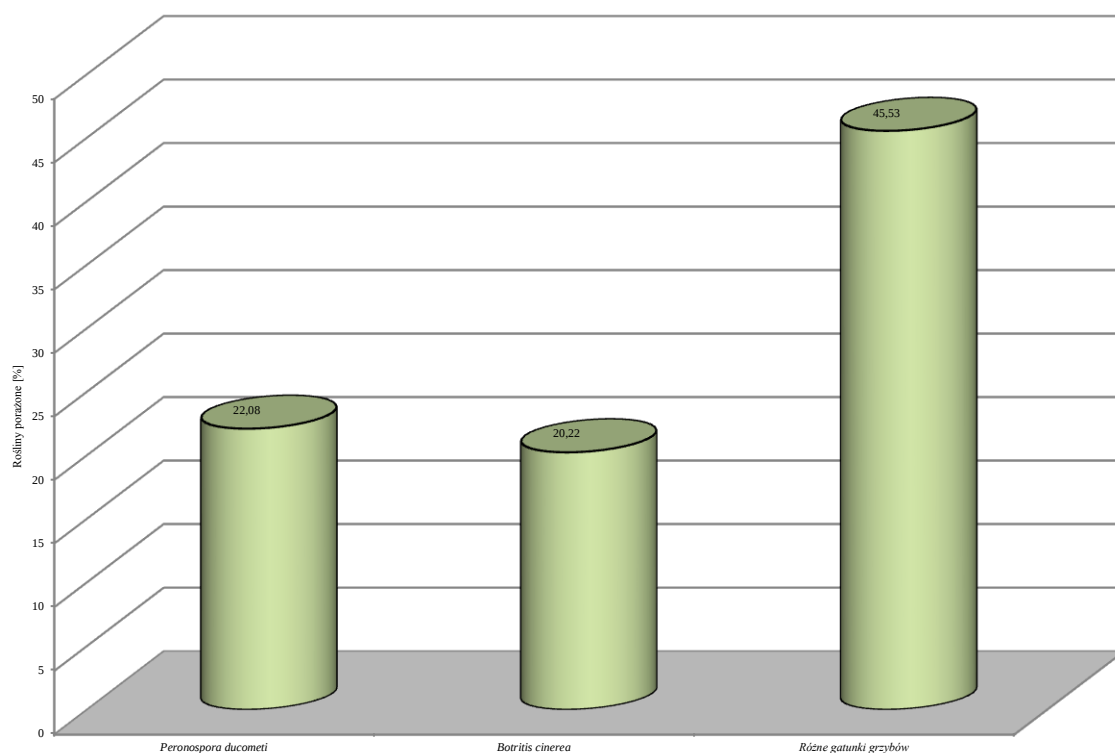
Tabela 21. Wpływ badanych czynników na parametry wymiany gazowej roślin gryki (synteza z dwóch terminów – patrz załącznik)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
C_i					
Termin pomiaru	278,9	-	271,3	0,003	-
Biostymulator (zaprawa)	269,4	275,3	280,2	0,004	0,483
Zaprawa biologiczna	274,6	275,4	275,0	0,950	0,494
Użyźniacz glebowy	282,0	277,4	262,5	0,000	0,048
Biostymulator (nalistnie)	274,4	274,2	278,1	0,370	0,643
E					
Termin pomiaru	5,665	-	4,834	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	5,684	5,108	5,168	0,000	0,000
Zaprawa biologiczna	5,110	5,409	4,989	0,117	0,003
Użyźniacz glebowy	5,009	5,204	5,602	0,000	0,048
Biostymulator (nalistnie)	5,212	5,212	5,380	0,115	0,058
g_s					
Termin pomiaru	0,356	-	0,226	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	0,304	0,284	0,296	0,520	0,000
Zaprawa biologiczna	0,312	0,288	0,278	0,000	0,010
Użyźniacz glebowy	0,289	0,293	0,288	0,436	0,249
Biostymulator (nalistnie)	0,305	0,291	0,278	0,000	0,252
A					
Termin pomiaru	13,94	-	10,66	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	12,47	12,42	11,83	0,208	0,689
Zaprawa biologiczna	12,83	12,16	12,13	0,043	0,034
Użyźniacz glebowy	11,92	12,13	13,11	0,013	0,018
Biostymulator (nalistnie)	12,93	12,08	12,21	0,118	0,010
WUE					
Termin pomiaru	2,923	-	2,275	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	2,321	2,768	2,455	0,122	0,000
Zaprawa biologiczna	2,768	2,475	2,740	0,546	0,001
Użyźniacz glebowy	2,728	2,605	2,455	0,006	0,905
Biostymulator (nalistnie)	2,692	2,558	2,609	0,494	0,621
$WUEI$					
Termin pomiaru	0,0410	-	0,0505	0,000	-
Biostymulator (zaprawa)	0,0426	0,0479	0,0437	0,459	0,002
Zaprawa biologiczna	0,0471	0,0447	0,0471	0,964	0,052
Użyźniacz glebowy	0,0451	0,0457	0,0467	0,296	0,771
Biostymulator (nalistnie)	0,0471	0,0445	0,0475	0,705	0,020

W badanym sezonie wegetacyjnym ocenę zdrowotności: liści, podstawy łodyg oraz korzeni wykonano w fazie BBCH 60-69 - pełni kwitnienia gryki. Nasilenie występowania chorób infekcyjnych roślin między innymi zależy od przebiegu warunków hydrotermicznych, jednakże ze względu na jednosezonowość badań można je pominąć.

Przeprowadzona ocena zdrowotności liści gryki odmiany Kora wykazała, że średnio ponad 45% roślin miało zmiany w postaci plam nekrotycznych, których sprawcy nie są do końca znani (Rysunek 63). Poza tym niemalże w takim samym nasileniu stwierdzono występowanie

mączniaka rzekomego powodowanego przez grzyba *Peronospora ducometi* oraz szarej pleśni, której sprawcą jest *Botrytis cinerea*.

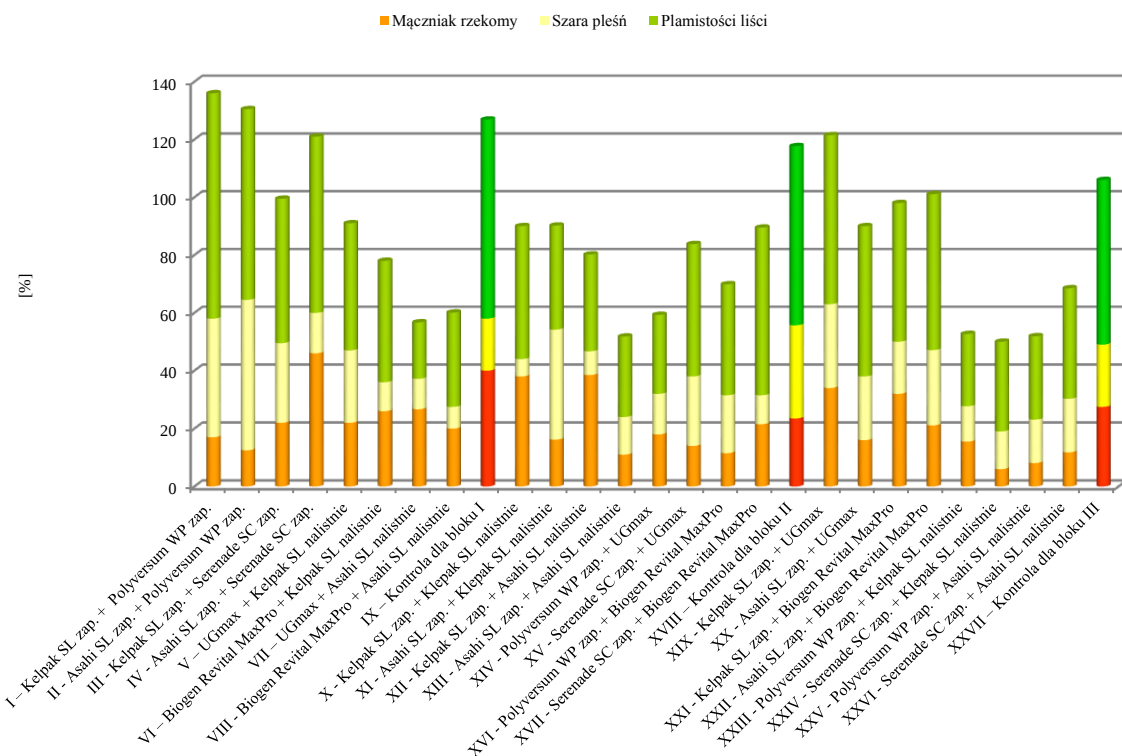


Rysunek 63. Porażenie liści gryki przez grzyby niezależnie od zastosowanych zabiegów

Zastosowane zabiegi ochronne z udziałem biopreparatów, biostymulatorów oraz użyźniaczy glebowych wpływały na ilość roślin porażanych przez poszczególnych sprawców chorób (Tabela 22, Rysunek 64, Rysunek 65, Rysunek 66, Rysunek 67). Na ogół większość zaproponowanych wariantów ochronnych była skuteczna w ograniczeniu porażenia liści przez grzyby takie jak: *Peronospora ducometi*, liczne gatunki wywołujące plamistości liści oraz *Botrytis cinerea* co doskonale oddaje sumaryczne zestawienie na rysunku 12. W obrębie I bloku wzrost pogorszenia zdrowotności obserwowano dla I i II kombinacji z udziałem zaprawiania nasion biostymulatorami wraz z biopreparatem Polyversum WP. Poza tym pogorszenie zdrowotności liści notowano w obiekcie (XIX) z zaprawieniem nasion Kelpak SL i zastosowaniem użyźniacza glebowego UG Max. Uzyskane wyniki nie pozwalają na jednoznaczne określenie wpływu zastosowanych kombinacji na rozwój wymienionych grzybów na liściach gryki.

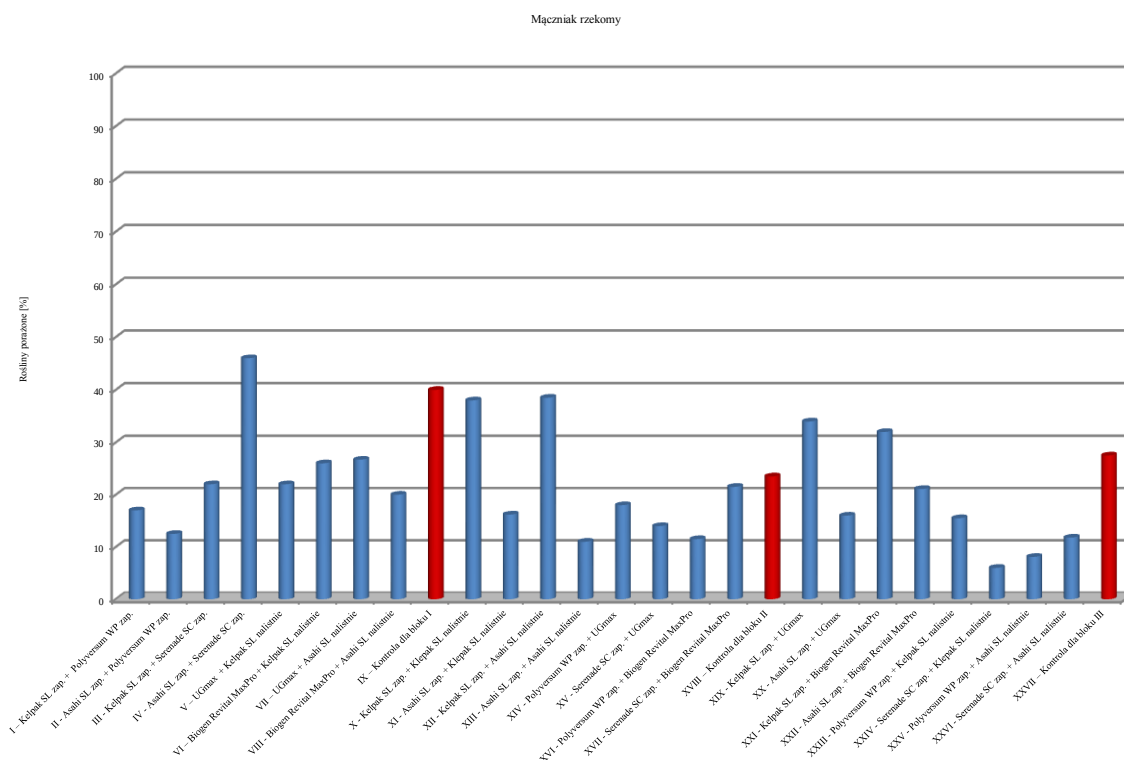
Tabela 22. Choroby liści gryki w zależności od zastosowanych zabiegów biopreparatami, biostymulatorami oraz użyźniaczami glebowymi

Kombinacje	Choroby liści		
	Mączniak rzekomy gryki (<i>Peronospora ducometi</i>)	Szara pleśń (<i>Botrytis cinerea</i>)	Plamistości liści (Różne gatunki grzybów)
I – Kelpak SL zap. + Polyversum WP zap.;	17,0	41,0	78,0
II - Asahi SL zap. + Polyversum WP zap.;	12,5	52,0	66,0
III - Kelpak SL zap. + Serenade SC zap.;	22,0	27,5	50,0
IV - Asahi SL zap. + Serenade SC zap.;	46,0	14,0	61,0
V – UGmax użyźniacz glebowy + Kelpak SL nalistnie;	22,0	25,0	44,0
VI – Biogen Revital MaxPro + Kelpak SL nalistnie;	26,0	10,0	42,0
VII – UGmax użyźniacz glebowy + Asahi SL nalistnie;	26,7	10,5	19,5
VIII - Biogen Revital MaxPro + Asahi SL nalistnie;	20,0	7,5	32,6
IX – Kontrola dla bloku I	40,0	18,0	68,9
X - Kelpak SL zap. + Klepak SL nalistnie;	38,0	6,0	46,0
XI - Asahi SL zap. + Klepak SL nalistnie;	16,2	38,0	36,0
XII - Kelpak SL zap. + Asahi SL nalistnie;	38,5	8,2	33,5
XIII - Asahi SL zap. + Asahi SL nalistnie;	11,0	13,0	27,8
XIV - Polyversum WP zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	18,0	14,0	27,3
XV - Serenade SC zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	14,0	24,0	45,8
XVI - Polyversum WP zap. + Biogen Revital MaxPro;	11,5	20,0	38,4
XVII - Serenade SC zap. + Biogen Revital MaxPro;	21,5	10,0	58,0
XVIII – Kontrola dla bloku II	23,5	32,2	62,0
XIX - Kelpak SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	34,0	29,0	58,5
XX - Asahi SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	16,0	22,0	52,0
XXI - Kelpak SL zap. + Biogen Revital MaxPro;	32,0	18,0	48,0
XXII - Asahi SL zap. + Biogen Revital MaxPro;	21,1	26,0	54,0
XXIII - Polyversum WP zap. + Kelpak SL nalistnie;	15,5	12,2	25,0
XXIV - Serenade SC zap. + Klepak SL nalistnie;	6,0	13,0	31,0
XXV - Polyversum WP zap. + Asahi SL nalistnie;	8,1	15,0	28,8
XXVI - Serenade SC zap. + Asahi SL nalistnie;	11,8	18,5	38,2
XXVII – Kontrola dla bloku III	27,5	21,5	57,0



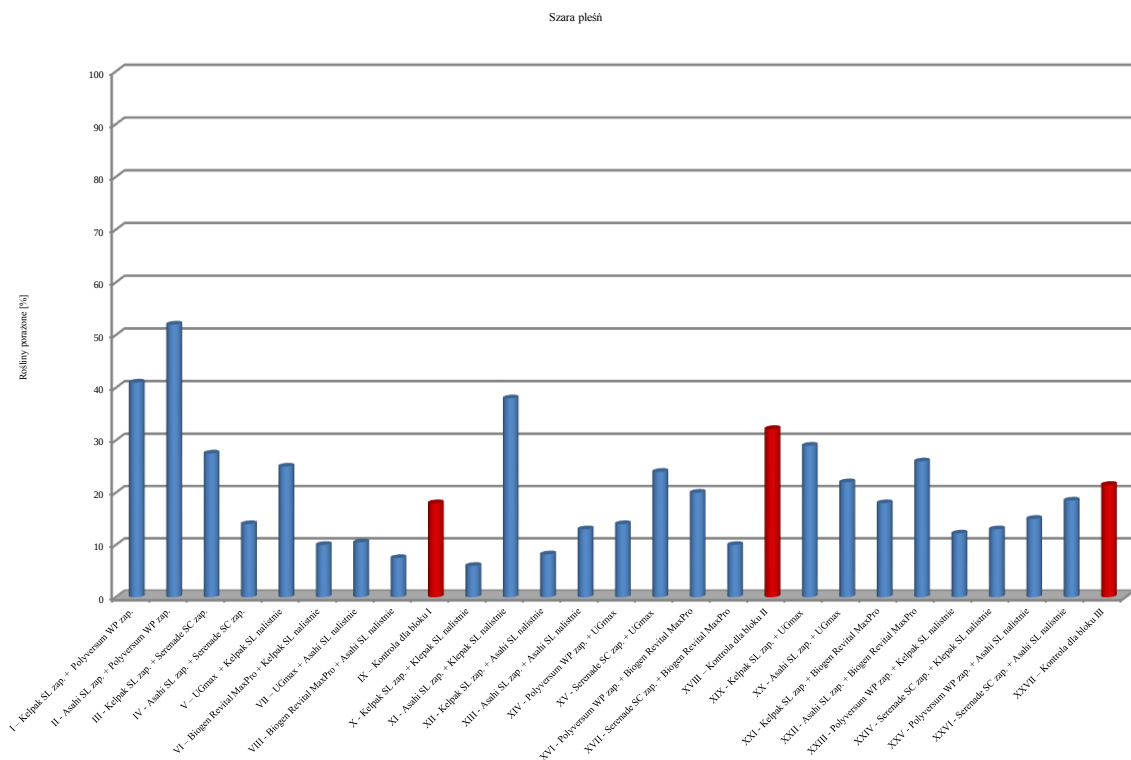
Rysunek 64. Wpływ różnego rodzaju biopreparatów i sposobu ich stosowania na występowanie chorób infekcyjnych liści gryki

Spośród analizowanych kombinacji jedynie przewidziane łączne zaprawianie nasion gryki biostymulatorem Asahi SL i biopreparatem Serenade ASO nieznacznie sprzyjało rozwojowi mączniaka rzekomego w obrębie I bloku badawczego (Rysunek 65). Zwiększenie udziału roślin z objawami tej choroby odnotowano także dla kombinacji z zaprawianiem nasion auksynami i cytokininami pozyskanymi z alg *Ecklonia maxima* i aplikacją preparatów poprawiających środowisko glebowe takich jak: UGmax i Biogen Revital MaxPro (XIX i XXI). Z kolei najniższy nieprzekraczający 10% odsetek roślin z objawami mączniaka rzekomego obserwowano w obiektach XXV i XXVI, w których nasiona przewidzianie zaprawiono biopreparatami Polyversum WP i Serenade ASO, a później aplikowano nalistnie nitrofenole (Asahi SL). Podobny efekt ochronny przed *Peronospora ducometi* uzyskano w obiekcie z zastosowaniem Asahi SL do zaprawiania nasion i nalistnie (XIII).



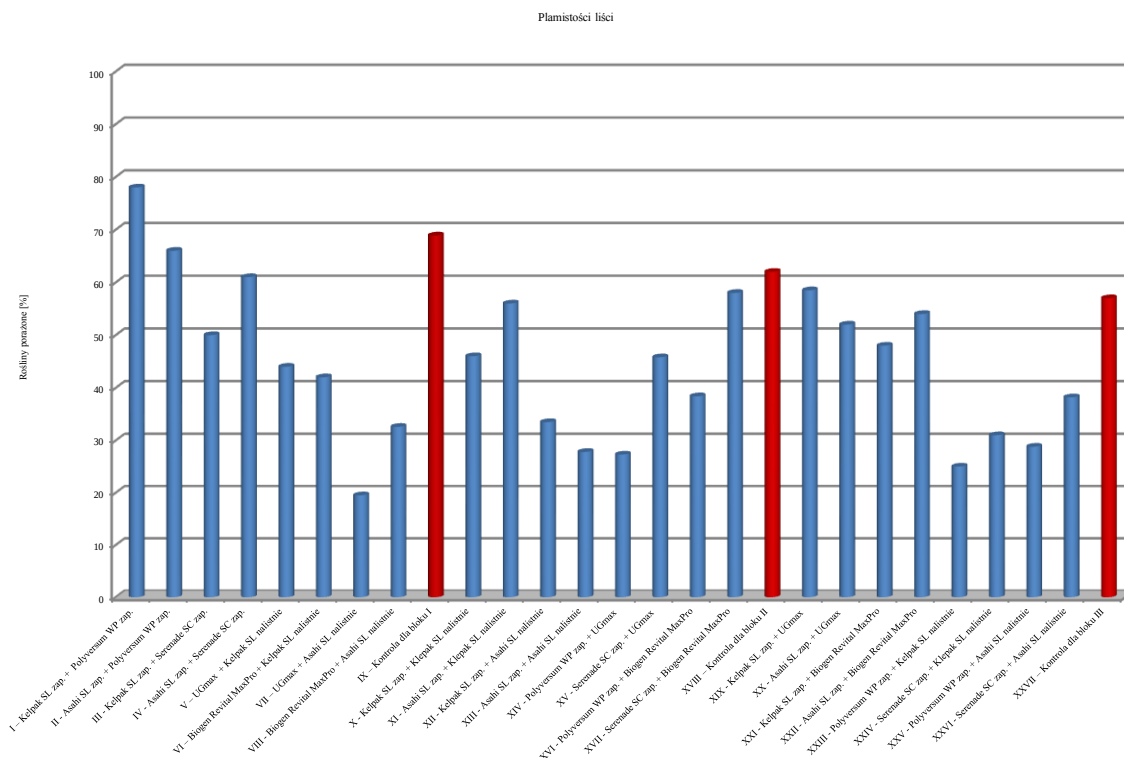
Rysunek 65. Wpływ różnego rodzaju biopreparatów i sposobu ich stosowania na występowanie mączniaka rzekomego na liściach gryki

Z analizowanych chorób szara pleśń w najmniejszym stopniu opanowała liście gryki. Mimo, że jej średnie nasilenie utrzymywało się na poziomie 20%, a w obiektach kontrolnych odpowiednio 18%, 32% i 21.5%, to użycie do zaprawiania biostymulatorów wraz z zarodnikami *Pythium oligandrum* sprawiało, że udział roślin chorych wzrastał od 41% do 52% (Tabela 22, Rysunek 66). Wyjątkowo korzystne efekty ochronne zmniejszające udział roślin porażonych przez *Botrytis cinerea* do 6% oraz 8% zanotowano po dwukrotnym zastosowaniu biostymulatora Kelpak SL (przedsiewne moczenie nasion i aplikacja nalistna) (X) oraz w takim samym wariancie z opryskiem wykonanym Asahi SL (XII). Dużą skuteczność w ograniczeniu rozwoju *Botrytis cinerea* można przypisać nalistnej aplikacji nitrofenoli (Asahi SL) zastosowanej na obiektach gdzie uprzednio użyto Biogen Revital Max Pro i użyźniacz glebowy UG Max (XIII i XVII).



Rysunek 66. Wpływ różnego rodzaju biopreparatów i sposobu ich stosowania na występowanie szarej pleśni na liściach gryki

W eksperymencie polowym niezależnie od zastosowanych zabiegów z największą intensywnością na liściach pojawiła się plamistość liści – sklasyfikowana jako jednostka chorobowa gryki (Tabela 22, Rysunek 67).



Rysunek 67. Wpływ różnego rodzaju biopreparatów i sposobu ich stosowania na występowanie plamistości liści gryki

Według doniesień literaturowych sprawcami wywołującymi tę chorobę jest wiele gatunków grzybów: *Ascochyta* spp., *Alternaria* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Phyllostica polygonarum*, *Fusicladium fagopyri*. Korzystne warunki do bytowania na liściach grzybów wywołujących plamistość stwierdzano w kombinacji łącznego zastosowania do zaprawiania bioregulatora Kelpak SL z Polyversum WP oraz w obiektach kontrolnych (I, II, III bloku). Zatem wszystkie zaproponowane kombinacje ochrony ograniczały nasilenie plamistości liści.

Nekrotyczne plamy są więc efektem kompleksowego porażenia przez liczne gatunki grzybów, które szerzej zaprezentowano w analizie mikologicznej wykonanej na liściach z objawami plamistości (Tabela 23). Ogólna populacja grzybów wyosobnionych z liści gryki liczyła 2115 izolatów i składała się z 19 gatunków grzybów zaliczonych do 16 rodzajów. Warto zaznaczyć, że ponad 59% stanowiły gatunki dominujące: *Alternaria alternata* (24,6%), *Bipolaris sorokiniana* (14,2%), *Phyllostica polygonarum* (12,0%) i *Botrytis cinerea* (8,5%), co pozwala uznać je za głównych sprawców plamistości. Jednakże nie należy pominąć pozostałych 14 gatunków, które rekrutowały się głównie z groźnych patogenów chociażby takich jak *Phoma* spp., *Fusarium* spp. czy *Sclerotinia sclerotiorum*. Łączny udział influentów (grzybów, których udział jest na poziomie 1-5%) był na poziomie 39,8% ogółu populacji.

Udział poszczególnych gatunków i ich częstotliwość wyisobnień kształtowały zastosowane zabiegi ochronne, który swój udział zaznaczyły już wcześniej w nasileniu występowania choroby. W świetle przeprowadzonych badań stwierdzono ścisłą zależność między ilością roślin porażonych, a liczebnością uzyskanych z nich zbiorowisk grzybów.

Obserwowany w wyizolowanych zbiorowiskach grzybów stosunek ilości patogenów do saprobiontów i antagonistów przedstawiał się różnie w poszczególnych kombinacjach (Rysunek 69). Na ogół zbiorowiska grzybów odpowiedzialne za rozwój plamistości w obrębie każdej kombinacji z decydującą przewagą zawierały gatunki patogeniczne. Jednakże 100% frekwencję patogenów odnotowano w przypadku pięciu kombinacji: V (UGmax + Kelpak SL nalistnie), VIII (Biogen Revital MaxPro + Asahi SL nalistnie), XV (Serenade ASO zap.+ UGmax), XVI (Polyversum WP + Biogen Revital MaxPro) oraz XX (Asahi SL + UGmax). Z kolei największą ilość saprobiontów reprezentowanych przez *Epicoccum nigrum*, *Aspergillus niger* i *Mucor* spp. stwierdzano w populacji grzybów wyizolowanych z liści gryki pochodzących z obiektów, gdzie nasiona zaprawiono biostymulatorem Asahi SL oraz Serenade ASO (11,76%). Ponadto w kombinacji tej odnotowano największy (11,76%) udział antagonistycznego gatunku *Trichoderma koningii*. Gatunek ten w znacznie mniejszym nasileniu pojawił się jeszcze tylko w pięciu kombinacjach (Rysunek 69).

Tabela 23. Grzyby wyizolowane z liści gryki z objawami plamistości

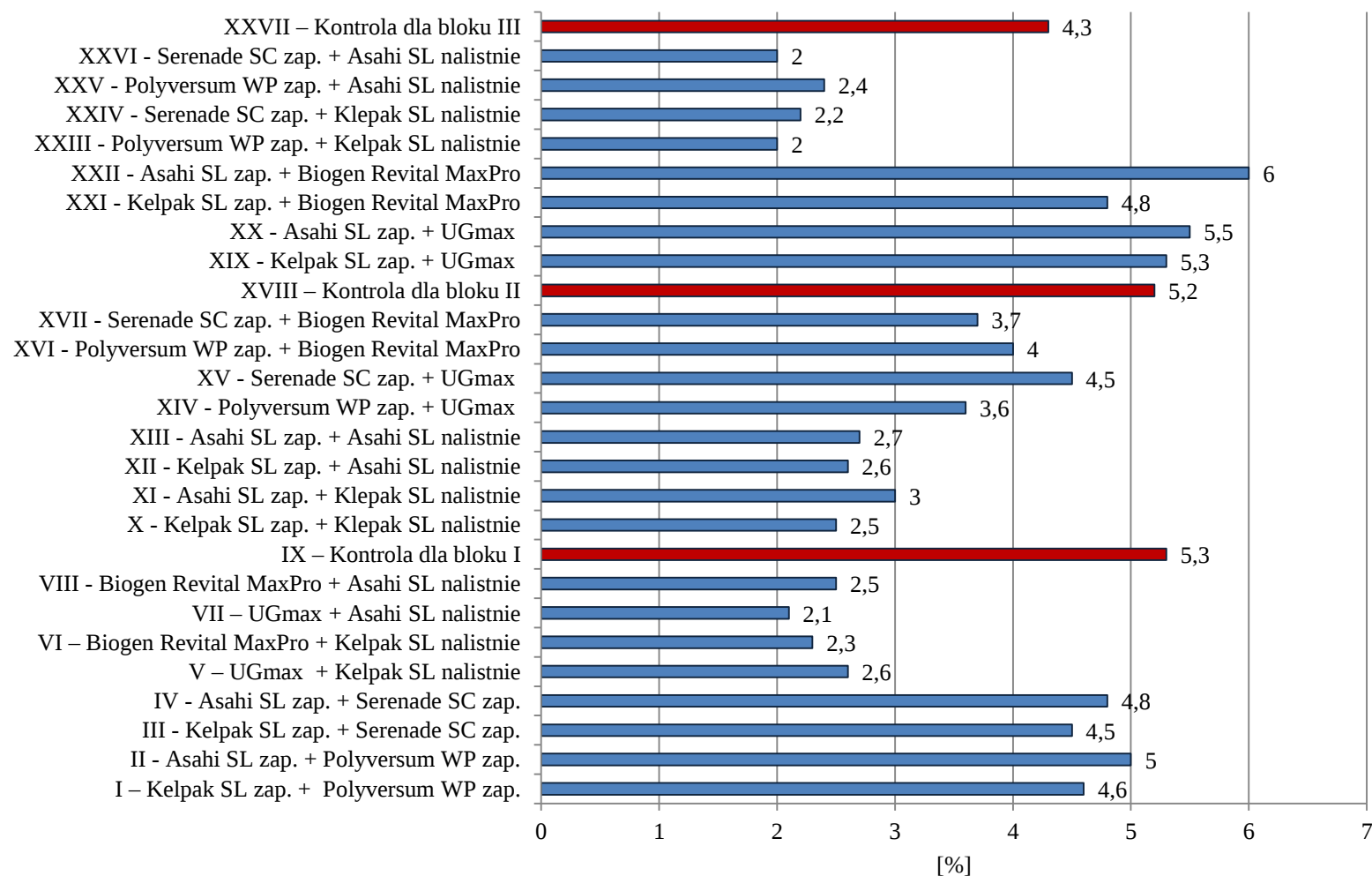
Gatunek grzyba	Liczba izolatów	Udział w [%]	Przynależność gatunków
<i>Alternaria alternata</i>	520	24,6	dominanty
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	301	14,2	
<i>Phyllostica polygonarum</i>	254	12,0	
<i>Botrytis cinerea</i>	179	8,5	
<i>Ramularia</i> spp.	95	4,5	
<i>Curvularia</i> spp.	91	4,3	influenty
<i>Phoma exigua</i> ssp. <i>exigua</i>	87	4,1	
<i>Fusarium proliferatum</i>	68	3,2	
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	64	3,0	
<i>Fusarium solani</i>	64	3,0	
<i>Epicoccum nigrum</i>	62	2,9	
<i>Chaetomium globosum</i>	61	2,9	
<i>Fusarium oxysporum</i>	55	2,6	
<i>Phoma glomerata</i>	53	2,5	
<i>Microsporium equinum</i>	50	2,4	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	39	1,8	
<i>Trichoderma koningii</i>	28	1,4	
<i>Mucor</i> spp.	25	1,2	
<i>Aspergillus niger</i>	19	0,9	
Łącznie	2115	100	grzyby akcesoryczne

Legenda do tabeli 24.

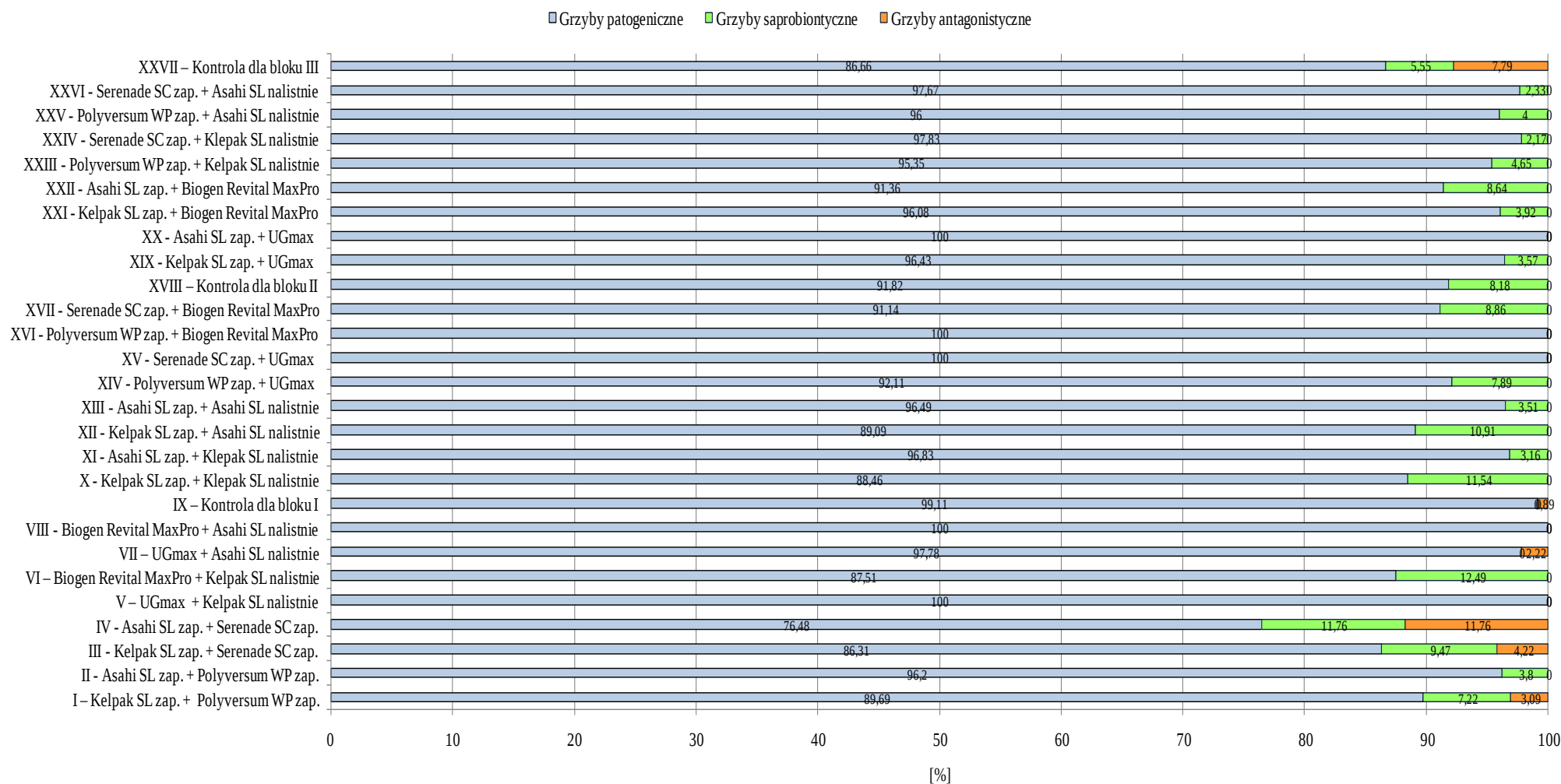
I – Kelpak SL zap. + Polyversum WP zap.;	XV - Serenade SC zap. + UGmax użyźniacz glebowy;
II - Asahi SL zap. + Polyversum WP zap.;	XVI - Polyversum WP zap. + Biogen Revital MaxPro;
III - Kelpak SL zap. + Serenade SC zap.;	XVII - Serenade SC zap. + Biogen Revital MaxPro;
IV - Asahi SL zap. + Serenade SC zap.;	XVIII – Kontrola dla bloku II
V – UGmax użyźniacz glebowy + Kelpak SL nalistnie;	XIX - Kelpak SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;
VI – Biogen Revital MaxPro + Kelpak SL nalistnie;	XX - Asahi SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;
VII – UGmax użyźniacz glebowy + Asahi SL nalistnie;	XXI - Kelpak SL zap. +; Biogen Revital MaxPro;
VIII - Biogen Revital MaxPro + Asahi SL nalistnie;	XXII - Asahi SL zap. + Biogen Revital MaxPro;
IX – Kontrola dla bloku I	XXIII - Polyversum WP zap. + Kelpak SL nalistnie;
X - Kelpak SL zap. + Kelpak SL nalistnie;	XXIV - Serenade SC zap. + Kelpak SL nalistnie;
XI - Asahi SL zap. + Kelpak SL nalistnie;	XXV - Polyversum WP zap. + Asahi SL nalistnie;
XII - Kelpak SL zap. + Asahi SL nalistnie;	XXVI - Serenade SC zap. + Asahi SL nalistnie;
XIII - Asahi SL zap. + Asahi SL nalistnie;	XXVII – Kontrola dla bloku III
XIV - Polyversum WP zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	

Tabela 24 Analiza ilościowa i jakościowa grzybów zasiedlających liście gryki w zależności od zastosowanych zabiegów ochronnych

Gatunek grzyba	Kombinacje																										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII
<i>Alternaria</i>	33	45	35	18	25		4	7	18	25	9	10	29	5	23	8	12	8	34	37	16	62	12	7	4	19	15
<i>Aspergillus</i>										1		2	2					2		4	4	2					2
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	10	8	12	9	5	4	2	12	35	10	5	12	3	6	23	20	27	22	9	25	8	9	2	6	3	2	12
<i>Botrytis cinerea</i>	18	6	15	7	1	25	13	19	10	7	4	6			9	3		4	14	8	1		3		2		4
<i>Chaetomium</i>				3	2				9		3			10	6	11				1		13			2		1
<i>Colletotrichum</i>			6	13	9		4	1			4			1	5		3	1	4		2	3	3		4	1	
<i>Curvularia</i> spp.	7	3		4	7	1	2	5	3		3	5		6		12	4	1	6	1		7	5	8			1
<i>Epicoccum</i>	4		6			5				6	1	6		3			7	9	2			7			2	1	3
<i>Fusarium</i>			5		1		2	3	6		8			2		3		2			4	3	4	5	1	4	2
<i>Fusarium</i>	3	4						3	4	3				9	8		10	4	2		8	4		3			3
<i>Fusarium</i>			2				1				2	3		7				15	3	9	12	1	1	1		1	6
<i>Microsporium</i>	6	15			1	2		1			3							5		1		4	2	3	2		5
<i>Mucor</i> spp.	3	4	3	12		1								1										1			
<i>Phoma glomerata</i>					2			2			6		5	8		4			7		10	2	1	3		2	1
<i>Phoma exiqua</i>	5			2		3	1		3	1			9	12		9		2	5	2	10	6	3		8	4	2
<i>Phyllostica polygonarum</i>		5		16	1	7	10		18		11	13	4		22	6	8	19	20	26	24	2	4	9	14	4	11
<i>Ramularia</i> spp.	3		7	6			5		5		3		3	4		9	8	18	4	3	3				5		9
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	2	16											2							4			1		3	5	6
<i>Trichoderma</i>	3		4	12			1		1																		7
Łącznie	97	106	95	102	54	48	45	53	112	52	63	55	57	76	96	85	79	110	112	117	102	127	43	46	50	43	90



Rysunek 68. Wpływ zabiegów wykonanych biopreparatami i biostymulatorami na liczebność grzybów wyizolowanych z liści gryki w odniesieniu do ogółu wyosobnień



Rysunek 69. Struktura grzybów wyizolowanych z liści gryki w zależności od zastosowanych biopreparatów i biostymulatorów

Na podstawie przeprowadzonej oceny porażenia podstawy łodyg i korzeni gryki stwierdzono, że zmiany zgorzelowe obejmują średnio od 8 do 28% roślin (Tabela 25). Najwyższy odsetek roślin porażonych stwierdzono w kontroli III i I oraz w kombinacji XV z zastosowaniem zaprawy Serenade ASO i użyźniacza glebowego UG Max. Z kolei najmniejsze nasilenie na poziomie 8% notowano w kombinacjach z udziałem biostymulatora Asahi SL i Serenade ASO użytych do zaprawiania nasion oraz X (Kelpak SL zap.+ Kelpak SL nalistnie). Wyniki te jednoznacznie wskazują, że pozostałe kombinacje ochronne również przyczyniały się do ograniczenia w ilości roślin objętych zgorzelą podstawy łodygi i korzeni.

Tabela 25. Zgorzel podstawy łodygi i korzeni w zależności od zastosowanych zabiegów biopreparatami, biostymulatorami oraz użyźniaczami glebowymi

Kombinacje	Zgorzel podstawy łodygi i korzeni
I – Kelpak SL zap. + Polyversum WP zap.;	14,0
III - Kelpak SL zap. + Serenade SC zap.;	12,0
IV - Asahi SL zap. + Serenade SC zap.;	8,0
V – UGmax użyźniacz glebowy + Kelpak SL nalistnie;	20,0
VI – Biogen Revital MaxPro + Kelpak SL nalistnie;	16,0
VII – UGmax użyźniacz glebowy + Asahi SL nalistnie;	12,0
VIII - Biogen Revital MaxPro + Asahi SL nalistnie;	12,0
IX – Kontrola dla bloku I	24,0
X - Kelpak SL zap. + Kelpak SL nalistnie;	8,0
XI - Asahi SL zap. + Kelpak SL nalistnie;	12,0
XII - Kelpak SL zap. + Asahi SL nalistnie;	14,0
XIII - Asahi SL zap. + Asahi SL nalistnie;	8,0
XIV - Polyversum WP zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	20,0
XV - Serenade SC zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	24,0
XVI - Polyversum WP zap. + Biogen Revital MaxPro;	16,0
XVII - Serenade SC zap. + Biogen Revital MaxPro;	16,0
XVIII – Kontrola dla bloku II	20,0
XIX - Kelpak SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	20,0
XX - Asahi SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	16,0
XXI - Kelpak SL zap. + Biogen Revital MaxPro;	22,0
XXII - Asahi SL zap. + Biogen Revital MaxPro;	12,0
XXIII - Polyversum WP zap. + Kelpak SL nalistnie;	10,0
XXIV - Serenade SC zap. + Kelpak SL nalistnie;	20,0
XXV - Polyversum WP zap. + Asahi SL nalistnie;	14,0
XXVI - Serenade SC zap. + Asahi SL nalistnie;	28,0
XXVII – Kontrola dla bloku III	28,0

W wyniku przeprowadzonej izolacji grzybów z porażonych korzeni gryki uzyskano łącznie 2390 izolatów, z czego 904 przypadło na *Alternaria alternata*, co stanowiło aż 37,8% udziału wyosobnionych grzybów (Tabela 26). Poza tym w randze dominantów wystąpiły *Bipolaris sorokiniana* (26,5%) i *Fusarium oxysporum* (11,3%), które łącznie z *A. alternata* stanowiły ponad 75%. Zbiorowiska grzybów wyizolowanych z korzeni gryki w

porównaniu z uzyskanymi z liści, były bardziej zróżnicowane pod względem gatunkowym oraz bardziej liczne.

Tabela 26. Grzyby wyizolowane z korzeni gryki z objawami zgorzeli

Gatunek grzyba	Liczba izolatów	Udział w [%]	Przynależność gatunków
<i>Alternaria alternata</i>	904	37,8	dominanty
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoemaker	634	26,5	
<i>Fusarium oxysporum</i>	269	11,3	
<i>Fusarium proliferatum</i>	89	3,7	influenty
<i>Phoma glomerata</i>	64	2,7	
<i>Botrytis cinerea</i>	47	1,9	
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.)	44	1,8	
<i>Trichoderma koningii</i>	43	1,8	
<i>Fusarium solani</i>	31	1,3	
<i>Aspergillus niger</i>	31	1,3	
<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	27	1,1	
<i>Rhizoctonia solani</i>	26	1,1	
<i>Phoma exiqua</i>	25	1,0	
<i>Mucor spp.</i>	24	1,0	
<i>Penicillium funiculosum</i>	19	0,8	grzyby akcesoryczne
<i>Curvularia spp.</i>	17	0,7	
<i>Microsporium equinum</i>	18	0,7	
<i>Penicillium spp.</i>	15	0,6	
<i>Chaetomium globosum</i>	12	0,5	
<i>Ramularia spp.</i>	13	0,5	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	13	0,5	
<i>Phytophthora ramorum</i>	12	0,5	
<i>Geotrichum candidum</i>	9	0,4	
<i>Rhizopus spp.</i>	4	0,2	
Łącznie	2390	100	

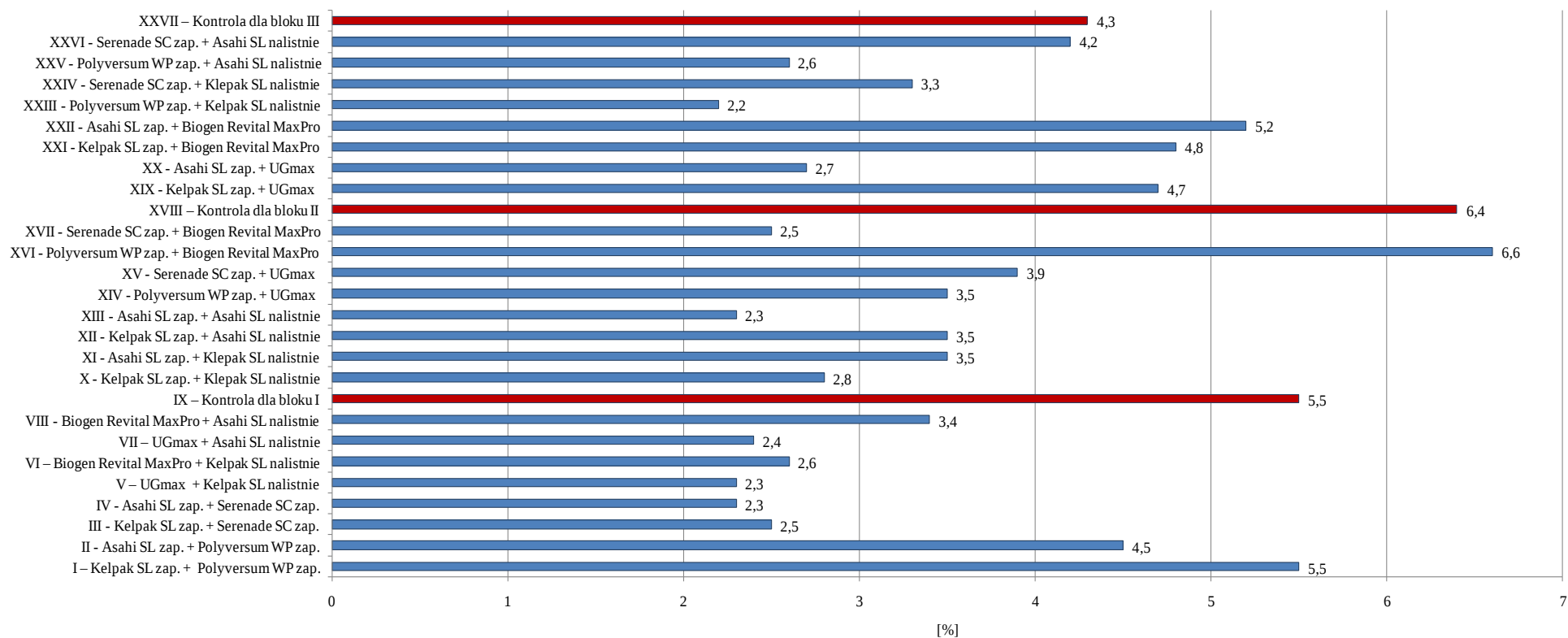
Zastosowane kombinacje z wykorzystaniem różnych wariantów łączenia biopreparatów z biostymulatorami oraz polepszaczami glebowymi w znaczący sposób kształtowały zbiorowiska wyizolowanych z korzeni grzybów zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym. Wyrazem tego są duże rozbieżności między zbiorowiskami grzybów wyisobnionych w poszczególnych kombinacjach. Najuboższa pod tym względem była populacja grzybów uzyskana z korzeni gryki pochodzącej z obiektu gdzie zastosowano użyźniacz glebowy i dolistnie aplikowano auksyny i cytokininy (Kelpak SL). Zbiorowisko to tworzyły tylko cztery gatunki grzybów: *A.alternata*, *B. sorokiniana*, *P.glomerata* i *P.exiqua*, których łączny udział wynosił 56 (Tabela 27). Z kolei łączne użycie do zaprawiania nasion Kelpak SL i Polyversum WP skutkowało izolowaniem z korzeni największej ilości gatunków, których odnotowano aż 14 przy 132 izolatach. Rysunek 70 wyraźnie wskazuje, że w 23 zastosowanych kombinacjach notowano mniejszą liczebność izolowanych grzybów niż w

kontroli. Jedynie w kombinacji XVI (Polyversum WP zap. + Biogen Revital MaxPro) ilość izolatów była większa w porównaniu z kontrolą.

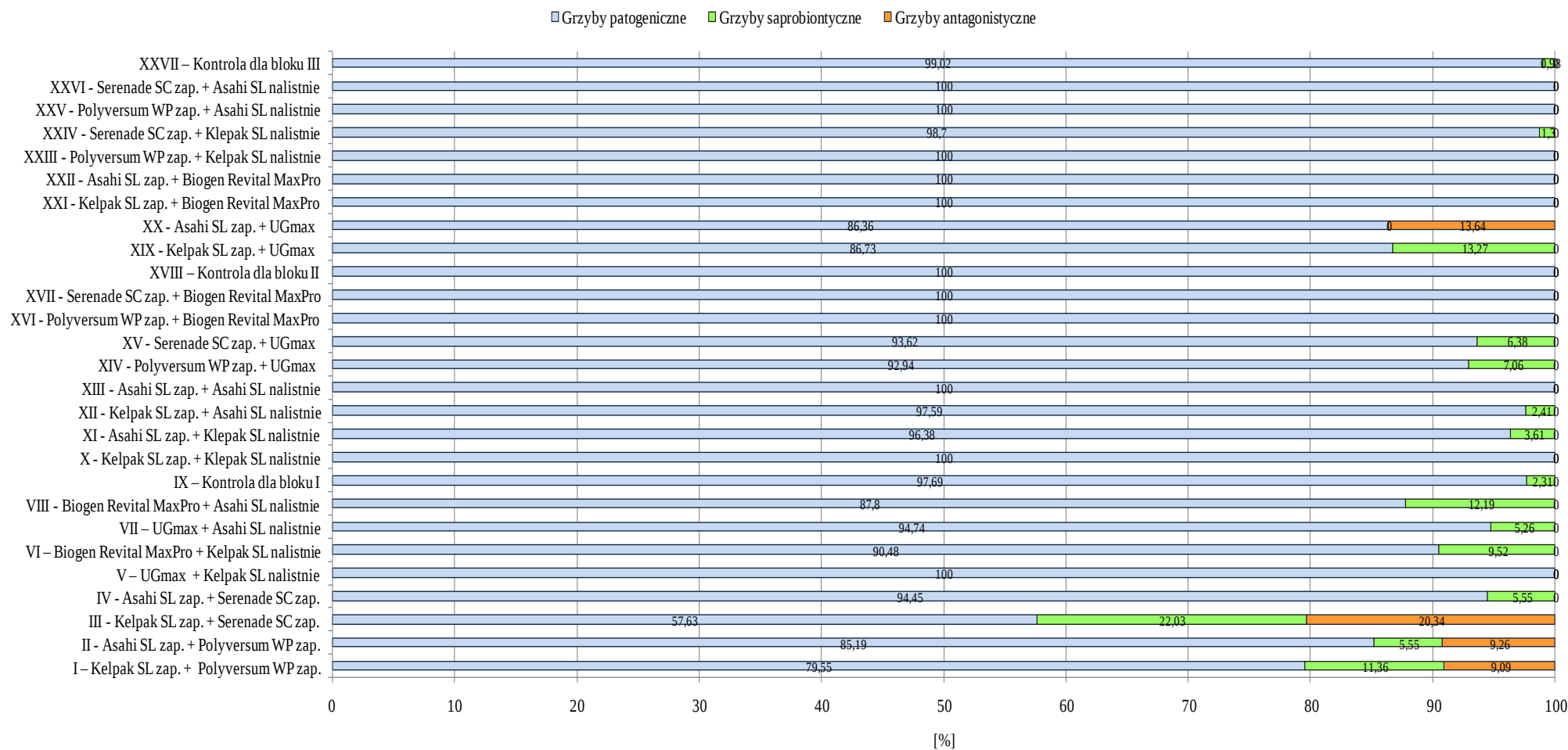
Dokładnie analizując strukturę grzybów tworzących poszczególne zbiorowiska, zaobserwowano, że w 11 kombinacjach rekrutowały się tylko i wyłącznie z samych gatunków patogenicznych (Rysunek 71). W trzech kombinacjach z udziałem zaprawy biologicznej Polyversum WP zarówno z dodatkiem biostymulatora Asahi SL jak i Kelpak SL (I, II) oraz łącznego zaprawiania nasion Serenade ASO i Kelpak SL (III) notowano udział grzybów antagonistycznych oraz saprobiontów.

Tabela 27. Analiza ilościowa i jakościowa grzybów zasiedlających porażone korzenie gryki w zależności od zastosowanych zabiegów ochronnych

Gatunek	I	II	II	I	V	V	VI	VI	IX	X	X	XI	XI	XI	X	X	XV	XVI	XI	X	X	XX	XXI	XXI	XX	XX	XXV
<i>Alternaria</i>	47	35	9	2	3	2	17	27	52	1	1	60	27	33	3	42	11	46	26	33	63	84	30	34	30	42	45
<i>Aspergillus</i>		3	3			6			1						3				15								
<i>Bipolaris</i>	19	36		4	1	1	13	24	43	3	3	15	12	15	63	74	21	66	51		15	9	7	20		11	29
<i>Botrytis</i>	6	6	3	6		3		6	1	7		1						3									5
<i>Chaetomiu</i>												1	2	6									2	1			
<i>C.</i>	3						9		2							3		6			18		3				
<i>Curvularia</i>							3									3	6							4			1
<i>Fusarium</i>	6	12	9	3		9	9	7	27	6	2		8	13		24	15	18	15	17	13	12	2		14	9	
<i>Fusarium</i>		3					3	5			4		2	9			3	8	3		6			9	7	18	9
<i>Fusarium</i>	6			3					5			3	1										4			6	3
<i>Geotrichum</i>						3	4					1															1
<i>Microspori</i>							3								4	6	3							2			
<i>Mucor spp.</i>	6	3	2				3	5	1						3												1
<i>Penicillium</i>	3		3						1			2		6													
<i>Penicillium</i>	6		5					5			3																
<i>Phoma</i>	3		3		1		6											5	3	7		9		1	4	9	2
<i>Phoma</i>					4								3			7					9			2			
<i>Phytophtho</i>	6		3																					3			
<i>Ramularia</i>			3			9																					1
<i>Rhizoctonia</i>				6						3													5		7	3	2
<i>Rhizopus</i>				3																				1			
<i>Sclerotium</i>	6														18											3	
<i>Sclerotinia</i>	3		4	3																							3
<i>Trichoderm</i>	12	10	1																	9							
Łącznie	13	10	5	5	5	6	57	82	13	6	8	83	52	85	94	15	59	152	11	66	11	123	53	77	62	101	102



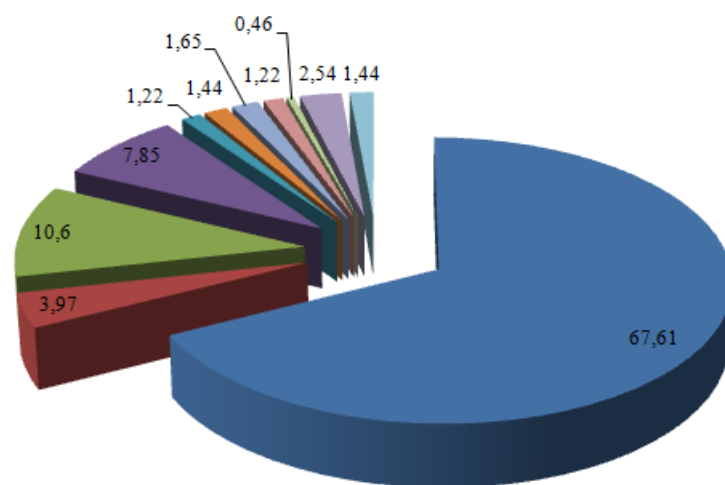
Rysunek 70. Wpływ zabiegów wykonanych biopreparatami i biostymulatorami na liczebność grzybów wyizolowanych z korzeni gryki w odniesieniu do ogółu wyosobnień



Rysunek 71. Struktura grzybów wyizolowanych z korzeni gryki w zależności od zastosowanych biopreparatów i biostymulatorów

W jednorocznej analizie mykologicznej z nasion gryki odmiany Kora łącznie uzyskano 2368 kolonii grzybów (Tabela 28). Oznaczono 11 gatunków grzybów, które zaliczono do 8 rodzajów. Zastosowane warianty ochrony nie różnicowały pod względem jakościowym zbiorowiska grzybów zasiedlających nasiona gryki. Na ogół dominował gatunek *Alternaria alternata*, który łącznie stanowił 67,61% populacji wyizolowanych grzybów (Rysunek 72). Równie duży udział wśród grzybów bytujących na i w nasionach gryki miały gatunki *Botrytis cinerea* (10,6%) i *Epicoccum nigrum* (7,85%).

W obrębie zastosowanych kombinacji stwierdzono zróżnicowanie w liczebności izolowanych grzybów w zakresie od 2,83% do 4,35% (Rysunek 73). Najmniej liczne zbiorowisko grzybów liczące zaledwie 67 (2,83%) izolatów uzyskano z nasion gryki pochodzących z kombinacji VI (Biogen Revital Max Pro + Kelpak SL nalistnie) (Tabela 28). Natomiast nasiona z obiektów kontrolnych w największym stopniu były skażone grzybami pleśniowymi. Szczególnie jeżeli pochodziły z kontroli dla III bloku, wówczas izolatów grzybów notowano 113 (4,71%) czyli prawie dwukrotnie więcej niż w kombinacji VI. Zbiorowiska grzybów wyosobnione z partii nasion pochodzących z poszczególnych kombinacji były zróżnicowane pod względem jakościowym. Zmiany te dotyczyły głównie częstotliwości wyosobnień dominujących gatunków grzybów zarówno patogenicznych jak i saprobiontów (Rysunek 74, Rysunek 75). Generalnie we wszystkich kombinacjach dominował grzyb *A.alternata* w zakresie od 46-79 % (Rysunek 74). Z partii nasion kontrolnych pochodziło najwięcej *Botrytis cinerea* 18,2-23% (Rysunek 75). W nasionach gryki stwierdzono obecność pięciu gatunków należących do rodzaju *Fusarium*, które zidentyfikowano jako *F. chlamydosporum*, *F.culmorum*, *F.equiseti*, *F.moniliforme* i *F.sporotrichoides*. Łącznie najwięcej kolonii tych grzybów wyosobniono z nasion obiektów kontrolnych (Rysunek 74). Ponadto z dużą częstotliwością (15,47%) izolowano je z kombinacji VII (Kelpak SL zap. + Asahi SL) nalistnie) i II (łącznie zaprawianie nasion Asahi SL i Polyversum). Warto zaznaczyć, że w nasionach z pięciu kombinacji (I, XIII, XV, XX, XXII) w ogóle grzyby *Fusarium* spp. nie wystąpiły. Zaprawianie nasion biostymulatorem Kelpak SL i Biopreparatem Polyversum WP najbardziej sprzyjało zasiedlaniu nasion przez grzyby saprobiontyczne *Penicillium citreonigrum* (4,5%) i *Rhizopus oryzae* (23,83%).



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ■ <i>Alternaria alternata</i> | ■ <i>Arthrrium phaeospermum</i> |
| ■ <i>Botrytis cinerea</i> | ■ <i>Epicoccum nigrum</i> |
| ■ <i>Fusarium chlamydosporum</i> | ■ <i>Fusarium culmorum</i> |
| ■ <i>Fusarium equiseti</i> | ■ <i>Fusarium moniliforme</i> |
| ■ <i>Fusarium sporotrichoides</i> | ■ <i>Penicillium citreonigrum</i> |
| ■ <i>Rhizopus oryzae</i> | |

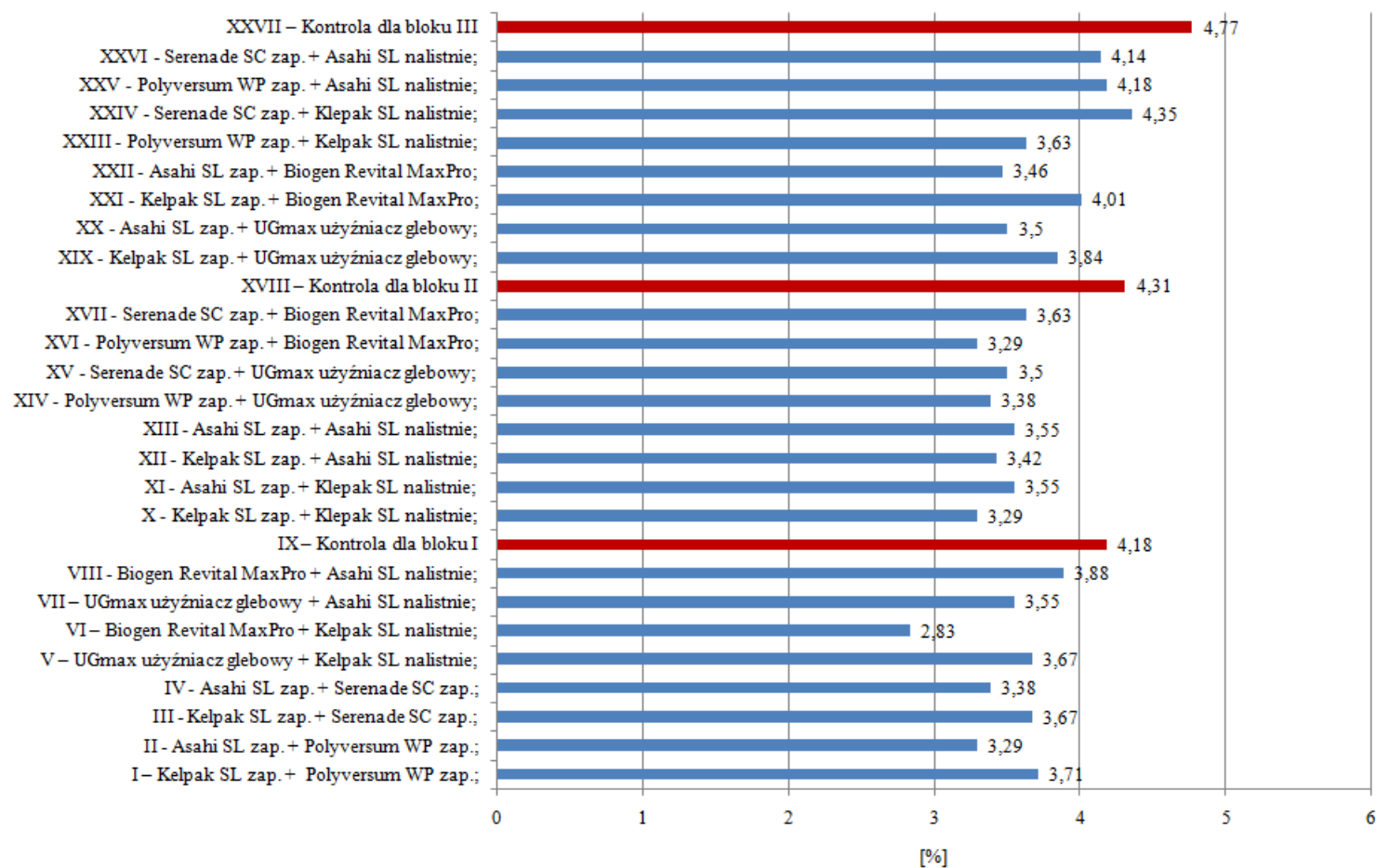
Rysunek 72. Ilościowa i jakościowa struktura grzybów wyizolowanych z nasion gryki

Tabela 28. Analiza ilościowa i jakościowa grzybów zasiedlających orzeszki gryki w zależności od zastosowanych zabiegów ochronnych

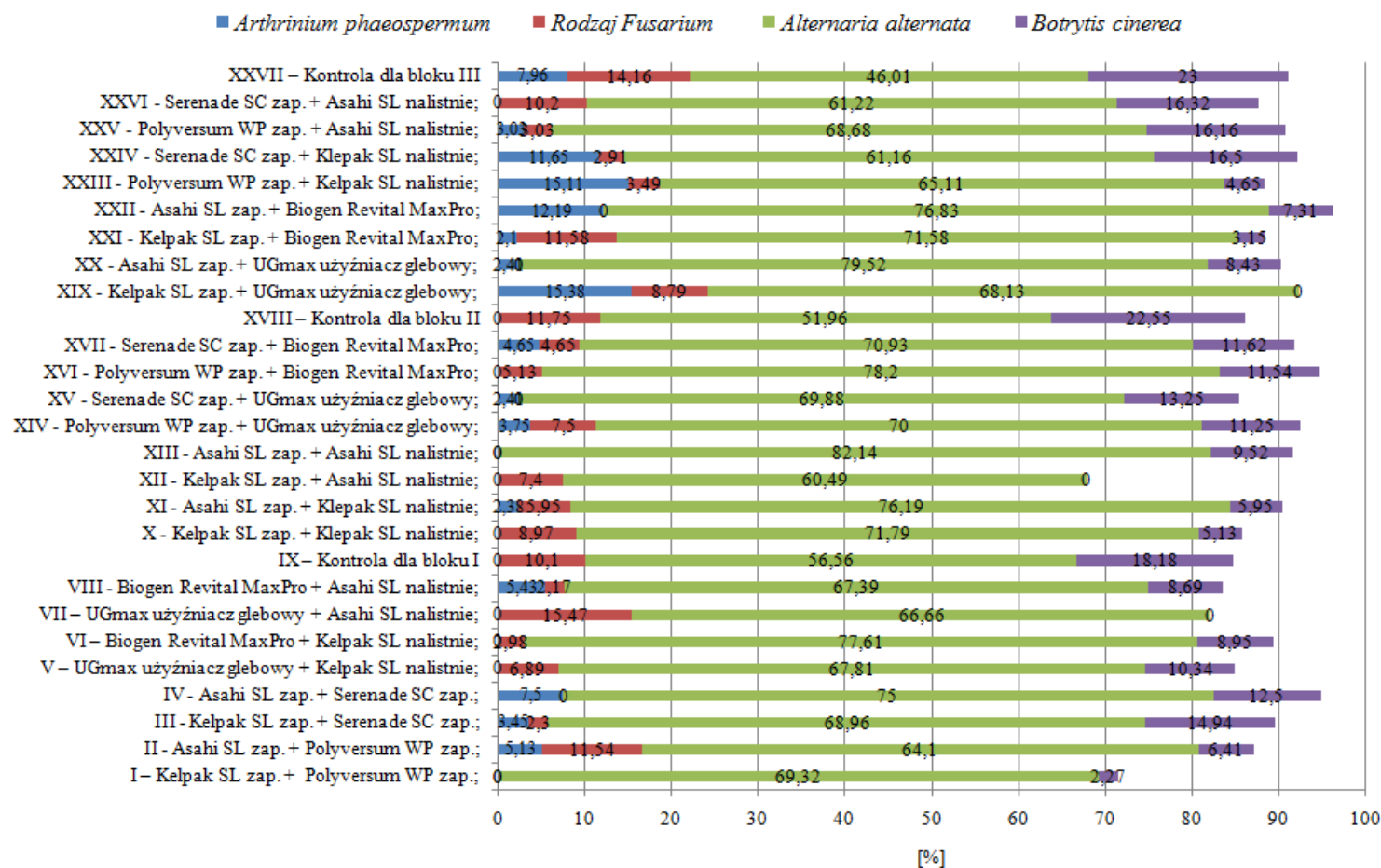
Gatunek grzyba	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	Łącznie
<i>Alternaria alternata</i>	61	50	60	60	59	52	56	62	56	56	64	49	69	56	58	61	61	53	62	66	68	63	56	63	68	60	52	1601
<i>Arthrinium phaeospermum</i>	-	4	3	6	-	-	-	5	-	-	2	-	-	3	2	-	4		14	2	2	10	13	12	3	-	9	94
<i>Botrytis cinerea</i>	2	5	13	10	9	6		8	18	4	5	-	8	9	11	9	10	23	-	7	3	6	10	17	16	16	26	251
<i>Epicoccum nigrum</i>		10	9		7	4	15	13	12	9	5	13	5	4	8	2	3	7	7	7	9	2	4	7	8	6	10	186
<i>Fusarium chlamydosporum</i>					3		8					1		3			2	2	4		3						3	29
<i>Fusarium culmorum</i>								2	5		2			3				4	2		5				2	6	3	34
<i>Fusarium equiseti</i>		9	2				3		2	5		3						3			1		2				9	39
<i>Fusarium moniliforme</i>					3	2				2	3	2			4	2	2	2						1	1	4	1	29
<i>Fusarium sporotrichoides</i>							2		3									1			2		1	2				11
<i>Penicillium citreonigrum</i>	4			4	6	3		2	2	2	3	10	2	2	2	2	4	3		1	2	1		1	1	3		60
<i>Rhizopus oryzae</i>	21								1			3			2			4								3		34
Łącznie	88	78	87	80	87	67	84	92	99	78	84	81	84	80	83	78	86	102	91	83	95	82	86	103	99	98	113	2368

Legenda

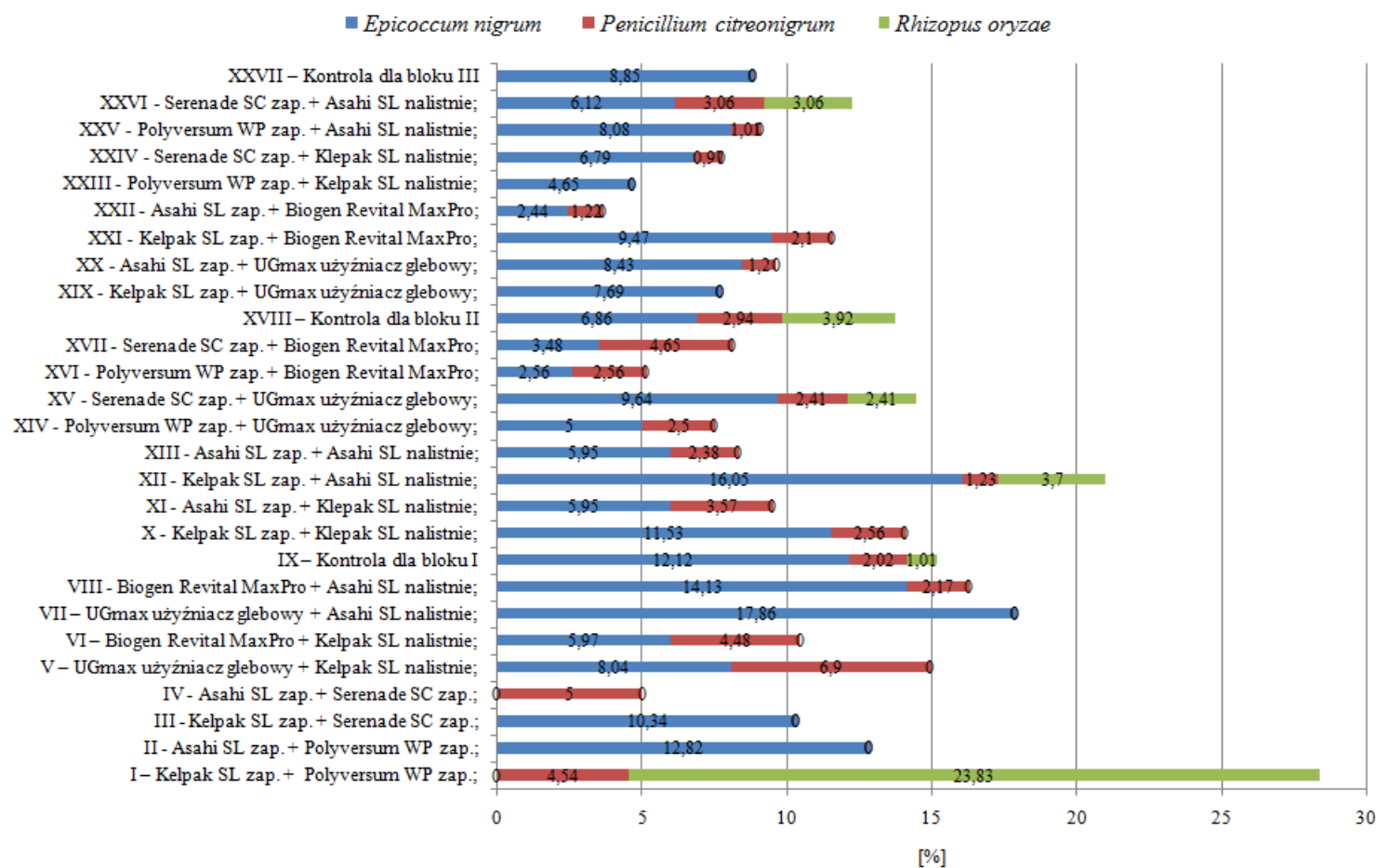
*I – Kelpak SL zap. + Polyversum WP zap.;	X - Kelpak SL zap. + Kelpak SL nalistnie;	XIX - Kelpak SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;
II - Asahi SL zap. + Polyversum WP zap.;	XI - Asahi SL zap. + Kelpak SL nalistnie;	XX - Asahi SL zap. + UGmax użyźniacz glebowy;
III - Kelpak SL zap. + Serenade SC zap.;	XII - Kelpak SL zap. + Asahi SL nalistnie;	XXI - Kelpak SL zap. + Biogen Revital MaxPro;
IV - Asahi SL zap. + Serenade SC zap.;	XIII - Asahi SL zap. + Asahi SL nalistnie;	XXII - Asahi SL zap. + Biogen Revital MaxPro;
V – UGmax użyźniacz glebowy + Kelpak SL nalistnie;	XIV - Polyversum WP zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	XXIII - Polyversum WP zap. + Kelpak SL nalistnie;
VI – Biogen Revital MaxPro + Kelpak SL nalistnie;	XV - Serenade SC zap. + UGmax użyźniacz glebowy;	XXIV - Serenade SC zap. + Kelpak SL nalistnie;
VII – UGmax użyźniacz glebowy + Asahi SL nalistnie;	XVI - Polyversum WP zap. + Biogen Revital MaxPro;	XXV - Polyversum WP zap. + Asahi SL nalistnie;
VIII - Biogen Revital MaxPro + Asahi SL nalistnie;	XVII - Serenade SC zap. + Biogen Revital MaxPro;	XXVI - Serenade SC zap. + Asahi SL nalistnie;
IX – Kontrola dla bloku I	XVIII – Kontrola dla bloku II	XXVII – Kontrola dla bloku III



Rysunek 73. Wpływ zabiegów wykonanych biopreparatami i biostymulatorami na liczebność grzybów wyizolowanych z nasion gryki w odniesieniu do ogółu wyosobnień



Rysunek 74. Struktura grzybów patogenicznych wyizolowanych z nasion gryki w zależności od zastosowanych biopreparatów i biostymulatorów



Rysunek 75. Udział grzybów saprobiontycznych w nasionach gryki

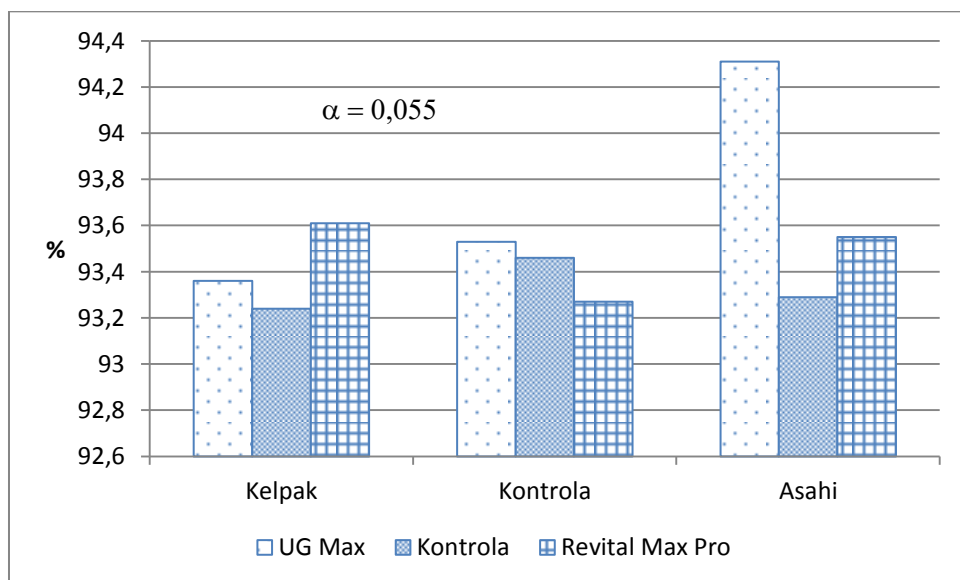
Skład chemiczny liści gryki

Większość ziół po zerwaniu szybko więdną. Aby zachować ich wysoką jakość należy poddać je utrwaleniu. Najstarszym sposobem utrwalania ziół jest ich suszenie, co wiąże się z odprowadzeniem wody i unieczynnieniem enzymów. Rozpoczyna się je jak najszybciej po zbiorze. Prawidłowo wysuszone zioła nie fermentują i nie pleśnieją, a poziom zawartych w nich substancji czynnych nie zmienia się przez długi czas. Część zielną gryki po zebraniu wysuszono w temperaturze otoczenia przy ograniczonym dostępie promieniowania rozproszonego. Przy oznaczeniu suchej masy zastosowano suszenie dwustopniowe w temperaturze 60°C, a następnie do stałej masy w 105°C. Przeprowadzona analiza zawartości suchej masy w ziele gryki nie pozwala na wskazanie istotnego wpływu któregoś z badanych czynników na poziom tego składnika (Tabela 29). Średnia zawartość suchej masy wynosiła 93,43%, przy rozstępie 93,28-93,64%. Stwierdzono również brak istotnego wpływu większości badanych czynników na zawartość pozostałych badanych składników pokarmowych. Jedynym czynnikiem, który istotnie wpływał na zawartość popiołu surowego był biostymulator stosowany jako zaprawa. Wraz ze wzrostem poziomu czynnika malała zawartość popiołu surowego.

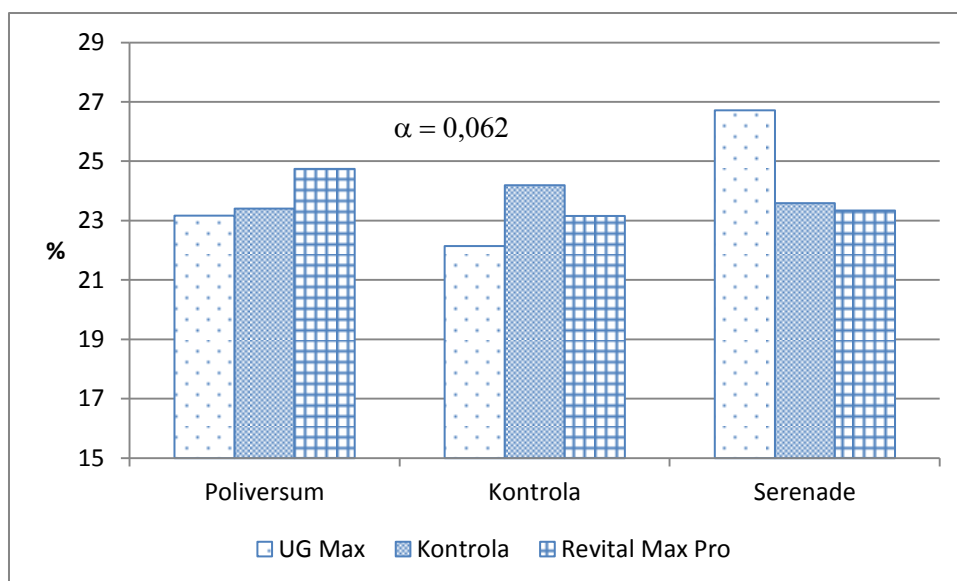
Tabela 29. Wpływ badanych czynników na skład podstawowy liści gryki

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Sucha masa					
Biostymulator (zaprawa)	93,32	93,43	93,50	0,218	0,925
Zaprawa biologiczna	93,41	93,47	93,33	0,577	0,499
Użyźniacz glebowy	93,64	93,36	93,37	0,081	0,231
Biostymulator (nalistnie)	93,28	93,43	93,56	0,062	0,994
Popiół					
Biostymulator (zaprawa)	17,41	16,73	16,17	0,050	0,921
Zaprawa biologiczna	16,42	16,98	16,54	0,847	0,272
Użyźniacz glebowy	17,22	16,57	16,78	0,478	0,564
Biostymulator (nalistnie)	16,99	16,85	16,28	0,256	0,552
Białko					
Biostymulator (zaprawa)	23,52	23,46	23,92	0,589	0,655
Zaprawa biologiczna	23,59	23,37	24,07	0,521	0,458
Użyźniacz glebowy	23,08	23,82	23,45	0,619	0,446
Biostymulator (nalistnie)	23,60	23,60	23,47	0,859	0,972
Tłuszcz					
Biostymulator (zaprawa)	5,444	5,688	5,806	0,162	0,787
Zaprawa biologiczna	5,685	5,665	5,623	0,807	0,969
Użyźniacz glebowy	5,680	5,614	5,755	0,766	0,646
Biostymulator (nalistnie)	5,399	5,672	5,892	0,061	0,912
Włókno surowe					
Biostymulator (zaprawa)	9,060	9,033	8,578	0,133	0,8001
Zaprawa biologiczna	9,045	8,925	8,865	0,568	0,543
Użyźniacz glebowy	8,959	8,832	9,180	0,481	0,186
Biostymulator (nalistnie)	9,006	8,835	9,128	0,699	0,192
Bezazotowe wyciągowe					
Biostymulator (zaprawa)	37,87	38,52	39,03	0,063	0,811
Zaprawa biologiczna	38,67	38,52	38,23	0,473	0,806
Użyźniacz glebowy	38,70	38,52	38,21	0,420	0,809
Biostymulator (nalistnie)	38,26	38,46	38,78	0,396	0,993

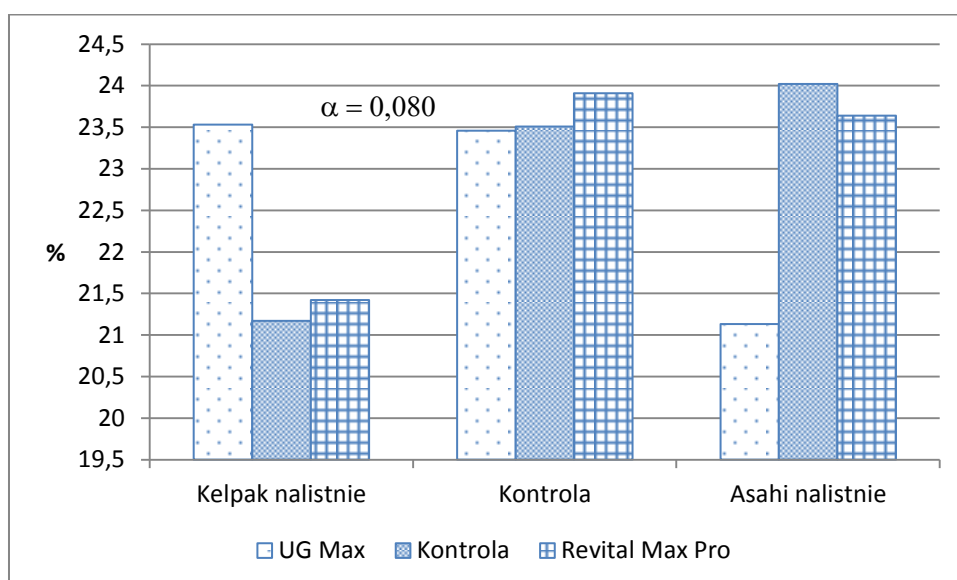
Analizując interakcje dotyczące składu podstawowego należy zauważyć, że statystycznej istotności nie wykazała żadna z nich, ale cztery zamieszczone poniżej cechowała wyraźna statystyczna tendencja (Rysunek 78 – Rysunek 81). Zawartość suchej masy w liściach gryki była bardzo stabilna, ale na obiekcie na którym zastosowano użyźniacz glebowy UG Max, a następnie wysiano zaprawione nasiona biopreparatem Asahi pozwolił na wzrost roślin o większej zawartości suchej masy (wyraźna tendencja, $\alpha = 0,055$) (Rysunek 76). Największą ilość białka zawierały liście gryki po zastosowaniu użyźniacza gleby (UG Max) i zaprawy biologicznej (Serenade) (Rysunek 77). Również na zawartość białka w liściach gryki wpłynęła interakcja użyźniacz gleby x biostymulator stosowany nalistnie (Rysunek 78). Wynika z niej pewien rodzaj antagonizmu pomiędzy preparatem UG Max i Asahi, bowiem takie połączenie skutkuje wyraźnym zmniejszeniem zawartości białka w liściach gryki. Najlepszy wpływ, wyrażony wzrostem koncentracji węglowodanów ogółem w liściach gryki stwierdzono po zastosowaniu biostymulatora Asahi do moczenia nasion i użyźniacza gleby UG Max (Rysunek 79). Podobnej zależności podlegała również zawartość suchej masy w liściach gryki. Zaprawa biologiczna Poliversum w połączeniu z użyźniaczem gleby UG Max wyraźnie zwiększyły ilość węglowodanów ogółem w liściach gryki (Rysunek 80), podobnie jak zastosowanie zaprawy Poliversum w połączeniu z preparatem Kelpak zastosowanym nalistnie (Rysunek 81).



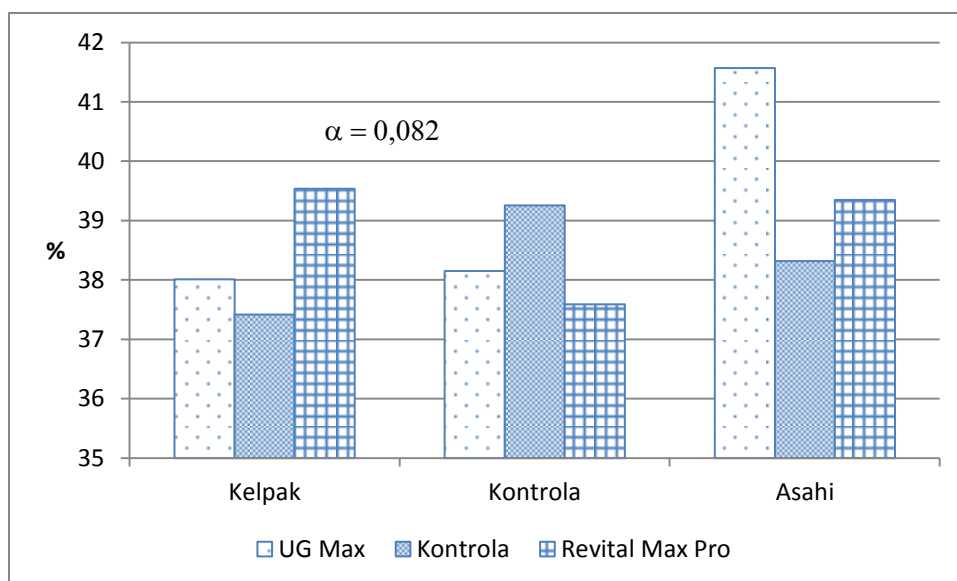
Rysunek 76. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na zawartość suchej masy w liściach gryki



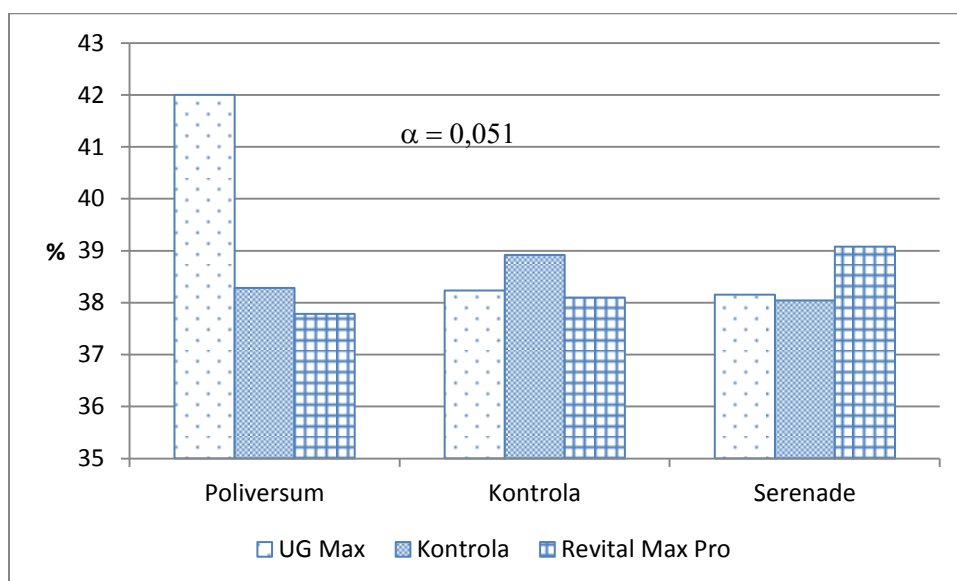
Rysunek 77. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość białka w liściach gryki



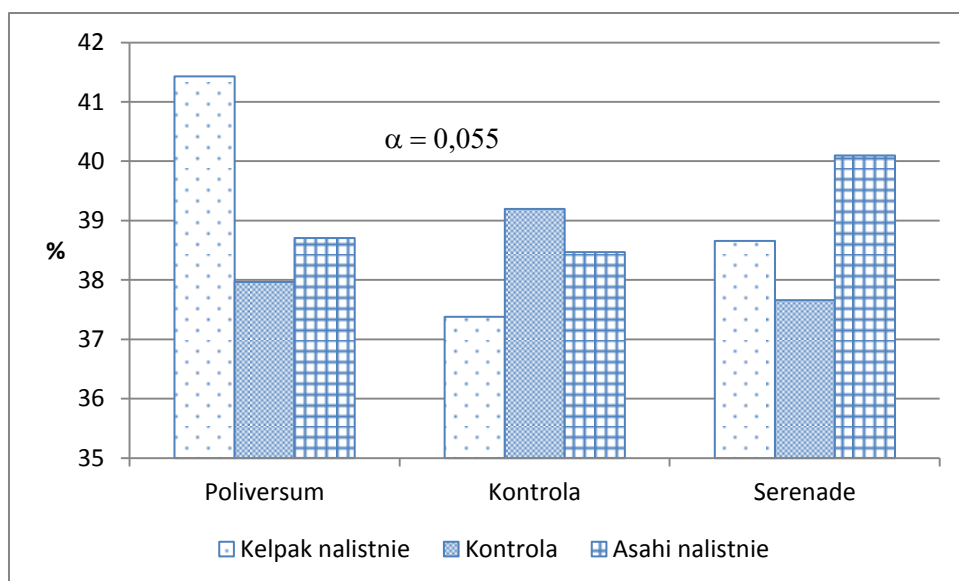
Rysunek 78. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość białka w liściach gryki



Rysunek 79. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na zawartość bezazotowych wyciągów w liściach gryki



Rysunek 80. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość bezazotowych wyciągów w liściach gryki



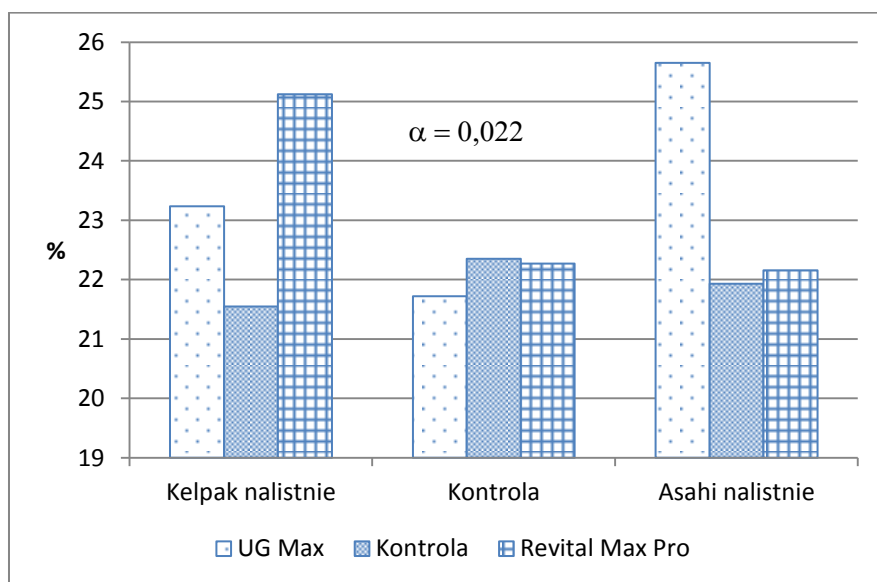
Rysunek 81. Wpływ interakcji biostymulator stosowany do moczenia nasion (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość bezazotowych wyciągowych w liściach gryki

Nie stwierdzono wpływu badanych czynników na zawartość włókna surowego oraz frakcji włókna ADF, ADL i celulozy (Tabela 30). Natomiast na zawartość frakcji neutralnodetergentowej i hemicelulozy miał istotny wpływ czynnik biostymulator stosowany jako zaprawa. Wraz ze wzrostem poziomu danego czynnika wzrastał poziom obu frakcji włókna pokarmowego. Największy udział we frakcji włókna pokarmowego stanowiło włókno neutralnodetergentowe (NDF), a w dalszej kolejności frakcja włókna detergentowego kwaśnego (ADF), w skład której wchodzi lignina i celuloza.

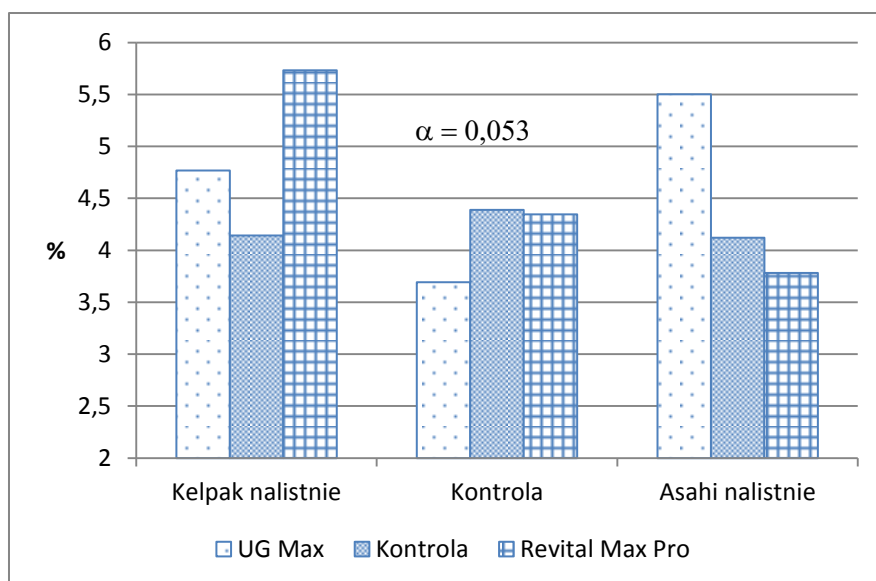
Tabela 30. Wpływ badanych czynników na zawartość włókna i jego frakcji w liściach gryki

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Włókno surowe					
Biostymulator (zaprawa)	9,060	9,033	8,578	0,133	0,8001
Zaprawa biologiczna	9,045	8,925	8,865	0,568	0,543
Użyźniacz glebowy	8,959	8,832	9,180	0,481	0,186
Biostymulator (nalistnie)	9,006	8,835	9,128	0,699	0,192
NDF					
Biostymulator (zaprawa)	22,56	22,70	21,10	0,030	0,209
Zaprawa biologiczna	22,61	22,25	22,17	0,503	0,654
Użyźniacz glebowy	22,63	22,03	22,73	0,876	0,184
Biostymulator (nalistnie)	22,43	22,16	22,60	0,799	0,416
ADF					
Biostymulator (zaprawa)	14,15	14,21	13,68	0,430	0,596
Zaprawa biologiczna	14,25	14,15	13,73	0,380	0,788
Użyźniacz glebowy	13,98	14,01	14,33	0,549	0,763
Biostymulator (nalistnie)	14,50	13,93	14,02	0,411	0,513
ADL					
Biostymulator (zaprawa)	4,410	4,444	3,778	0,105	0,291
Zaprawa biologiczna	4,465	4,271	4,144	0,409	0,960
Użyźniacz glebowy	4,173	4,252	4,484	0,425	0,863
Biostymulator (nalistnie)	4,512	4,192	4,295	0,577	0,576
HCEL					
Biostymulator (zaprawa)	8,418	8,495	7,418	0,042	0,285
Zaprawa biologiczna	8,356	8,112	8,438	0,863	0,351
Użyźniacz glebowy	8,646	8,012	8,396	0,599	0,151
Biostymulator (nalistnie)	7,923	8,232	8,569	0,180	0,760
CEL					
Biostymulator (zaprawa)	9,736	9,763	9,917	0,645	0,792
Zaprawa biologiczna	9,783	9,875	9,590	0,623	0,655
Użyźniacz glebowy	9,809	9,761	9,849	0,919	0,782
Biostymulator (nalistnie)	9,990	9,739	9,725	0,502	0,675

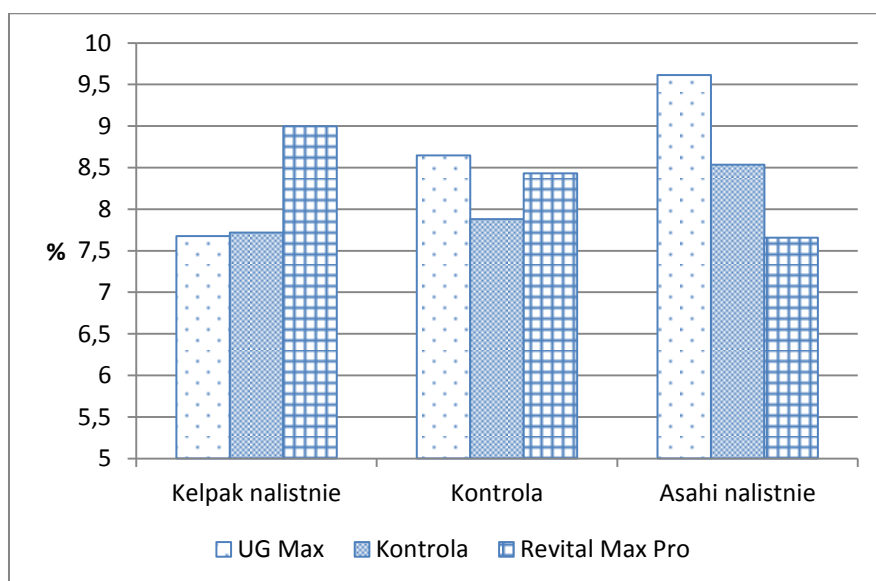
Koncentracja frakcji NDF była najwyższa w liściach gryki po zastosowaniu użyźniacza gleby (UG Max) i biostymulatora Asahi nalistnie (Rysunek 82). Największe zawartości frakcji włókna ADL zanotowano w liściach gryki pochodzących z obiektu na którym zastosowano: biostymulator Kelpak nalistnie i biologiczny użyźniacz gleby Revital Max Pro (Rysunek 83). Hemicelulozy są ważnym składnikiem błonnika pokarmowego, posiadającym oprócz pektyn silne właściwości sorbujące metale ciężkie, a więc poprawiają jakość zdrowotną żywności. Duża koncentracja hemiceluloz jest zjawiskiem bardzo korzystnym, gdyż mają one pozytywne znaczenie fizjologiczne, związane ze zdolnością tych składników do pęcznienia i wiązania wody w świetle przewodu pokarmowego człowieka. Koncentracja hemicelulozy była najwyższa w liściach gryki po zastosowaniu biologicznego użyźniacza gleby UG Max i biostymulatora Asahi (nalistnie) (Rysunek 84).



Rysunek 82. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość frakcji NDF włókna pokarmowego w liściach gryki



Rysunek 83. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość frakcji ADL włókna pokarmowego w liściach gryki



Rysunek 84. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość frakcji HCEL włókna pokarmowego w liściach gryki

Wartość roślin zielonych zwiększa także obecność w nich wielu makro i mikroelementów, w tym jonów wielu metali, będących w ziołach w formach łatwo przyswajalnych dla człowieka. W przeprowadzonym doświadczeniu zarówno rodzaj czynnika doświadczalnego jak i jego poziom modyfikował zawartość składników mineralnych w liściach gryki (Tabela 31). Nie stwierdzono istotnego wpływu badanego czynnika na zawartość fosforu i sodu w liściach gryki. Zastosowana zaprawa biologiczna istotnie różnicowała koncentrację potasu, przy czym największe ilości potasu odnotowano w liściach gryki zaprawianej zaprawą na poziomie średnim. Podobnie koncentracja wapnia w liściach badanej gryki była istotnie zależna jedynie od zastosowanej zaprawy biologicznej, przy czym najwięcej wapnia zawierały liście zaprawione niską ilością zaprawy. Również zawartość magnezu i cynku w badanych liściach zależna była wyłącznie od zaprawy biologicznej. Największe ilości omawianych pierwiastków stwierdzono w liściach gryki zaprawianej zaprawą na poziomie średnim. Na zawartość żelaza istotny wpływ miały: biostymulator w postaci zaprawy, zaprawa biologiczna oraz biostymulator zastosowany nalistnie. Najwięcej żelaza kumulowały liście gryki, w przypadku której stosowany czynnik był na poziomie niskim. Istotnie najwięcej miedzi zanotowano w liściach gryki zaprawianej zaprawą biologiczną (poziom średni) oraz biostymulatorem zastosowanym nalistnie (poziom wysoki). Istotnie wysokie wartości tego pierwiastka stwierdzono także w liściach gryki, w uprawie której użyto użyźniacz glebowy (poziom wysoki). Zaprawa biologiczna zastosowana na poziomie niskim zwiększyła istotnie koncentrację molibdenu i manganu w badanych liściach.

Tabela 31. Wpływ badanych czynników na zawartość składników mineralnych w liściach gryki

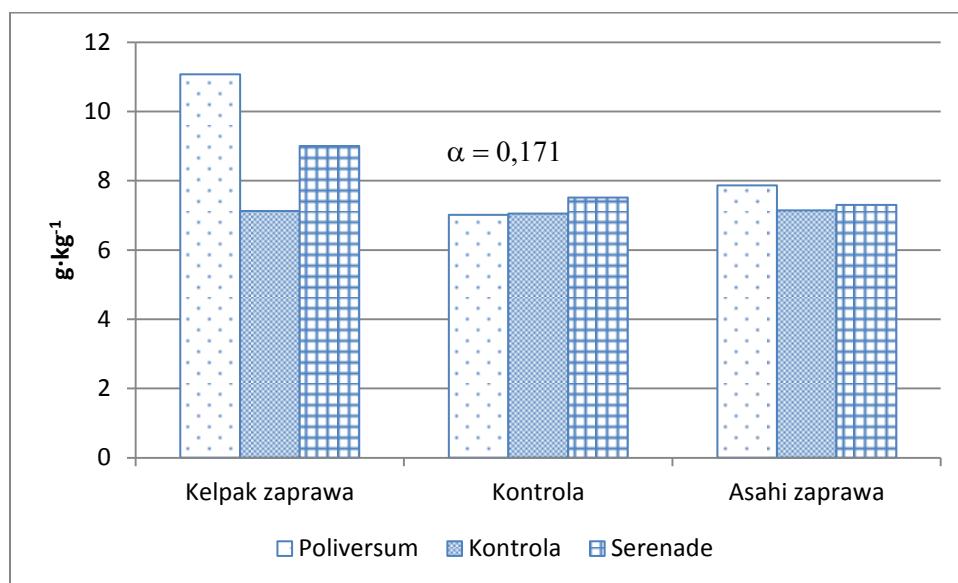
Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Fosfor [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	7,324	7,371	6,837	0,270	0,179
Zaprawa biologiczna	7,260	7,187	7,361	0,816	0,754
Użyźniacz glebowy	7,116	7,352	7,092	0,956	0,215
Biostymulator (nalistnie)	7,383	7,277	7,013	0,401	0,410
Potas [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	33,63	33,86	32,93	0,569	0,199
Zaprawa biologiczna	31,25	34,64	33,35	0,095	0,006
Użyźniacz glebowy	33,36	33,35	34,49	0,359	0,801
Biostymulator (nalistnie)	34,11	33,32	33,80	0,802	0,840
Wapń [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	8,091	7,160	7,285	0,015	0,056
Zaprawa biologiczna	7,825	7,090	7,726	0,753	0,016
Użyźniacz glebowy	7,313	7,578	7,017	0,349	0,181
Biostymulator (nalistnie)	7,187	7,724	6,778	0,198	0,016
Sód [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	0,306	0,311	0,301	0,653	0,296
Zaprawa biologiczna	0,309	0,307	0,308	0,926	0,914
Użyźniacz glebowy	0,310	0,305	0,312	0,856	0,748
Biostymulator (nalistnie)	0,300	0,310	0,310	0,403	0,471
Magnez [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	9,89	10,14	10,03	0,508	0,125
Zaprawa biologiczna	9,77	10,21	9,96	0,356	0,021
Użyźniacz glebowy	10,27	9,94	10,15	0,564	0,440
Biostymulator (nalistnie)	10,00	10,06	10,11	0,598	0,477
Cynk [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	66,0	62,9	64,0	0,115	0,079
Zaprawa biologiczna	61,0	65,5	62,5	0,231	0,002
Użyźniacz glebowy	63,9	63,9	63,5	0,758	0,792
Biostymulator (nalistnie)	65,2	63,1	64,1	0,378	0,207
Żelazo [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	139,5	124,6	131,0	0,035	0,001
Zaprawa biologiczna	138,9	127,5	124,2	0,001	0,079
Użyźniacz glebowy	119,3	134,7	125,9	0,095	0,008
Biostymulator (nalistnie)	136,9	128,5	123,7	0,002	0,252
Miedź [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	3,922	3,988	4,016	0,354	0,873
Zaprawa biologiczna	3,857	4,074	3,867	0,923	0,029
Użyźniacz glebowy	4,133	3,852	4,145	0,904	0,003
Biostymulator (nalistnie)	3,823	4,001	4,084	0,014	0,642
Molibden [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	49,1	48,8	47,7	0,109	0,613
Zaprawa biologiczna	49,1	47,6	50,7	0,069	0,004
Użyźniacz glebowy	48,7	49,0	47,5	0,158	0,273
Biostymulator (nalistnie)	47,0	49,1	49,1	0,018	0,169
Mangan [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	104,3	103,8	103,6	0,605	0,690
Zaprawa biologiczna	105,4	104,6	100,5	0,002	0,088
Użyźniacz glebowy	103,7	104,2	103,3	0,747	0,322
Biostymulator (nalistnie)	104,4	103,4	104,6	0,892	0,744

Wykonane analizy wariancji układu eksperymentalnego (czteroczynnikowego) pozwoliły również na ujawnienie kilku istotnych statystycznie lub bliskich istotności interakcji dwuczynnikowych dla analizowanych składników mineralnych. Między innymi zobrazowano cztery takie interakcje dla zawartości wapnia w liściach gryki (Rysunek 85 – Rysunek 88). Pierwszą z nich była interakcja biostymulatorów stosowanych jako zaprawa i z zaprawami biologicznymi. Z analizy zawartości wapnia ujmujących możliwe dziewięć wariantów tych dwóch czynników wynika, że na zwiększenie jego zawartości wpłynęło najmocniej zastosowanie zaprawy Poliversum wraz z zaprawianiem Kelpakiem (Rysunek 85). Wśród możliwych kombinacji biostymulatorów stosowanych jako zaprawy i nalistnie koncentrację wapnia w liściach gryki zwiększało dwukrotne zastosowanie preparatu Kelpak (jako zaprawa i jako nalistny oprysk) indywidualne zastosowanie zaprawy Kelpak (na obiekcie kontrolnym oprysku nalistnego) (Rysunek 86). Zaobserwowano również wpływ interakcji zapraw biologicznych z użyźniaczami (Rysunek 87) oraz zapraw biologicznych z biostymulatorami stosowanymi nalistnie (Rysunek 88). W przypadku pierwszej z wymienionych interakcji warto zwrócić na zwiększanie koncentracji wapnia w liściach gryki na obiektach pozbawionych stosowania użyźniaczy glebowych. Druga z omawianych interakcji wskazuje na pewien synergizm zaprawy Serenade i oprysku nalistnego biostymulatorem Asahi. Zastosowanie nalistne biostymulatora na obiekcie bez zaprawy biologicznej lub na obiekcie gdzie wysiano nasiona zaprawione zaprawą Poliversum zaobserwowano zmniejszeniem zawartości wapnia w liściach gryki (Rysunek 88).

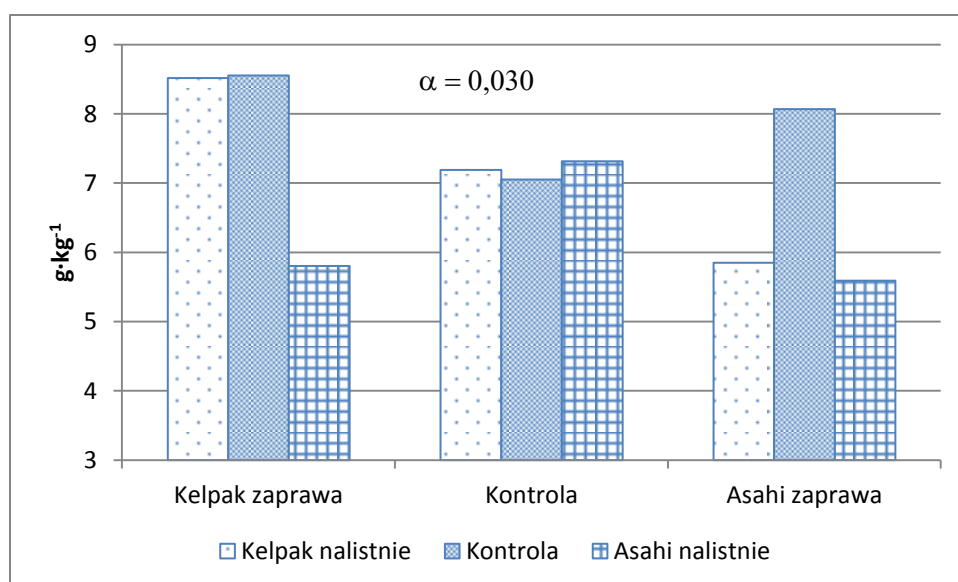
Na koncentrację cynku w liściach gryki statystycznie wpływały dwie interakcje, a jedna zarysowała wyraźną tendencję (Rysunek 89 – Rysunek 91). Największą koncentrację tego pierwiastka spośród kombinacji preparatów stosowanych jako zaprawy zaobserwowano po zaprawieniu orzeszków zarówno biostmulaterem Kelpak i zaprawą Poliversum (Rysunek 89). Kolejna prezentowana interakcja biostymulator jako zaprawa x biologiczny użyźniacz gleby wskazuje na niekorzystne skutki stosowania biostymulatora Asahi z zaprawami biologicznymi (Rysunek 90). Natomiast ostatnia z interakcji dotyczących zawartości cynku w liściach gryki potwierdza korzystne w skutkach (zwiększenie zawartości) oddziaływanie równoczesnego zastosowania użyźniacza Revital Max Pro i zaprawy biologicznej Serenade (Rysunek 91).

Zawartość żelaza w liściach gryki była bliska różnicowania w wyniku interakcji biostymulatorów stosowanych jako zaprawy i nalistnie. Optymalen rozwiązaniem to dwukrotne zastosowanie zaprawy Kelpak (Rysunek 92).

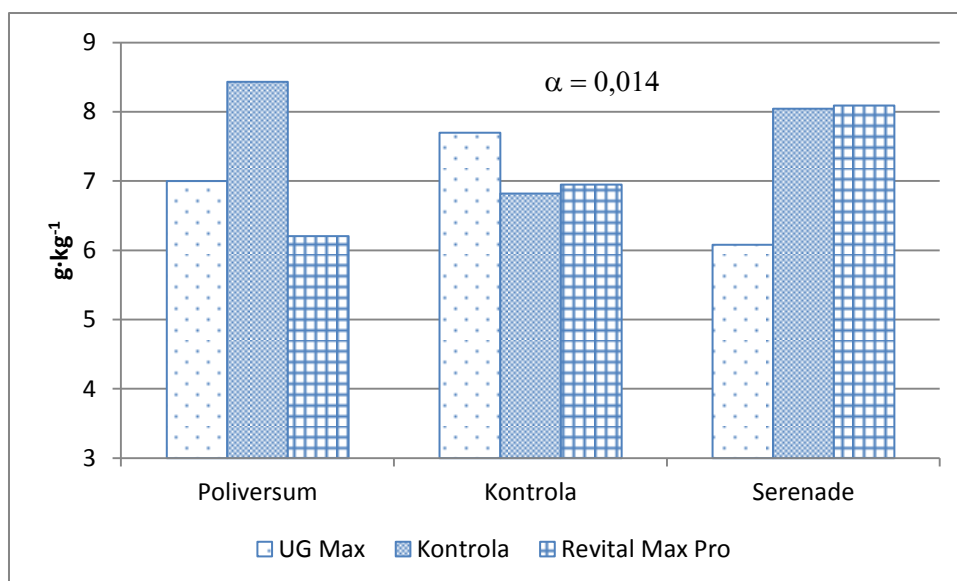
Zawartość miedzi w liściach była bliska statystycznego wpływu dwóch interakcji: 1. Biostymulator stosowany jako zaprawa x zaprawa biologiczna (Rysunek 93) i 2. Zaprawa biologiczna x użyźniacz glebowy (Rysunek 94). Ostatnią z wyróżnionych interakcji jest wpływ biostymulatorów stosowanych jako zaprawa z zaprawami biologicznymi (Rysunek 95). Niezbyt korzystnie rysuje się oddziaływanie, w tym wypadku, biostymulatora Kelpak stosowanego jako zaprawa z zaprawą biologiczną Serenade.



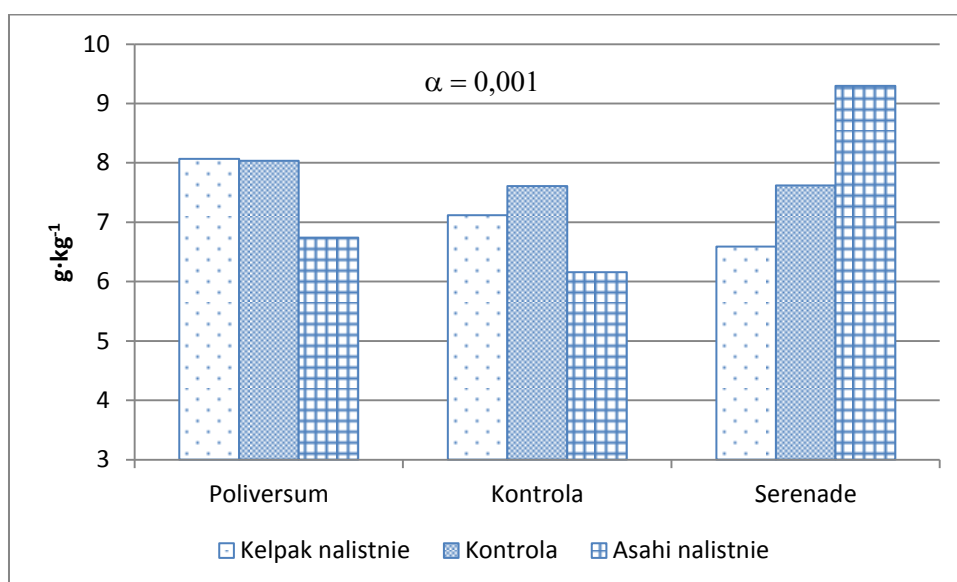
Rysunek 85. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość wapnia w liściach gryki



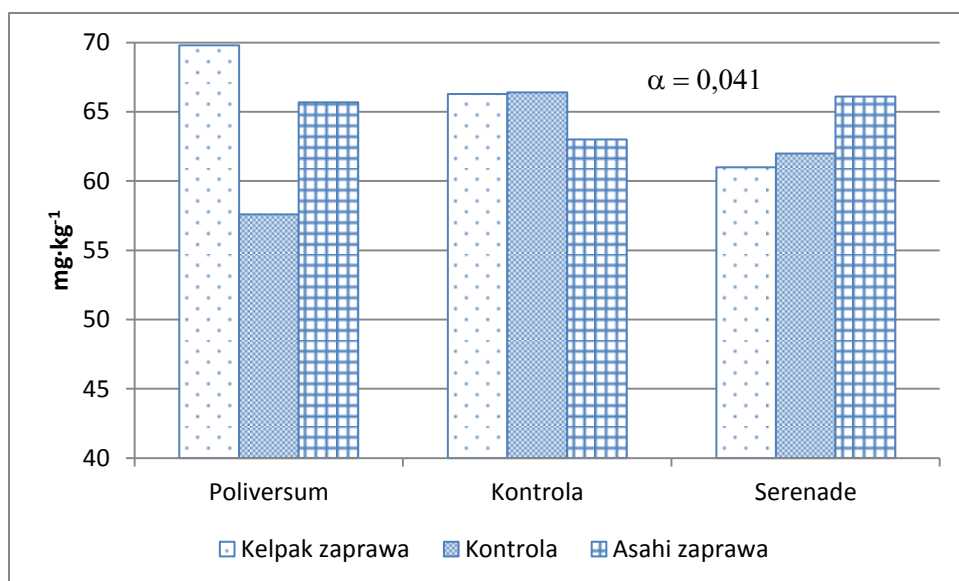
Rysunek 86. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość wapnia w liściach gryki



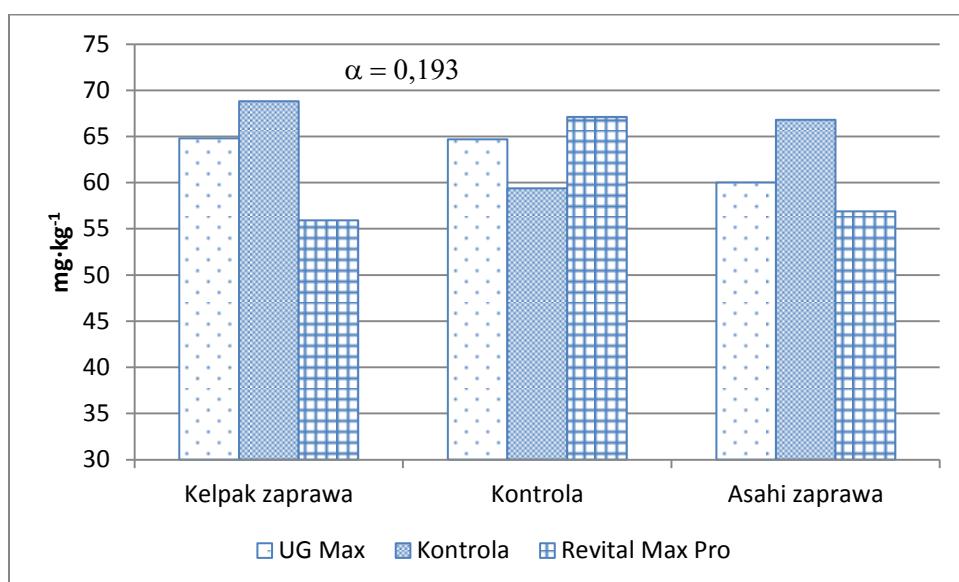
Rysunek 87. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość wapnia w liściach gryki



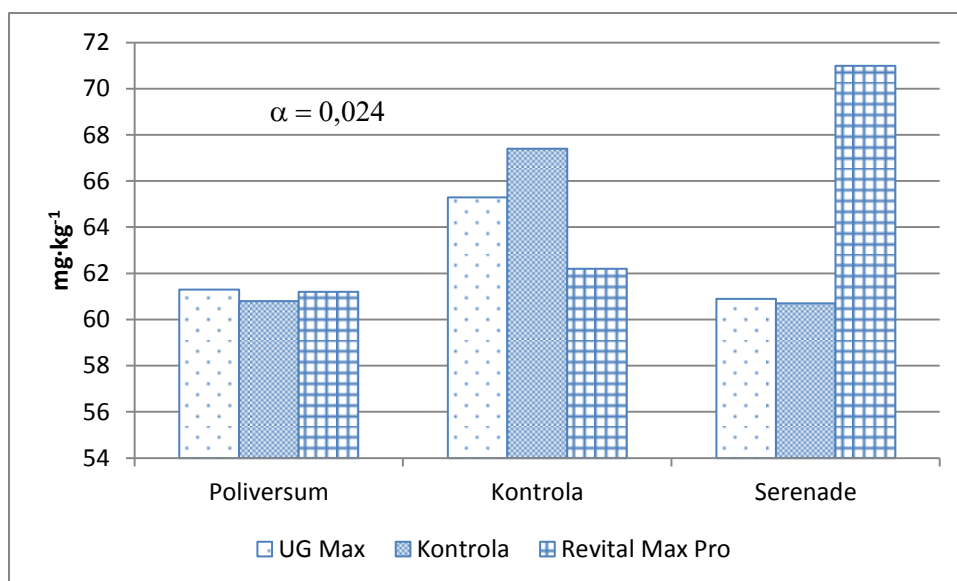
Rysunek 88. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość wapnia w liściach gryki



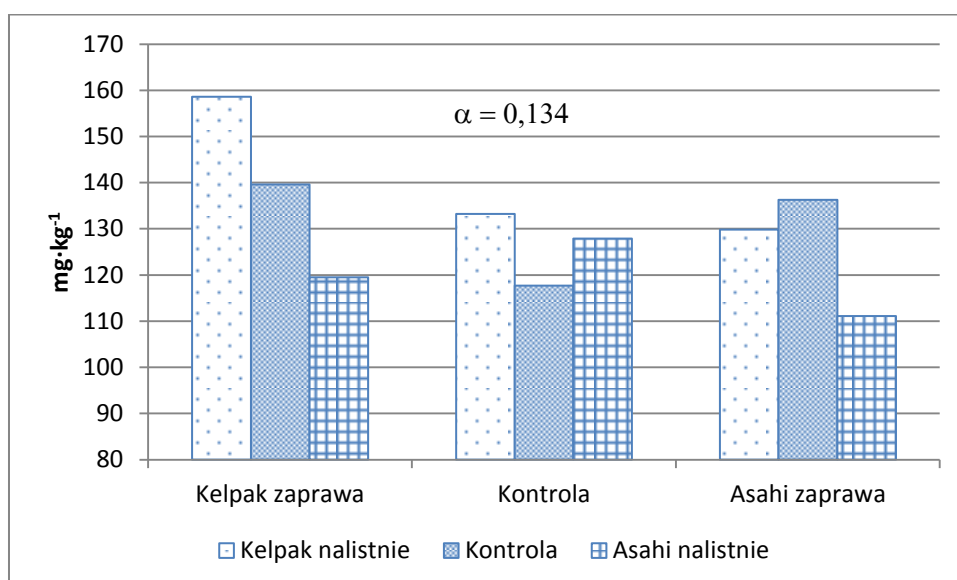
Rysunek 89. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość cynku w liściach gryki



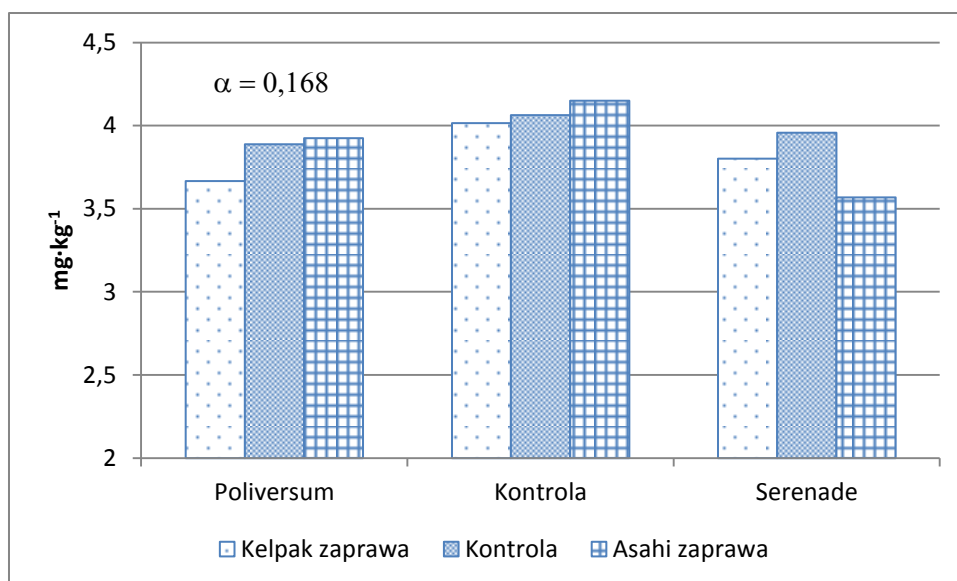
Rysunek 90. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na zawartość cynku w liściach gryki



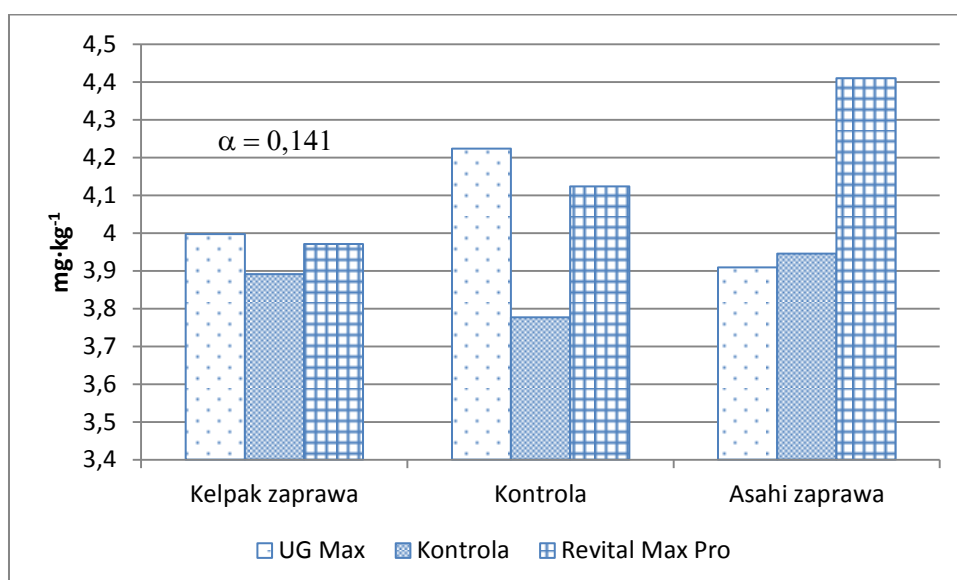
Rysunek 91. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na zawartość cynku w liściach gryki



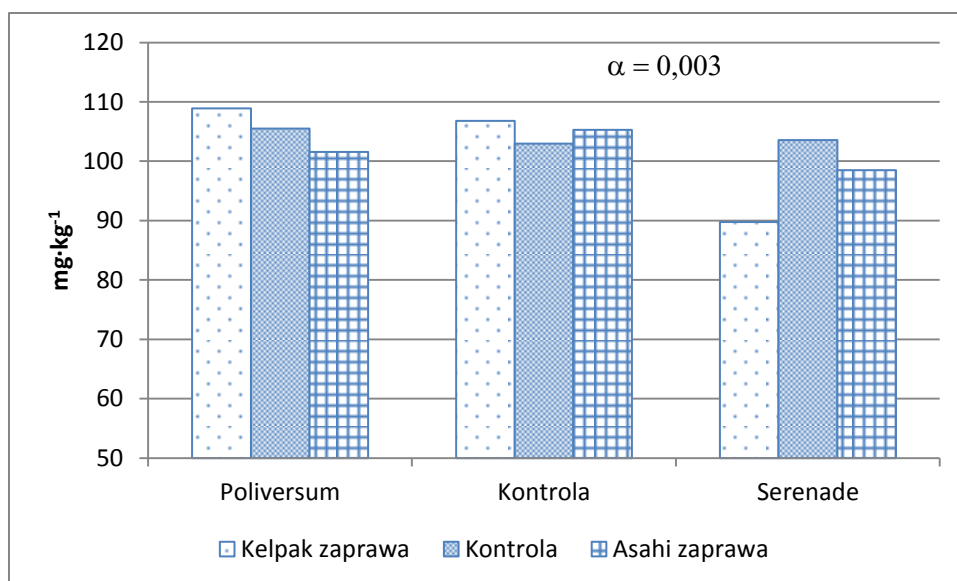
Rysunek 92. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość żelaza w liściach gryki



Rysunek 93. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość miedzi w liściach gryki



Rysunek 94. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na zawartość miedzi w liściach gryki



Rysunek 95. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość manganu w liściach gryki

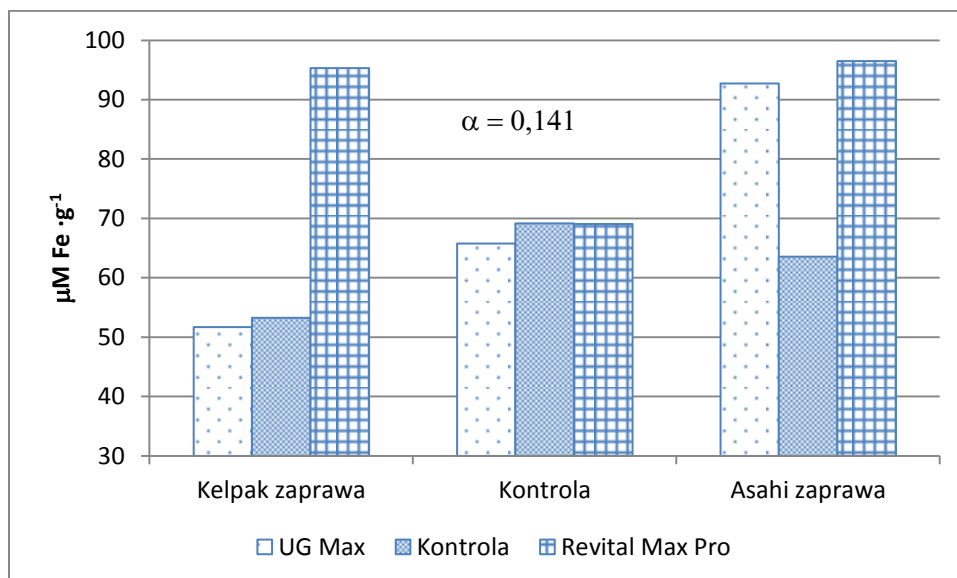
Wpływ zastosowania biostymulatorów wzrostu, zaprawy biologicznej, użyźniaczy glebowych i ich kombinacji na aktywność antyoksydacyjną, całkowitą zawartość polifenoli i profil związków o charakterze polifenoli przedstawiono w tabeli i na rysunkach (Tabela 32, Rysunek 96 – Rysunek 104). W przypadku zastosowania biostymulatora (zaprawy) stwierdzono znaczący wzrost aktywności antyoksydacyjnej liści gryki mierzonej metodą FRAP zarówno w 4 jak i w 60 minucie od zapoczątkowania reakcji. Zastosowanie zaprawy biologicznej obniżało potencjał antyoksydacyjny liści gryki mierzonej metodą FRAP i DPPH. Zaprawa Asahi i Kelpak zastosowana zwłaszcza z Revitalem Max Pro powodowała zwiększenie aktywności antyoksydacyjnej liści gryki w porównaniu do kontroli. Interakcja między Poliversum a użyźniaczem gleby UG Max także wpływała na zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego liści gryki wyhodowanej przy użyciu tych dwóch czynników. Porównując wpływ Asahi i Kelpaku na uzyskanie przez liście gryki wysokiej aktywności antyoksydacyjnej mierzonej metodą FRAP, można stwierdzić, że zaprawa Asahi zwłaszcza w interakcji z Revitalem Max Pro w największym stopniu wpływała na zwiększenie siły tego parametru. Również kombinacja Poliversum z UG Max powodowała zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego liści gryki w porównaniu do kontroli. Parametr ten mierzony metodą DPPH wykazał istotny statystycznie wpływ zastosowania Asahi i zaprawy Kelpak we współdziałaniu z Revitalem Max Pro na wyraźne zwiększenie siły antyoksydacyjnej liści gryki, przy zastosowaniu przy uprawie gryki tych czynników.

Największy wpływ na zwiększenie zawartości związków polifenolowych w liściach gryki miało zastosowanie przy uprawie gryki zapraw Kelpak i Asahi, zwłaszcza w interakcji z Revitalem Max Pro. Analizując aktywność antyoksydacyjną dwóch frakcji związków zawartych w liściach gryki, mianowicie frakcji hydro- i lipofilnej stwierdzono, że zastosowanie zapraw biologicznych i użyźniaczy glebowych wywarło największy, statystycznie istotny wpływ na potencjał antyoksydacyjny frakcji rozpuszczalnej w wodzie. Zaobserwowaną znaczącą zmianę w aktywności antyoksydacyjnej frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie zawartych w liściach gryki po zastosowaniu Poliversum w interakcji z UG Max. Zastosowanie czynników hodowli gryki właściwie nie wpłynęło na aktywność antyoksydacyjną frakcji lipofilowej, z wyjątkiem Kelpaka, który znacznie ją obniżył w porównaniu do kontroli.

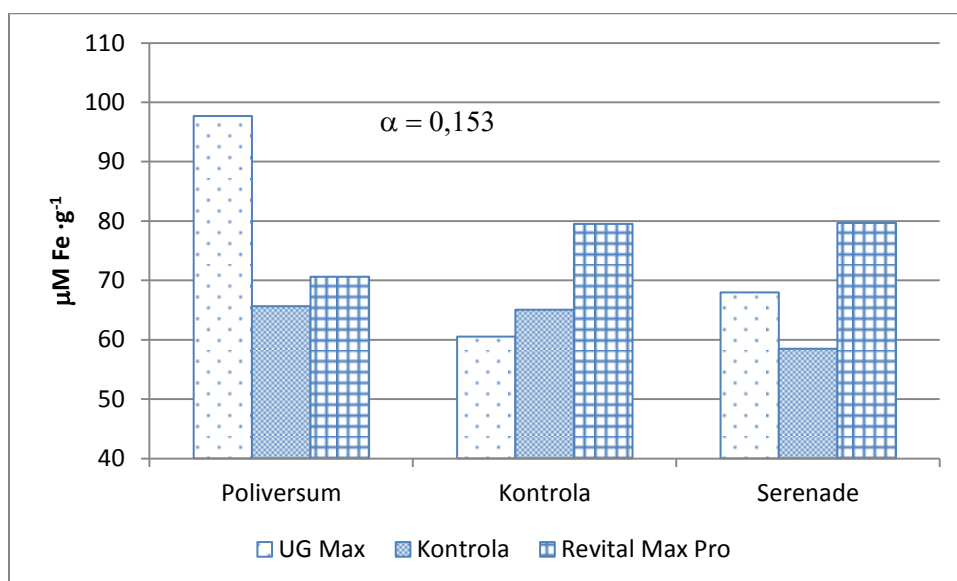
Na zawartość rutozydu w liściach gryki największy wpływ miało zastosowanie w uprawie biostymulatora (zaprawa), użyźniacza glebowego i biostymulatora podawanego nalistnie, których to zastosowanie spowodowało wzrost ilości rutozydu w liściach gryki, oraz zastosowanie zaprawy biologicznej, która wpłynęła na zmniejszenie stężenia rutozydu w liściach gryki. Ponadto zastosowanie Kelpaka i Asahi zwłaszcza w interakcji z Revitalem Max Pro w znaczący sposób zwiększyło ilość rutozydu w liściach gryki w porównaniu do kontroli. Zastosowanie w uprawie gryki interakcji dwóch czynników mianowicie Asahi i Kelpaku dolistnie oraz Serenade wraz z Asahi nalistnie spowodowało, że rutozydu w dużo większych ilościach gromadził się w liściach gryki (Tabela 33, Rysunek 105 – Rysunek 107).

Tabela 32. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na potencjał antyoksydacyjny (mierzony metodą FRAP po 4 i 60 minutach, metodą DPPH po 60 minutach, metodą ACW i ACL) oraz całkowita zawartość związków polifenolowych w liściach gryki

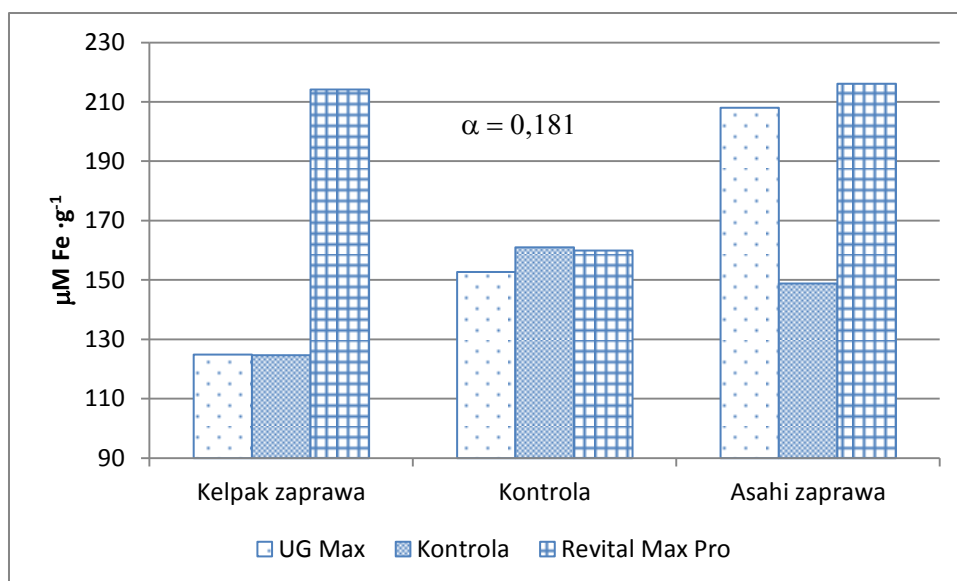
Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
FRAP 4					
Biostymulator (zaprawa)	60,02	68,26	73,93	0,079	0,897
Zaprawa biologiczna	71,80	67,68	63,59	0,290	0,751
Użyźniacz glebowy	67,94	63,44	78,03	0,195	0,098
Biostymulator (nalistnie)	58,80	69,43	72,21	0,089	0,800
FRAP 60					
Biostymulator (zaprawa)	139,6	158,5	169,9	0,087	0,991
Zaprawa biologiczna	165,3	156,9	148,3	0,329	0,808
Użyźniacz glebowy	157,3	148,1	178,3	0,228	0,136
Biostymulator (nalistnie)	137,6	160,4	167,2	0,094	0,791
TP					
Biostymulator (zaprawa)	68,83	78,15	80,36	0,099	0,646
Zaprawa biologiczna	79,35	76,92	72,93	0,350	0,995
Użyźniacz glebowy	76,77	73,33	84,48	0,263	0,197
Biostymulator (nalistnie)	68,62	77,23	82,87	0,044	0,902
DPPH 60					
Biostymulator (zaprawa)	51,32	53,87	61,78	0,109	0,390
Zaprawa biologiczna	56,35	57,07	48,76	0,240	0,699
Użyźniacz glebowy	56,29	51,66	62,35	0,345	0,092
Biostymulator (nalistnie)	49,56	55,61	59,19	0,139	0,854
ACW					
Biostymulator (zaprawa)	450,1	486,4	486,0	0,452	0,997
Zaprawa biologiczna	485,0	477,3	473,8	0,812	0,635
Użyźniacz glebowy	493,1	439,6	560,0	0,176	0,029
Biostymulator (nalistnie)	445,2	493,5	473,0	0,557	0,701
ACL					
Biostymulator (zaprawa)	3,313	3,450	3,465	0,555	0,750
Zaprawa biologiczna	3,303	3,430	3,525	0,393	0,902
Użyźniacz glebowy	3,482	3,419	3,373	0,672	0,986
Biostymulator (nalistnie)	3,288	3,103	3,607	0,229	0,889



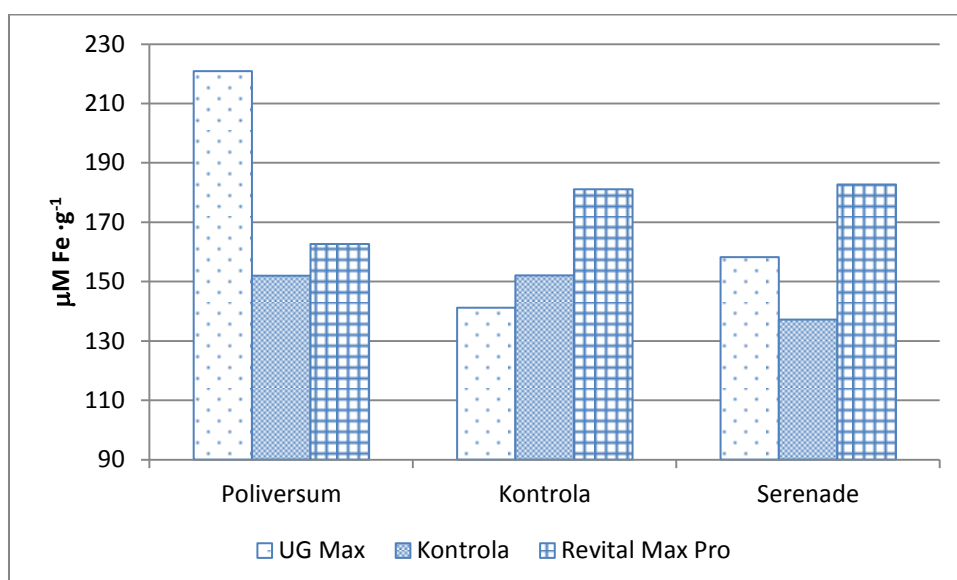
Rysunek 96. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną liści gryki (mierzona metodą FRAP w 4 minucie)



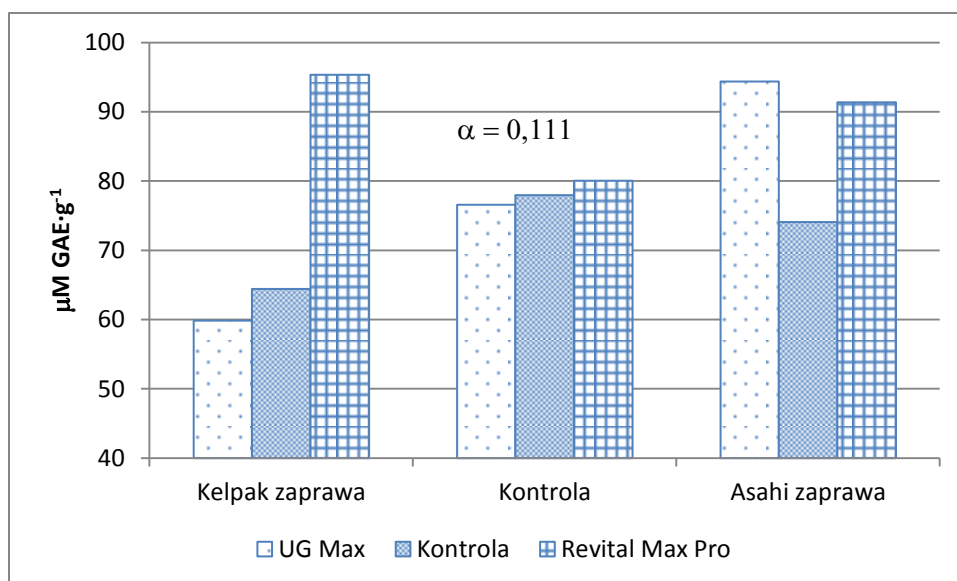
Rysunek 97. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na aktywność antyoksydacyjną liści gryki (mierzona metodą FRAP w 4 minucie)



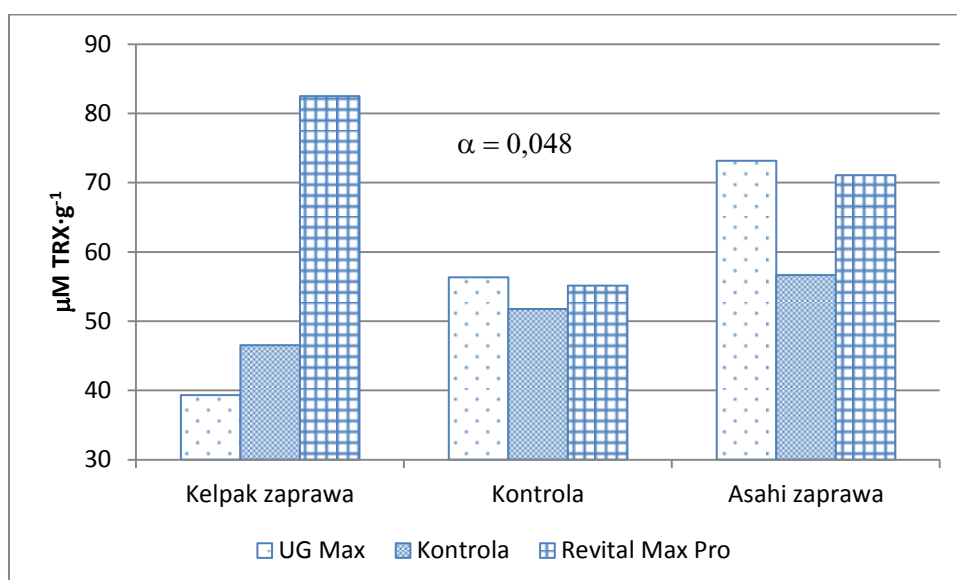
Rysunek 98. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną liści gryki (mierzona metodą FRAP w 60 minucie)



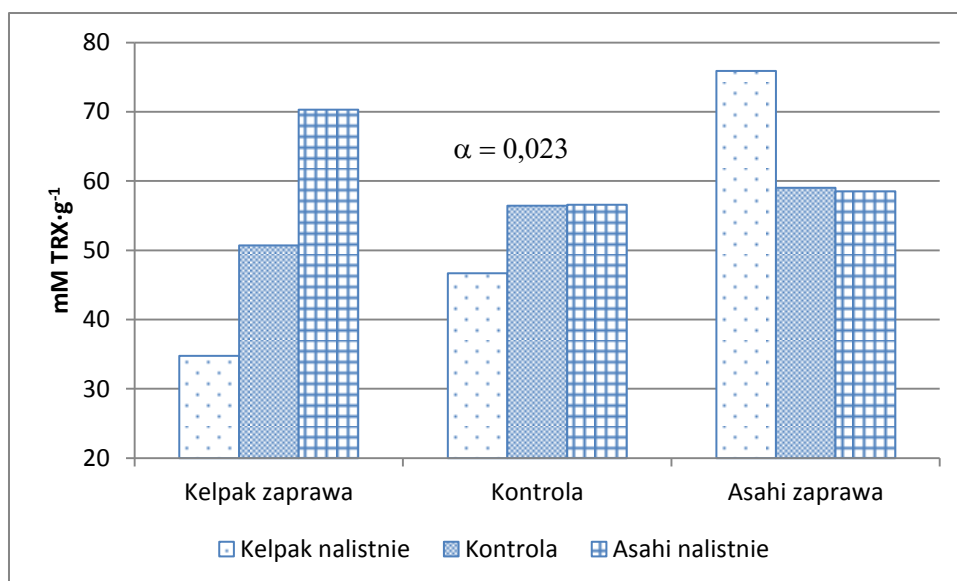
Rysunek 99. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na aktywność antyoksydacyjną liści gryki (mierzona metodą FRAP w 60 minucie)



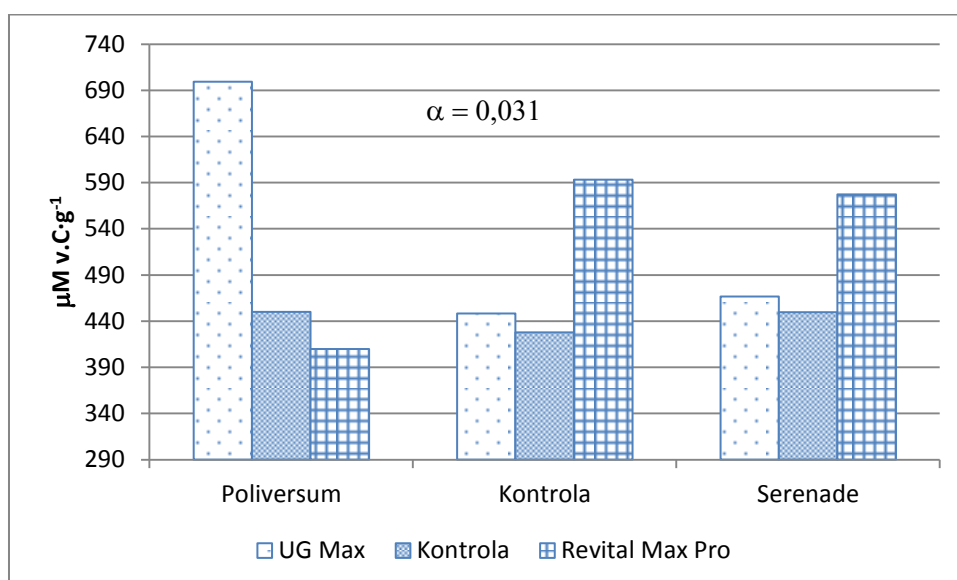
Rysunek 100. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na całkowitą zawartość związków polifenolowych w liściach gryki



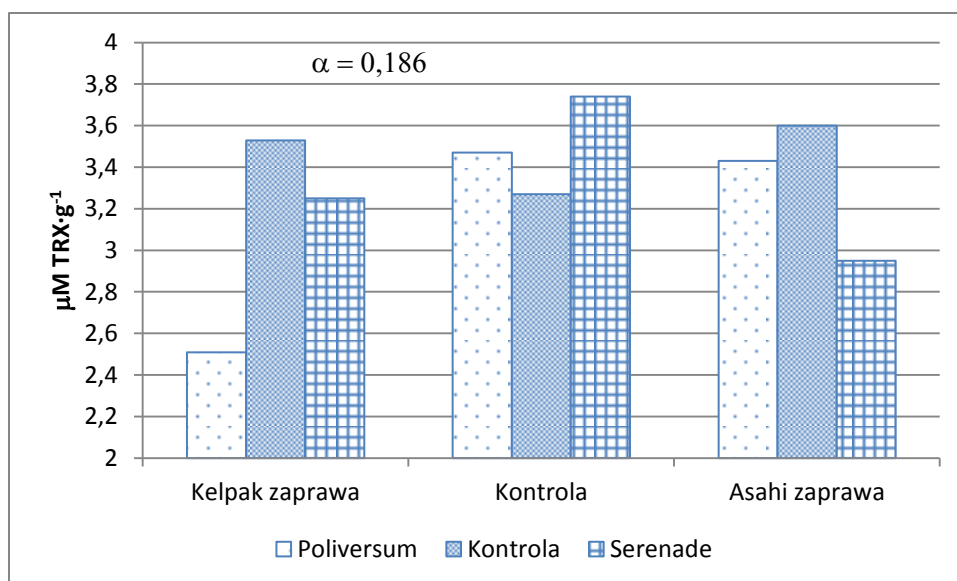
Rysunek 101. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną liści gryki (mierzoną metodą DPPH po 60 minutach)



Rysunek 102. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną liści gryki (mierzoną metodą DPPH po 60 minutach)



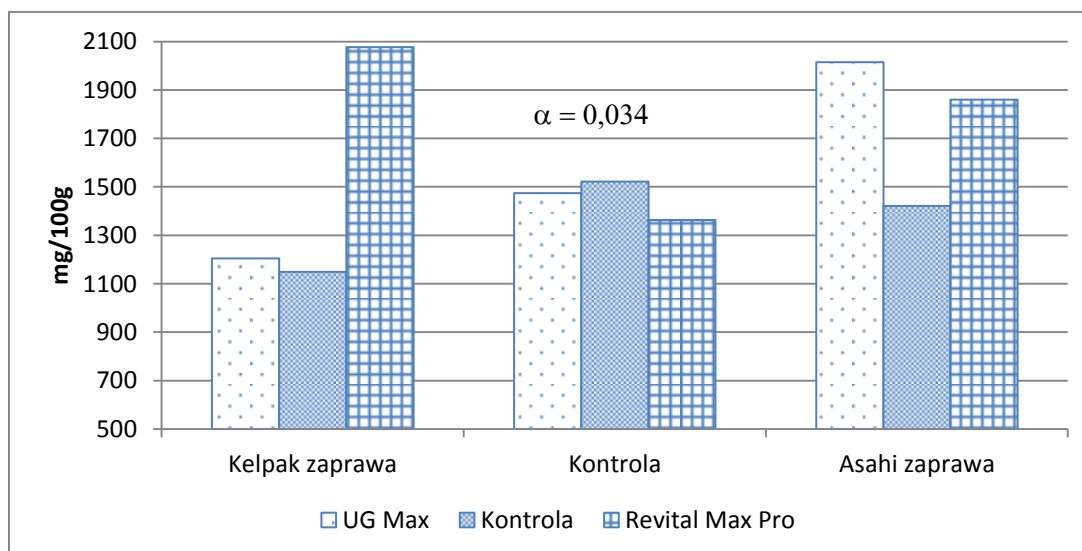
Rysunek 103. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na aktywność antyoksydacyjną frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie (ACW) zawartych w liściach gryki



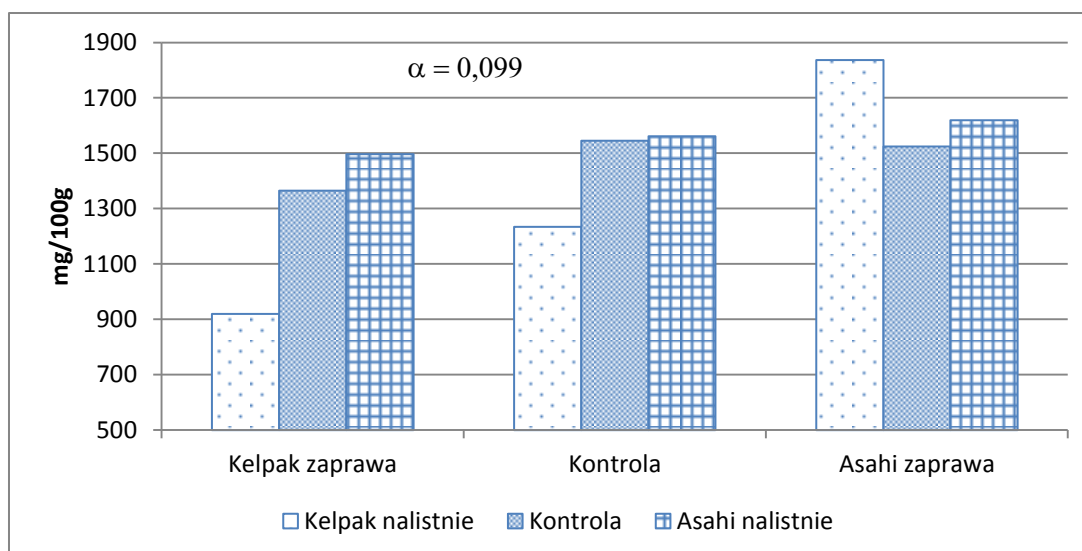
Rysunek 104. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną frakcji związków rozpuszczalnych w tłuszczach (ACL) w liściach gryki

Tabela 33. Zawartość rutozydu [$\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$] w liściach gryki w zależności od badanych czynników

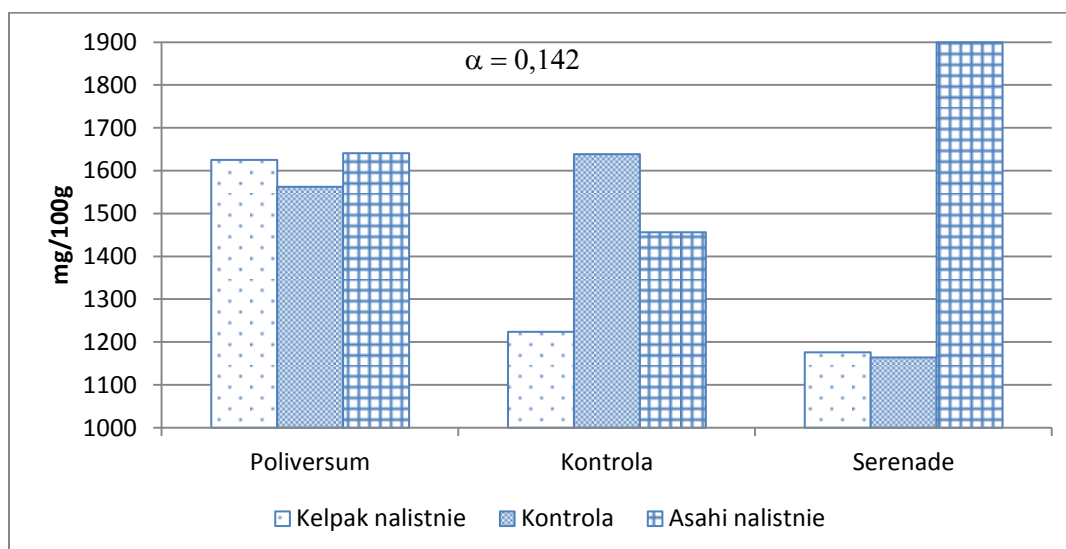
Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
Biostymulator (zaprawa)	1313,0	1466,9	1592,9	0,046	0,976
Zaprawa biologiczna	1586,2	1479,3	1288,6	0,034	0,799
Użyźniacz glebowy	1518,9	1395,7	1565,0	0,739	0,210
Biostymulator (nalistnie)	1282,9	1491,8	1560,8	0,047	0,631



Rysunek 105. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na zawartość rutozydu w liściach gryki



Rysunek 106. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość rutozydu w liściach gryki



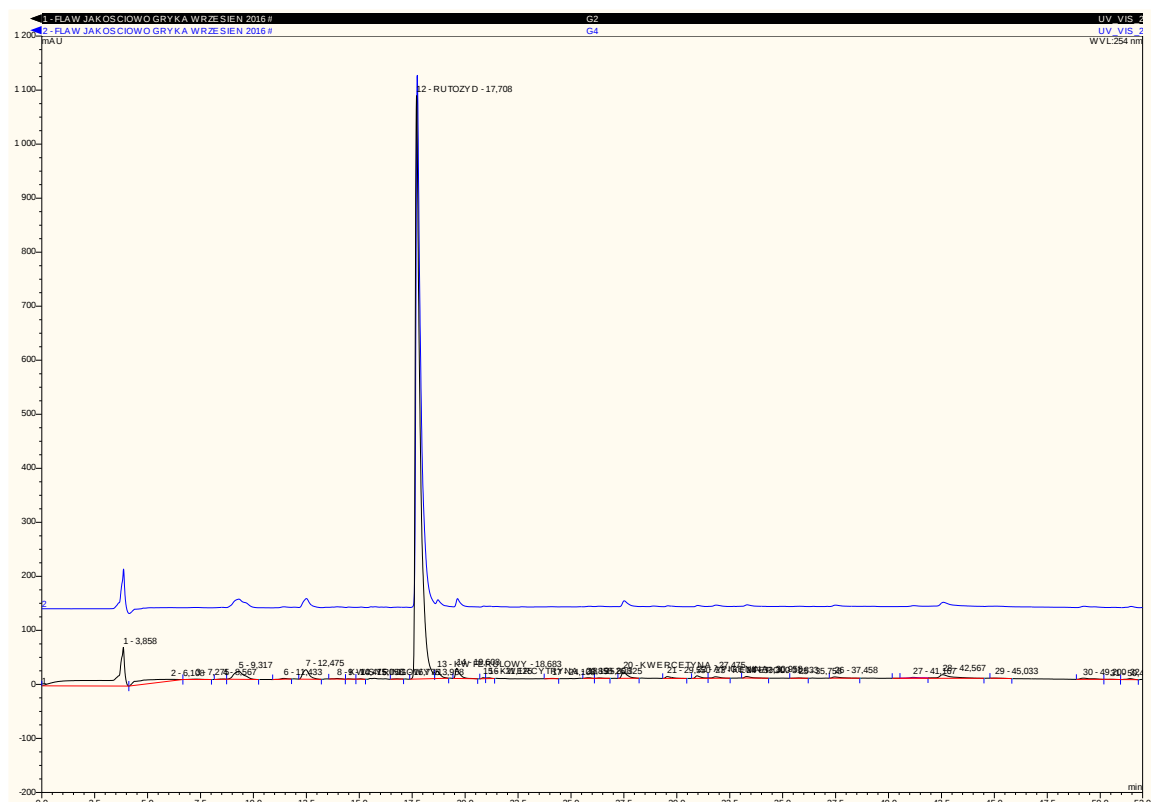
Rysunek 107. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość rutozydu w liściach gryki

Tabela 34. Analiza jakościowa zawartości fenolokwasów i flawonoidów w liściach gryki

Poziomy czynników*				Fenolokwasy	Flawonoidy
AZ	Poliv	UG0	KN0	syringowy, ferulowy	kwercytryna, kwercetyna, apigenina kemferol
KZ0	Poliv0	UG	KN	syringowy, ferulowy	kwercytryna, robinina, apigenina, kemferol
AZ	Seren	UG0	KN0	ferulowy	kwercytryna, fizetyna, kwercetyna apigenina, kemferol
KZ	Seren	UG0	KN0	chlorogenowy, ferulowy	kwercytryna, robinina, kwercetyna apigenina, kemferol
KZ0	Poliv0	BR	KN	syringowy ferulowy	robinina, kwercetyna, apigenina kemferol
KZ0	Poliv0	UG	AN	ferulowy	kwercetyna, apigenina, kemferol
KZ	Poliv	UG0	KN0	chlorogenowy, ferulowy	kwercytryna, robinina, kwercetyna apigenina, kemferol
KZ0	Poliv0	UG0	KN0	syringowy, ferulowy	kwercetyna, apigenina, kemferol
KZ0	Poliv0	BR	AN	chlorogenowy, syringowy, ferulowy	robinina, kwercytryna, apigenina, kemferol
KZ	Poliv0	UG0	AN	chlorogenowy, ferulowy	robinina, kwercytryna, kwercetyna apigenina, kemferol
KZ	Poliv0	UG0	KN	syringowy, ferulowy	robinina, kwercetyna, apigenina, kemferol
KZ0	Poliv0	UG0	KN0	syringowy, ferulowy	kwercetyna, apigenina, kemferol
KZ0	Seren	BR	KN0	syringowy	hyperozyd, kwercytryna, kwercetyna
AZ	Poliv0	UG0	AN	syringowy	hyperozyd, kwercetyna
KZ0	Poliv	UG	KN0	chlorogenowy	robinina, hyperozyd, kwercetyna
KZ0	Poliv	BR	KN0	-	hyperozyd, kwercytryna, kwercetyna
KZ0	Seren	UG	KN0	syringowy	robinina, hyperozyd, kwercetyna
AZ	Poliv0	UG0	KN	chlorogenowy	robinina, hyperozyd, kwercetyna
KZ	Poliv0	BR	KN0	galusowy, chlorogenowy	robinina, hyperozyd kwercetyna
KZ0	Poliv0	UG0	KN0	-	robinina hyperozyd kwercetyna, kwercytryna
KZ0	Seren	UG0	AN	-	hyperozyd kwercetyna, kwercytryna
AZ	Poliv0	UG	KN0	syringowy	hyperozyd, kwercytryna, moryna kwercetyna
KZ0	Poliv	UG0	AN	-	robinina, hyperozyd, kwercytryna moryna, kwercetyna
KZ0	Poliv	UG0	KN	-	robinina, hyperozyd, kwercetyna
KZ	Poliv0	UG	KN0	-	hyperozyd, kwercetyna, kwercytryna
AZ	Poliv0	BR	KN0	syringowy	robinina, hyperozyd, kwercetyna
KZ0	Seren	UG0	KN	-	robinina, hyperozyd, kwercytryna kwercetyna

* – patrz Tabela 12

Jak wynika z złożonych dwóch chromatogramów (jeden dla wyciągu z liści roślin wyrosłych z nasion zaprawianych preparatem Serenade, a drugi dla zaprawionych preparatem Polyversum) (Rysunek 108) w liściach gryki absolutnie dominującym związkiem polifenolowym jest rutyna. Ilości innych związków z tej dużej grupy jest minimalna.



Rysunek 108. Porównawcza analiza jakościowa chromatogramów HPLC wyciągów z liści gryki której orzeszki zaprawiano preparatami Polyversum (czarny) i Serenade (niebieski)

Skład chemiczny orzeszków gryki

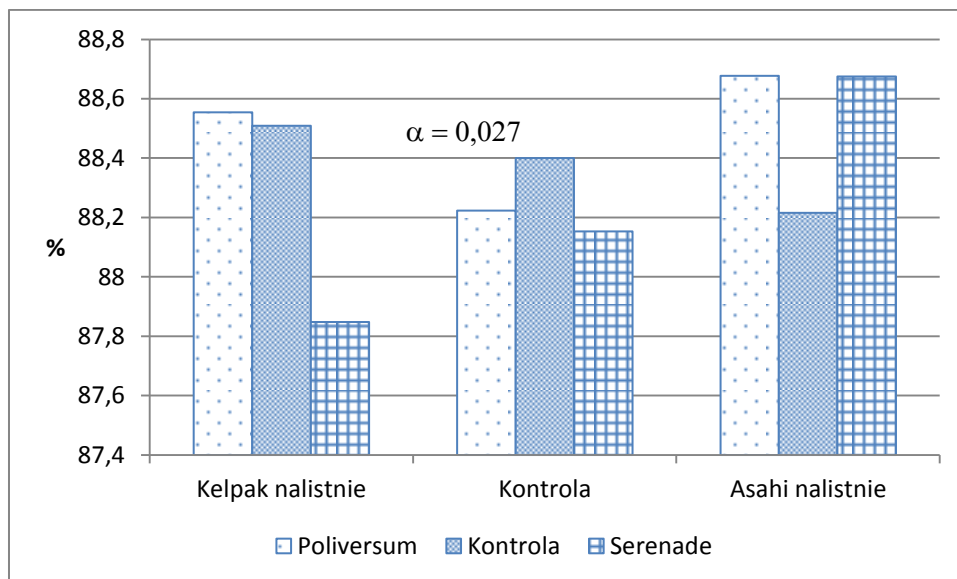
Nie stwierdzono istotnego wpływu badanych czynników na zawartość podstawowych składników pokarmowych (Tabela 35) oraz włókna surowego i frakcji włókna pokarmowego (Tabela 36).

Tabela 35. Wpływ badanych czynników na skład podstawowy orzeszków gryki

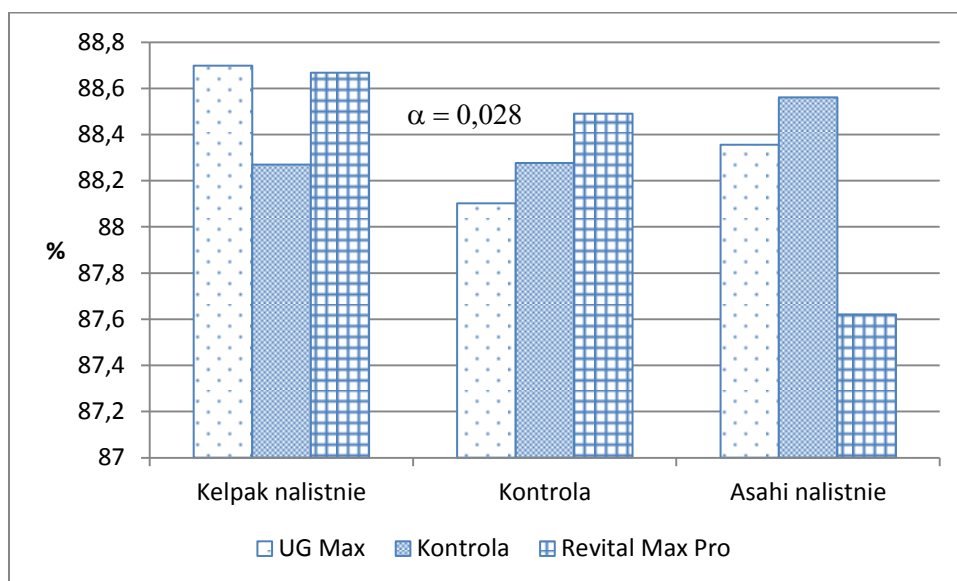
Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Sucha masa					
Biostymulator (zaprawa)	88,37	88,28	88,43	0,528	0,063
Zaprawa biologiczna	88,36	88,38	88,18	0,069	0,352
Użyźniacz glebowy	88,24	88,35	88,38	0,144	0,933
Biostymulator (nalistnie)	88,41	88,29	88,37	0,675	0,096
Popiół					
Biostymulator (zaprawa)	2,080	2,083	2,064	0,569	0,693
Zaprawa biologiczna	2,056	2,090	2,072	0,579	0,345
Użyźniacz glebowy	2,080	2,080	2,072	0,787	0,924
Biostymulator (nalistnie)	2,108	2,058	2,099	0,752	0,069
Białko					
Biostymulator (zaprawa)	11,47	11,49	11,49	0,749	0,892
Zaprawa biologiczna	11,42	11,50	11,52	0,217	0,987
Użyźniacz glebowy	11,47	11,48	11,51	0,618	0,596
Biostymulator (nalistnie)	11,53	11,45	11,54	0,939	0,112
Tłuszcz					
Biostymulator (zaprawa)	2,280	2,289	2,275	0,837	0,546
Zaprawa biologiczna	2,287	2,287	2,274	0,650	0,678
Użyźniacz glebowy	2,283	2,278	2,302	0,502	0,675
Biostymulator (nalistnie)	2,289	2,286	2,275	0,629	0,766
Włókno surowe					
Biostymulator (zaprawa)	11,82	11,79	11,75	0,751	0,905
Zaprawa biologiczna	11,91	11,83	11,56	0,117	0,582
Użyźniacz glebowy	11,74	11,77	11,87	0,533	0,944
Biostymulator (nalistnie)	11,85	11,78	11,75	0,634	0,976
Bezazotowe wyciągowe					
Biostymulator (zaprawa)	60,73	60,32	60,85	0,839	0,440
Zaprawa biologiczna	60,68	60,68	60,00	0,265	0,475
Użyźniacz glebowy	59,91	60,74	60,62	0,245	0,339
Biostymulator (nalistnie)	60,63	60,41	60,71	0,890	0,702

Na zawartość suchej masy w orzeszkach wpłynęły dwie interakcje w sposób statystycznie istotny. Pierwsza z nich to interakcja zapraw biologicznych z biostymulatorami zastosowanymi nalistnie. Wyraźne obniżenie zawartości suchej masy w orzeszkach gryki następowało po oprysku biostymulatorem Kelpak roślin wyrosłych z nasion zaprawionych zaprawą Serenade (Rysunek 109). Innym niekorzystnym z punktu zawartości suchej masy w orzeszkach gryki jest połączenie stosowania użyźniacza Revital Max Pro i nalistnie biostymulatora Asahi (Rysunek 110). Zawartość białka w orzeszkach podlegała dość znaczącym zmianom w zależności od kombinacji biostymulator stosowany nalistnie i zaprawa biologiczna. Kelpak stosowany indywidualnie sprzyja gromadzeniu białka w orzeszkach, ale jego połączenie z zaprawami dawało wyraźnie gorsze rezultaty (Rysunek 111). Zawartość węglowodanów ogółem na tle interakcji zaprawa biologiczna x użyźniacz

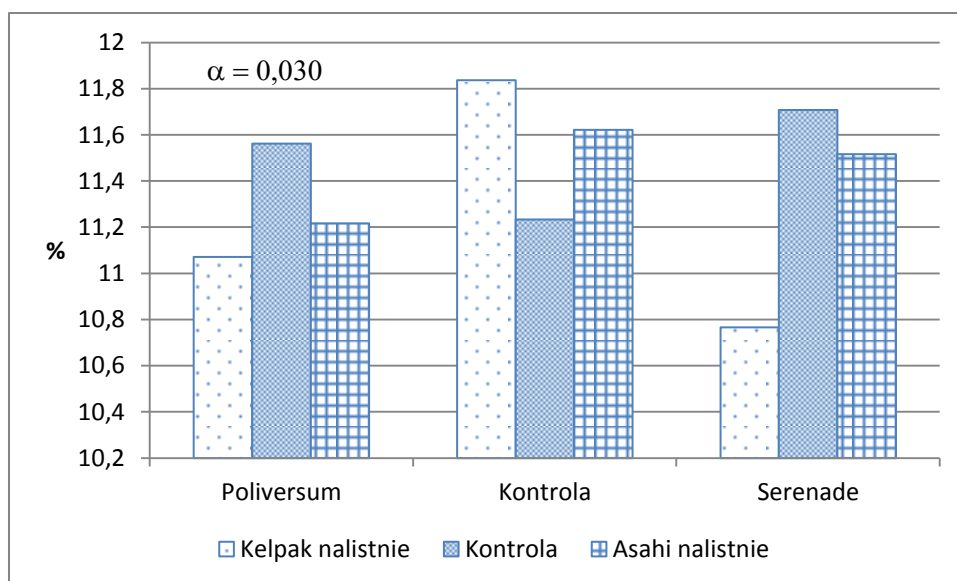
glebowy była stabilna poza jedną kombinacją wyraźnie skutkującą spadkiem zawartości tego składnika odżywczego. Tak skutkowało połączone stosowanie zaprawy Serenade i użyźniacza UG Max (Rysunek 112).



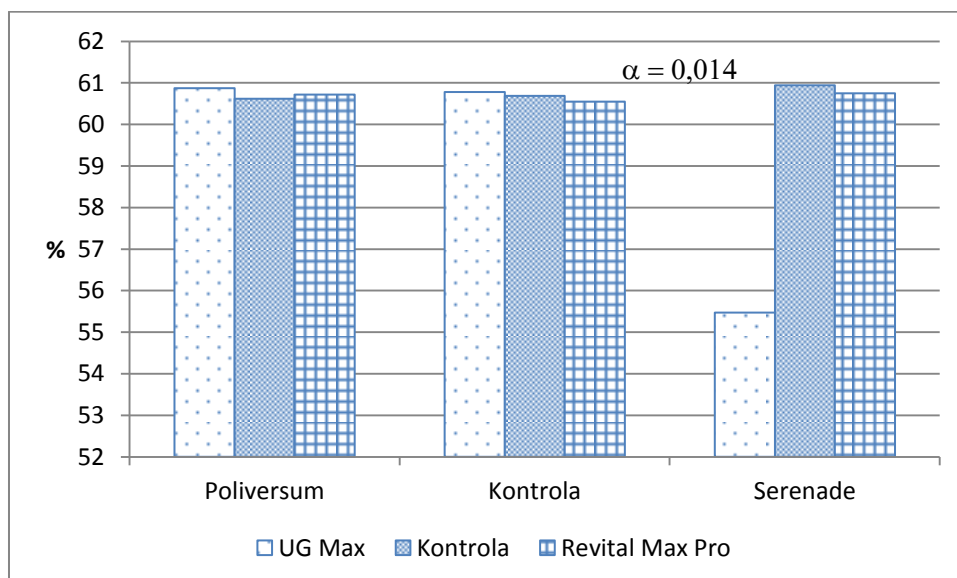
Rysunek 109. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość suchej masy w orzeszkach gryki



Rysunek 110. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość suchej masy w orzeszkach gryki



Rysunek 111. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość białka w orzeszkach gryki



Rysunek 112. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość węglowodanów ogółem w orzeszkach gryki

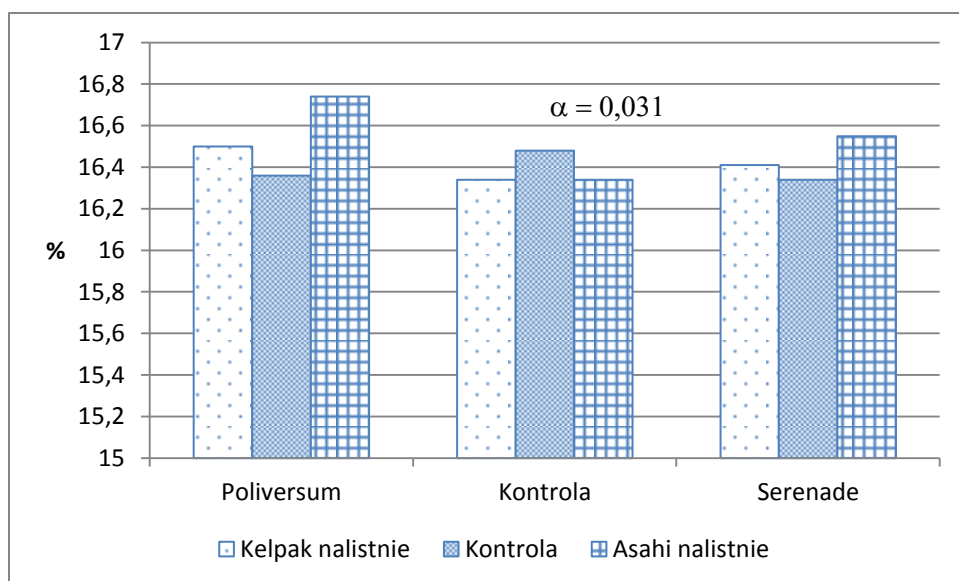
Tabela 36. Wpływ badanych czynników na zawartość włókna i jego frakcji w orzeszkach gryki

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Włókno surowe					
Biostymulator (zaprawa)	11,82	11,79	11,75	0,751	0,905
Zaprawa biologiczna	11,91	11,83	11,56	0,117	0,582
Użyźniacz glebowy	11,74	11,77	11,87	0,533	0,944
Biostymulator (nalistnie)	11,85	11,78	11,75	0,634	0,976
NDF					
Biostymulator (zaprawa)	23,59	23,76	23,58	0,969	0,562
Zaprawa biologiczna	23,74	23,64	23,72	0,964	0,773
Użyźniacz glebowy	23,71	23,65	23,74	0,903	0,954
Biostymulator (nalistnie)	23,67	23,67	23,71	0,920	0,793
ADF					
Biostymulator (zaprawa)	16,47	16,37	16,46	0,921	0,707
Zaprawa biologiczna	16,45	16,41	16,38	0,724	0,892
Użyźniacz glebowy	16,25	16,48	16,40	0,821	0,903
Biostymulator (nalistnie)	16,40	16,41	16,44	0,425	0,267
ADL					
Biostymulator (zaprawa)	7,015	7,001	7,063	0,627	0,816
Zaprawa biologiczna	7,047	7,012	7,003	0,655	0,964
Użyźniacz glebowy	6,922	7,065	6,997	0,515	0,968
Biostymulator (nalistnie)	6,998	7,009	7,061	0,445	0,172
HCEL					
Biostymulator (zaprawa)	7,121	7,385	7,126	0,986	0,428
Zaprawa biologiczna	7,288	7,234	7,338	0,877	0,714
Użyźniacz glebowy	7,455	7,166	7,341	0,995	0,899
Biostymulator (nalistnie)	7,274	7,265	7,273	0,726	0,374
CEL					
Biostymulator (zaprawa)	9,456	9,371	9,390	0,574	0,692
Zaprawa biologiczna	9,400	9,398	9,380	0,857	0,861
Użyźniacz glebowy	9,330	9,417	9,401	0,846	0,822
Biostymulator (nalistnie)	9,398	9,400	9,376	0,540	0,553

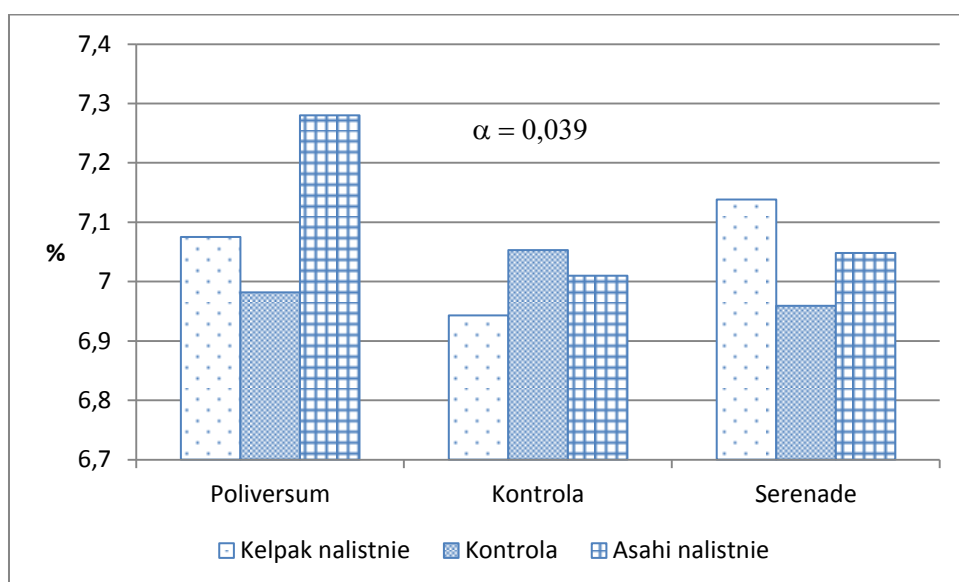
Koncentracja frakcji ADF była największa w orzeszkach gryki po zastosowaniu zaprawy biologicznej (Poliversum) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi) (rys. 80).

Największe wartości frakcji ADL zanotowano w orzeszkach gryki w uprawie której zastosowano: zaprawę biologiczną (Poliversum) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi) (Rys. 81).

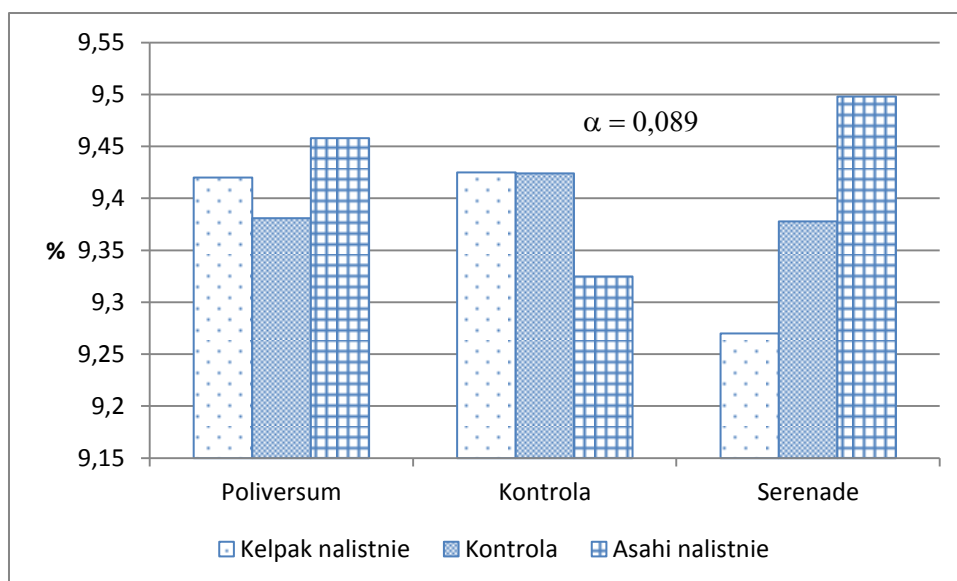
Zaprawa biologiczna (Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi), zaprawa biostymulatorem (Kelpak) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi) zwiększyły koncentrację celulozy w badanych orzeszkach gryki (Rys. 82-83).



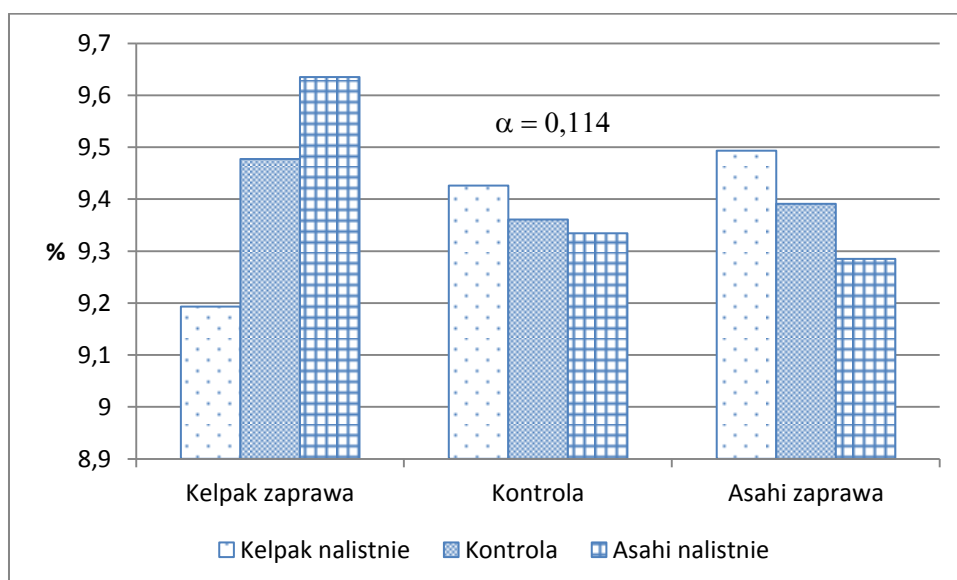
Rysunek 113. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość frakcji ADF włókna surowego w orzeszkach gryki



Rysunek 114. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość frakcji ADL włókna surowego w orzeszkach gryki



Rysunek 115. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość celulozy w orzeszkach gryki



Rysunek 116. Wpływ interakcji zaprawa biostymulatorami (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość celulozy w orzeszkach gryki

Zastosowane czynniki doświadczalne różnicowały zawartość składników mineralnych w orzeszkach badanej gryki (Tabela 37). Istotny wpływ omawianych czynników na skład mineralny orzeszków stwierdzono w przypadku koncentracji: fosforu, potasu, cynku, żelaza, miedzi i molibdenu. W badanych orzeszkach nie stwierdzono istotnej różnicy w zawartości: wapnia, sodu, magnezu i manganu, w zależności od zastosowanych czynników.

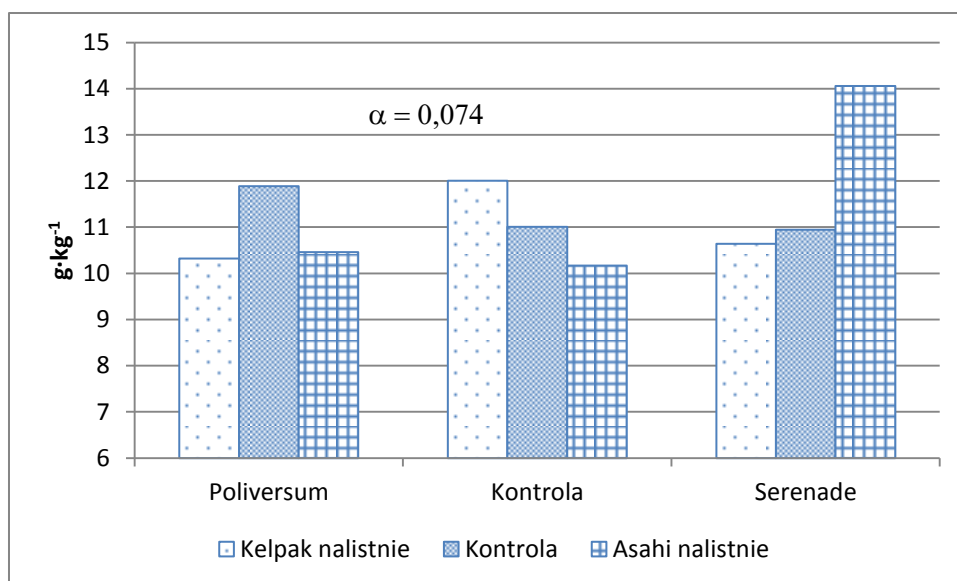
Zawartość fosforu w orzeszkach gryki zależała od zastosowanego biostymulatora w postaci zaprawy, przy czym największe wartości stwierdzono po zastosowaniu zaprawy na poziomie niskim. Koncentracja potasu zależała zarówno od biostymulatora użytego w formie zaprawy (poziom niski), jak i użyźniacza glebowego (poziom średni). Ilość cynku i żelaza była

wyraźnie wyższa w orzeszkach zaprawianych biostymulatorem na poziomie niskim. Na wysoką zawartość żelaza w badanych orzeszkach miała również wpływ zastosowana zaprawa biologiczna (poziom niski). Koncentracja miedzi zależała od użytej w doświadczeniu zaprawy biologicznej (poziom wysoki). Z kolei zawartość molibdenu zależała zarówno od zaprawy biostymulatorem (poziom niski) jak i zastosowanego użyźniacza gleby (poziom średni).

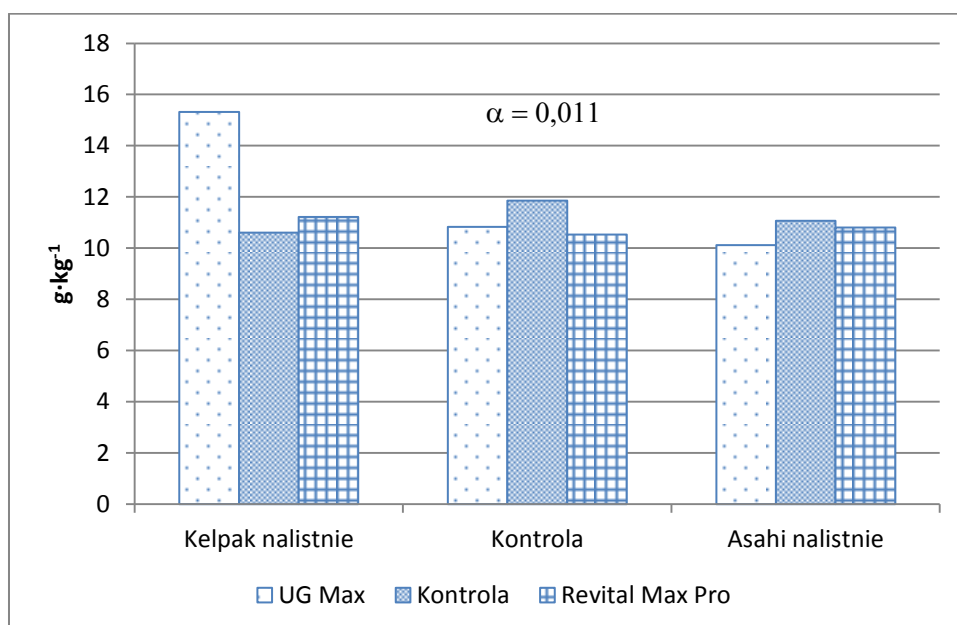
Tabela 37. Wpływ badanych czynników na zawartość składników mineralnych w orzeszkach gryki

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Fosfor [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	11,97	11,18	10,52	0,008	0,755
Zaprawa biologiczna	11,39	11,05	11,42	0,949	0,359
Użyźniacz glebowy	11,46	11,31	10,69	0,142	0,722
Biostymulator (nalistnie)	11,50	11,23	10,87	0,227	0,954
Potas [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	5,868	5,652	5,518	0,016	0,621
Zaprawa biologiczna	5,654	5,690	5,636	0,889	0,241
Użyźniacz glebowy	5,616	5,742	5,543	0,596	0,040
Biostymulator (nalistnie)	5,766	5,686	5,534	0,100	0,270
Wapń [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	0,437	0,418	0,395	0,195	0,721
Zaprawa biologiczna	0,397	0,425	0,415	0,569	0,336
Użyźniacz glebowy	0,413	0,422	0,409	0,913	0,507
Biostymulator (nalistnie)	0,444	0,410	0,406	0,226	0,823
Sód [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	0,087	0,069	0,069	0,207	0,596
Zaprawa biologiczna	0,060	0,079	0,071	0,444	0,218
Użyźniacz glebowy	0,067	0,078	0,067	0,966	0,289
Biostymulator (nalistnie)	0,083	0,069	0,073	0,491	0,640
Magnez [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	2,272	2,315	2,270	0,988	0,494
Zaprawa biologiczna	2,268	2,295	2,324	0,564	0,868
Użyźniacz glebowy	2,228	2,323	2,296	0,488	0,385
Biostymulator (nalistnie)	2,323	2,263	2,349	0,791	0,513
Cynk [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	29,06	28,72	27,61	0,006	0,240
Zaprawa biologiczna	29,01	28,34	28,61	0,411	0,436
Użyźniacz glebowy	28,98	28,56	28,09	0,073	0,715
Biostymulator (nalistnie)	28,61	28,69	28,11	0,305	0,282
Żelazo [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	31,51	28,49	27,78	0,000	0,105
Zaprawa biologiczna	29,76	28,97	28,33	0,042	0,907
Użyźniacz glebowy	27,42	29,74	28,73	0,061	0,006
Biostymulator (nalistnie)	28,69	28,94	29,46	0,259	0,983
Miedź [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	4,001	4,228	4,174	0,424	0,154
Zaprawa biologiczna	3,805	4,229	4,366	0,014	0,149
Użyźniacz glebowy	4,021	4,181	4,270	0,254	0,365
Biostymulator (nalistnie)	4,130	4,150	4,238	0,618	0,579
Molibden [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	55,07	52,34	50,51	0,026	0,765
Zaprawa biologiczna	53,22	52,42	52,15	0,590	0,689
Użyźniacz glebowy	48,30	53,80	53,62	0,011	0,039
Biostymulator (nalistnie)	52,72	52,46	52,56	0,937	0,654
Mangan [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$]					
Biostymulator (zaprawa)	15,33	15,21	14,93	0,238	0,764
Zaprawa biologiczna	14,78	15,27	15,33	0,106	0,447
Użyźniacz glebowy	15,54	15,00	15,26	0,406	0,207
Biostymulator (nalistnie)	15,16	15,24	15,05	0,743	0,628

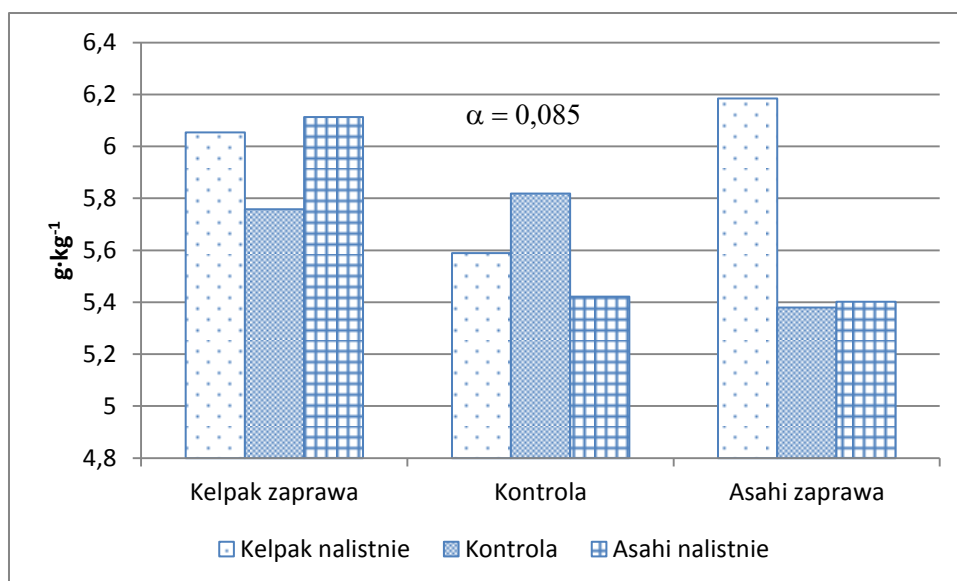
Zastosowanie zaprawy biologicznej (Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi) oraz użyźniacza gleby (UG Max) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak), wpłynęło na wzrost zawartości fosforu w orzeszkach gryki (Rysunek 117, Rysunek 118). Biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi), zaprawa biologiczna (Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak), biologiczny użyźniacz gleby (UG Max) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak) zwiększyły koncentracje potasu w badanych orzeszkach gryki (Rysunek 119, Rysunek 120, Rysunek 121). Największe wartości magnezu zanotowano w orzeszkach gryki w uprawie której zastosowano: zaprawę biologiczną (Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max) oraz zaprawę biologiczną (Polyversum) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi) (Rysunek 122, Rysunek 123). Koncentracja cynku była najwyższa w orzeszkach gryki po zastosowaniu użyźniacza gleby (UG Max) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Asahi), zaprawy (Kelpak) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak), zapraw biologicznych (Poliversum i Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak i Asahi), a także po zastosowaniu użyźniacza gleby (UG Max) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak) (Rysunek 124, Rysunek 125, Rysunek 126, Rysunek 127). Zastosowanie zaprawy biologicznej (Poliversum) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak) zwiększyło zawartość żelaza w orzeszkach badanej gryki (Rysunek 128). Wysokie wartości omawianego pierwiastka stwierdzono również w orzeszkach po zastosowaniu nalistnie biostymulatora (Kelpak) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak) (Rysunek 129). Interakcje czynników badawczych: zaprawa biologiczna (Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak), zaprawa biologiczna (Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max) oraz zaprawa biologiczna (Polyversum) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Asahi) zwiększyły koncentracje miedzi w orzeszkach gryki (Rysunek 130, Rysunek 131, Rysunek 132). Największe wartości molibdenu zanotowano w orzeszkach gryki po zastosowaniu: zaprawy biologicznej (Polyversum) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak), biostymulatora stosowanego nalistnie (Kelpak) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak) oraz biologicznego użyźniacza gleby (Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Asahi) (Rysunek 133, Rysunek 134, Rysunek 135). Z kolei zawartość manganu w orzeszkach gryki była największa po zastosowaniu biologicznego użyźniacza gleby (UG Max) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak) (Rysunek 136).



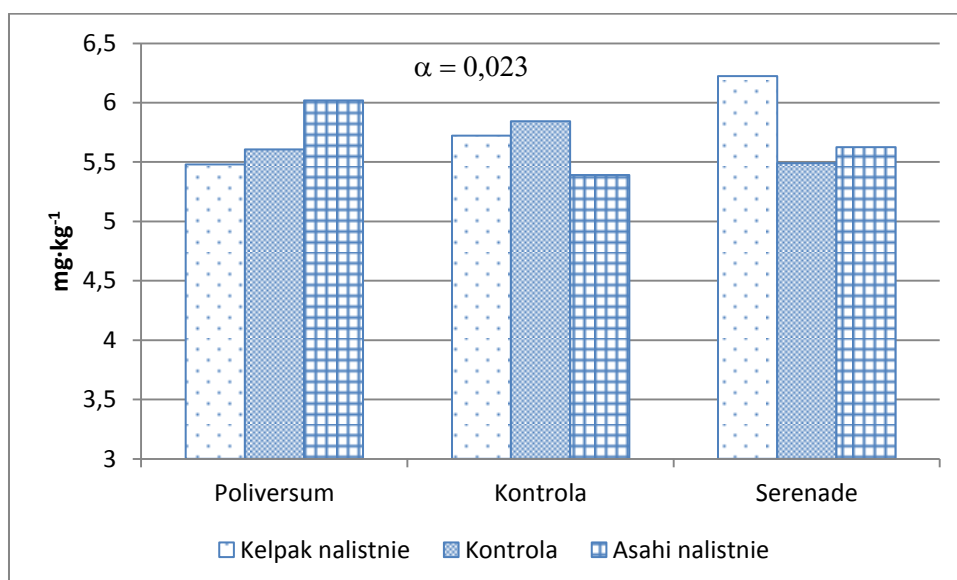
Rysunek 117. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość fosforu w orzeszkach gryki



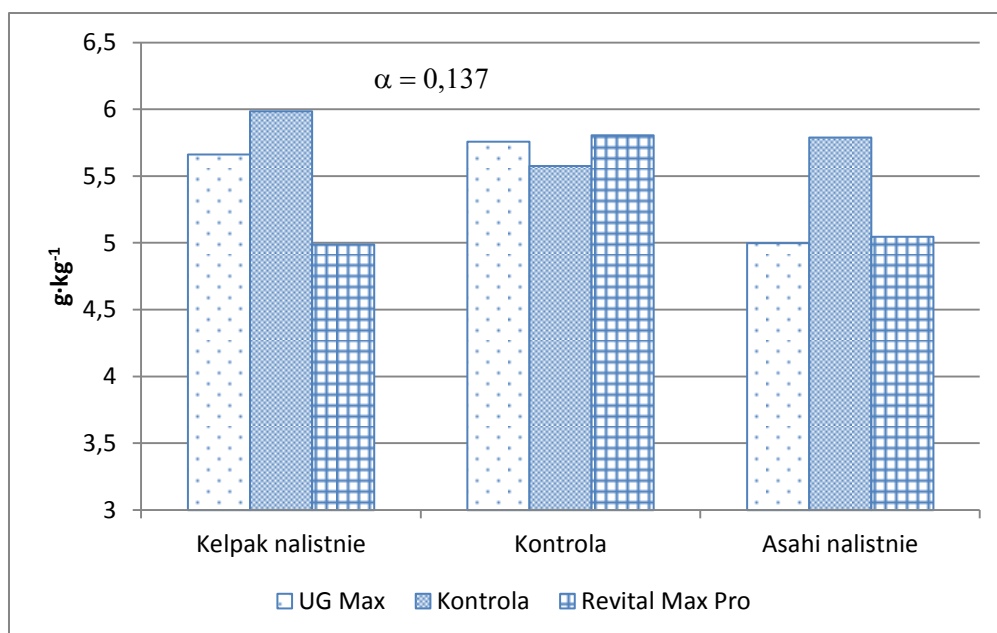
Rysunek 118. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość fosforu w orzeszkach gryki



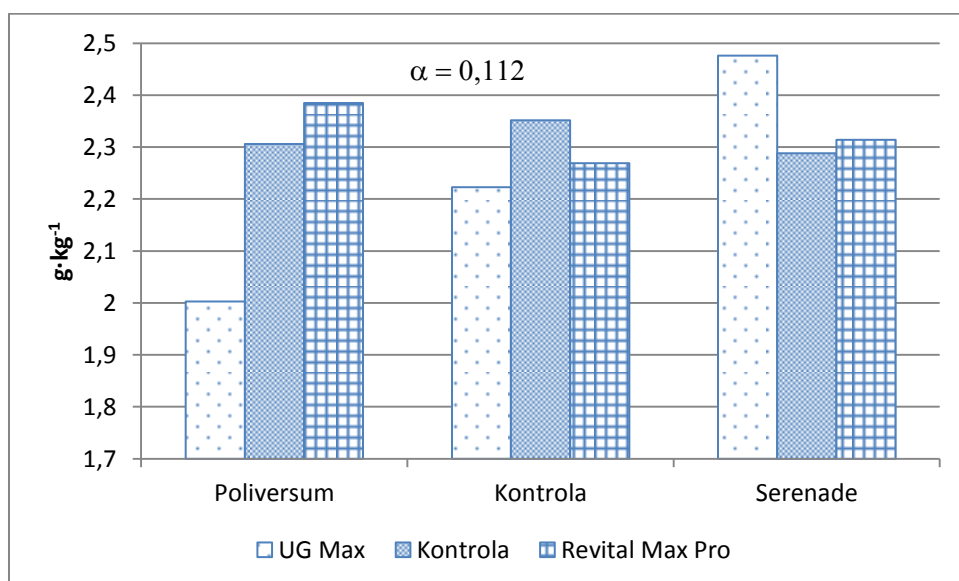
Rysunek 119. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość potasu w orzeszkach gryki



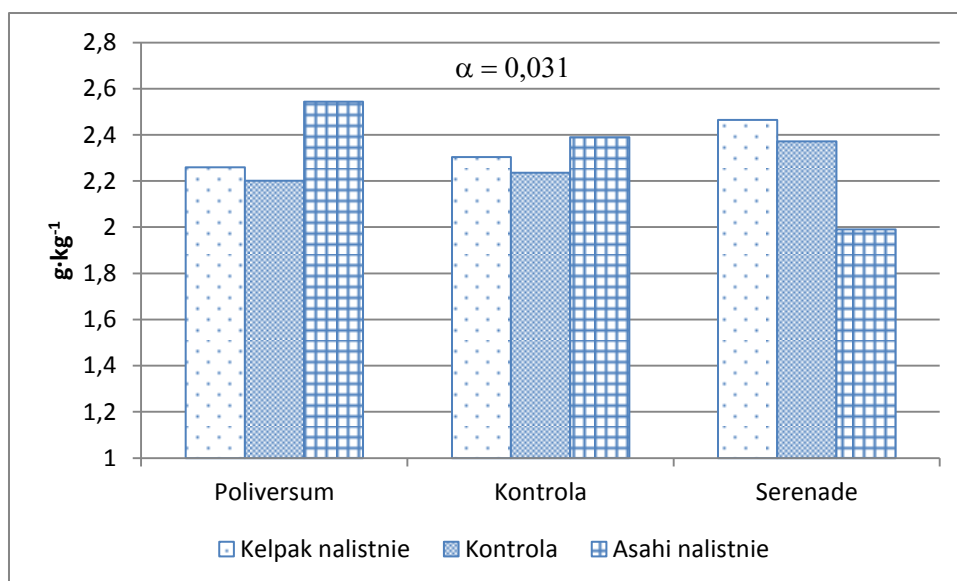
Rysunek 120. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość potasu w orzeszkach gryki



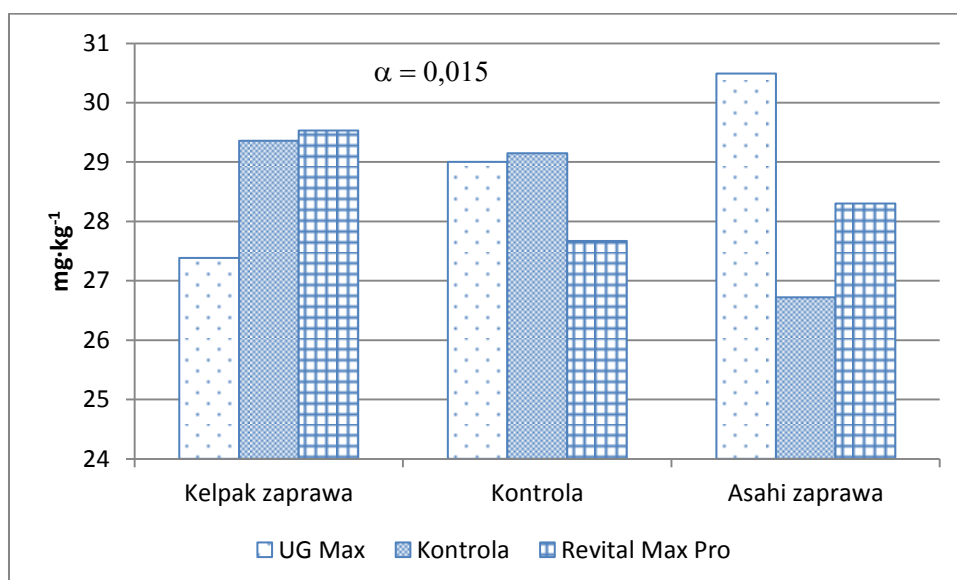
Rysunek 121. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość potasu w orzeszkach gryki



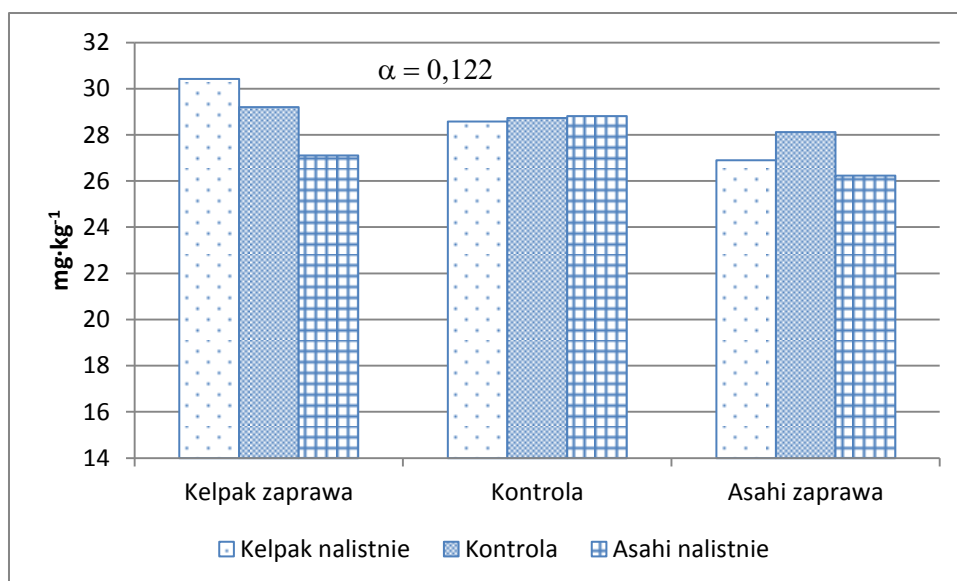
Rysunek 122. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na zawartość magnezu w orzeszkach gryki



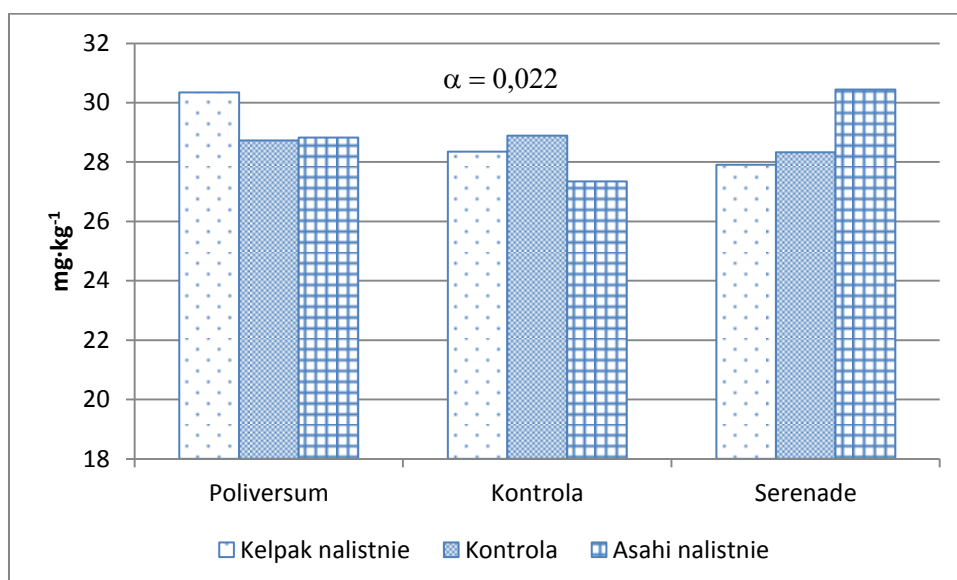
Rysunek 123. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość magnezu w orzeszkach gryki



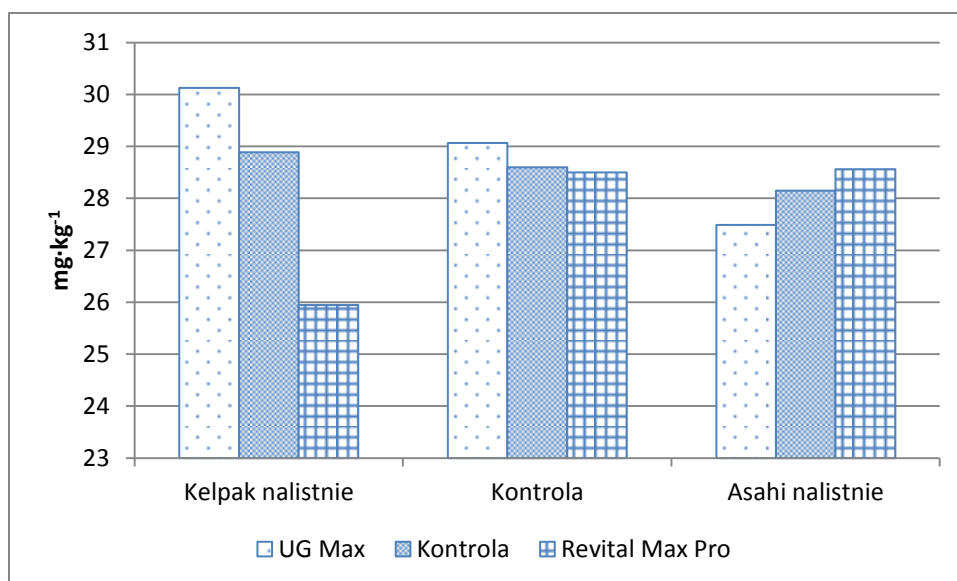
Rysunek 124. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na zawartość cynku w orzeszkach gryki



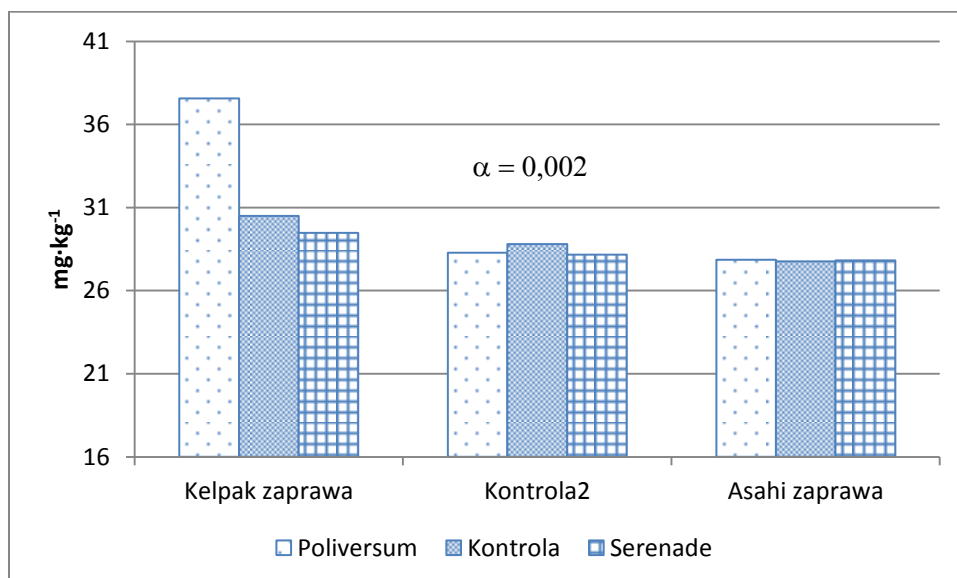
Rysunek 125. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość cynku w orzeszkach gryki



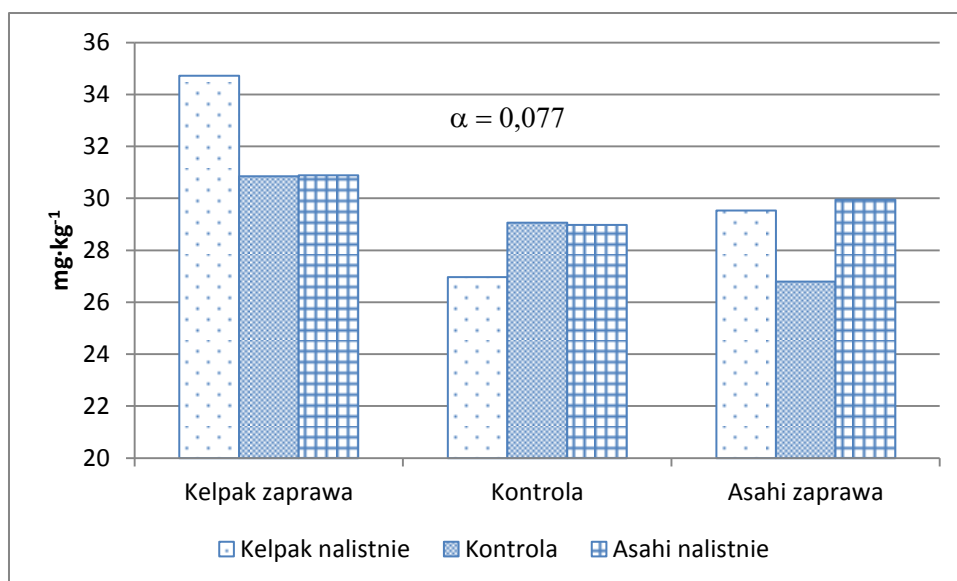
Rysunek 126. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość cynku w orzeszkach gryki



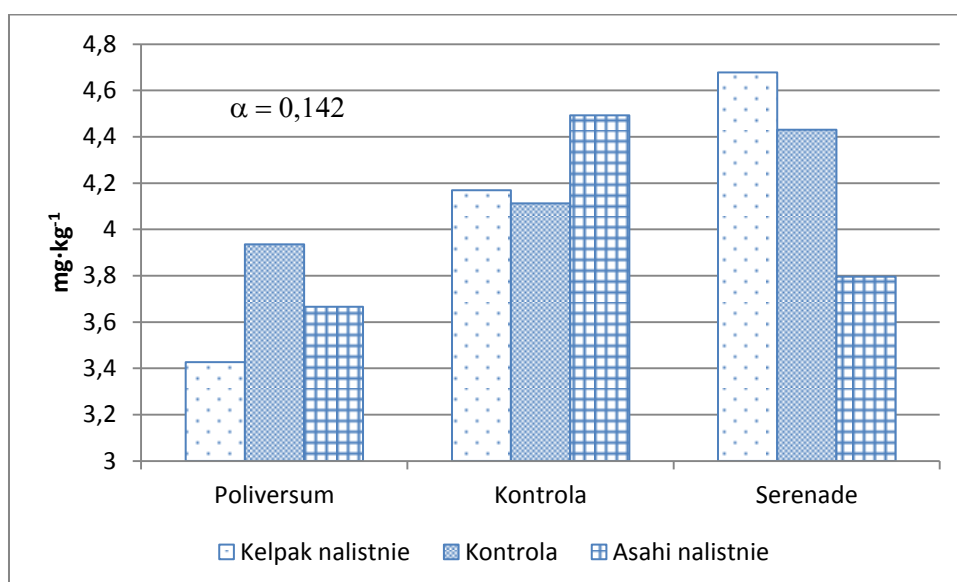
Rysunek 127. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość cynku w orzeszkach gryki



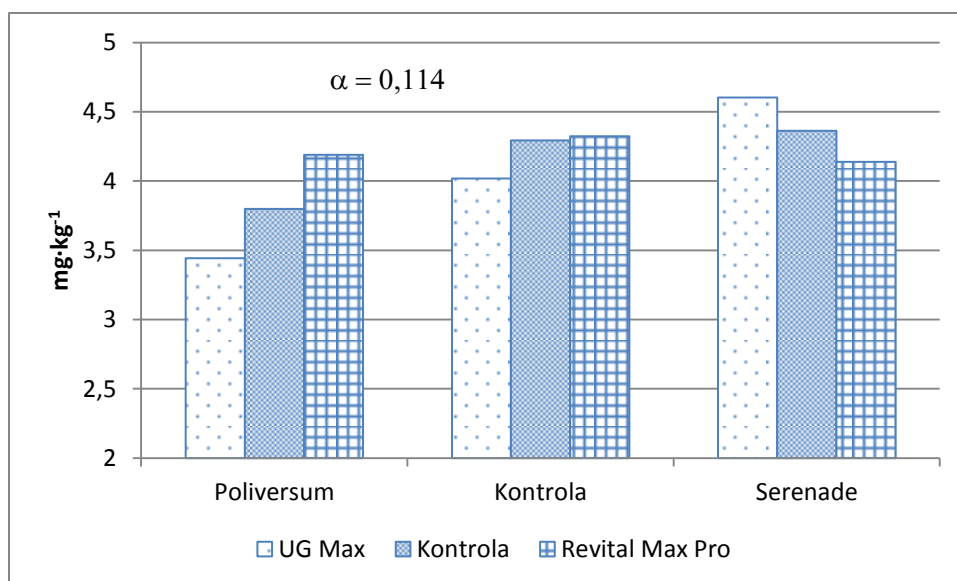
Rysunek 128. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na zawartość żelaza w orzeszkach gryki



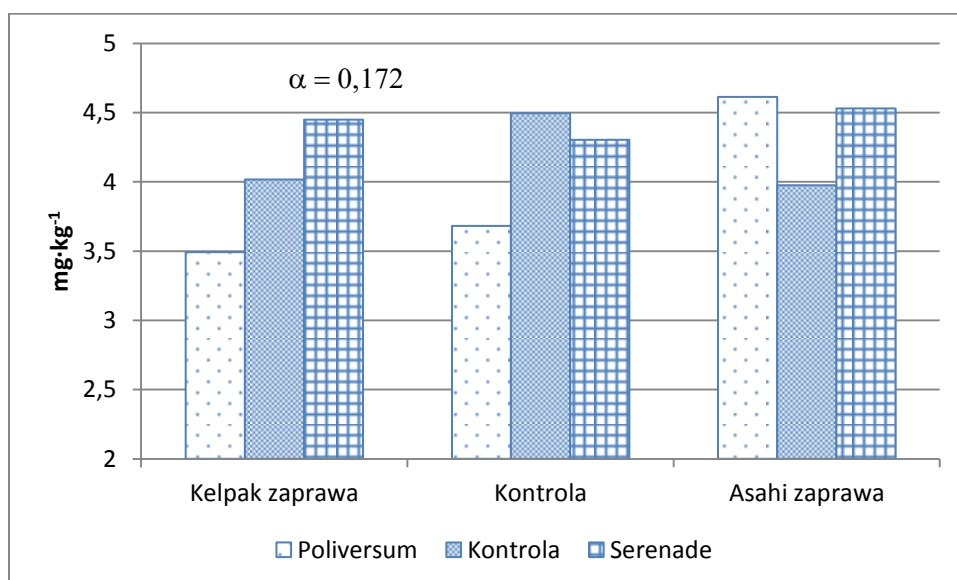
Rysunek 129. Wpływ interakcji biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na zawartość żelaza w orzeszkach gryki



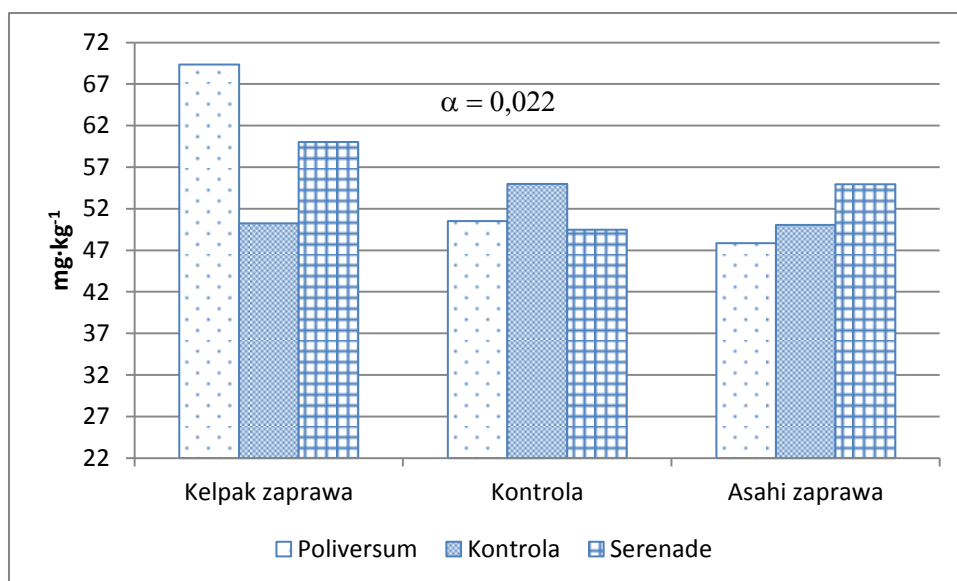
Rysunek 130. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość miedzi w orzeszkach gryki



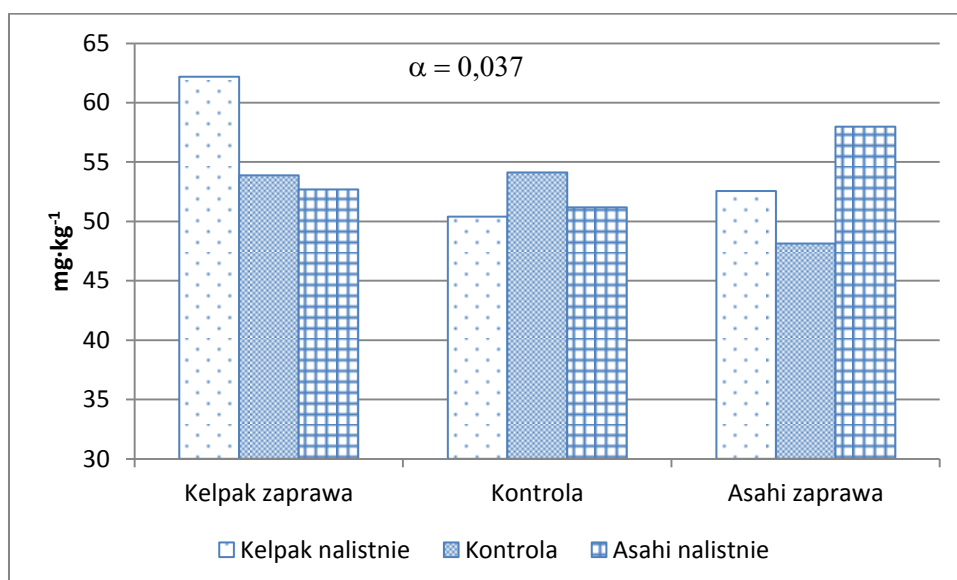
Rysunek 131. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na zawartość miedzi w orzeszkach gryki



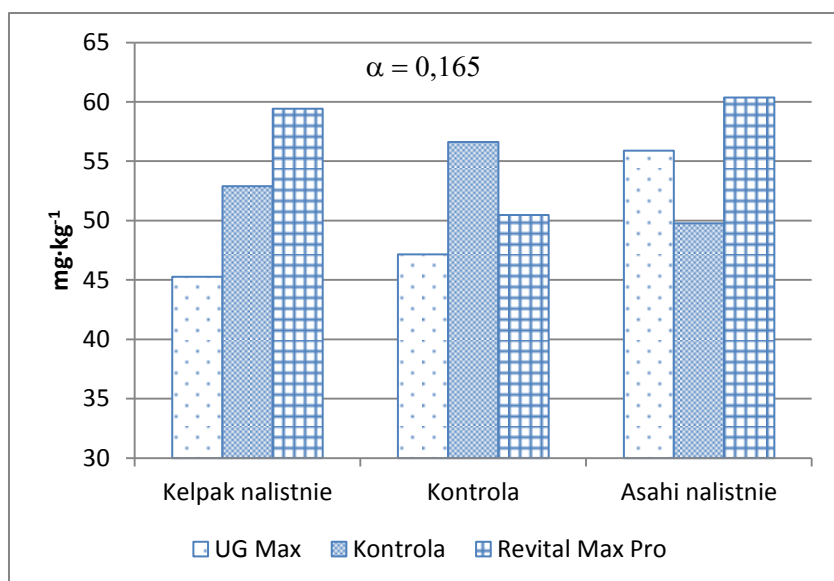
Rysunek 132. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na zawartość miedzi w orzeszkach gryki



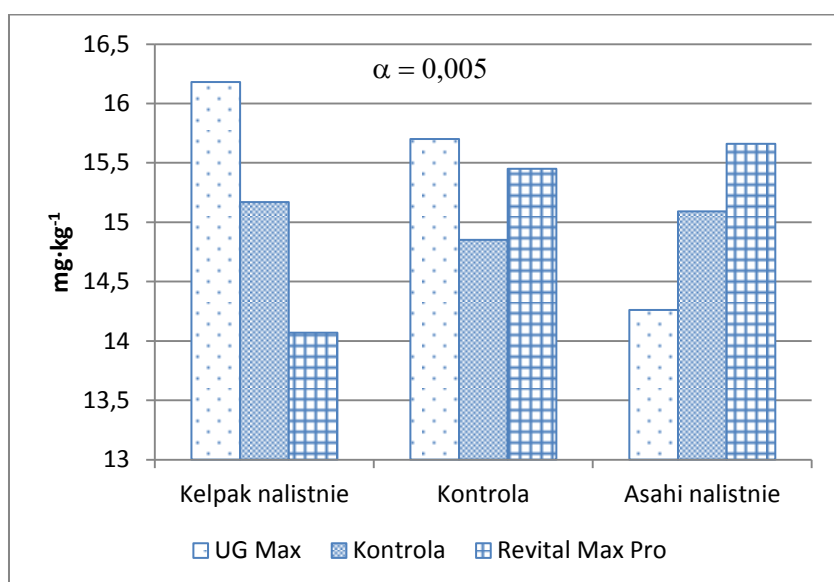
Rysunek 133. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na zawartość molibdenu w orzeszkach gryki



Rysunek 134. Wpływ interakcji biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na zawartość molibdenu w orzeszkach gryki



Rysunek 135. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość molibdenu w orzeszkach gryki



Rysunek 136. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na zawartość manganu w orzeszkach gryki

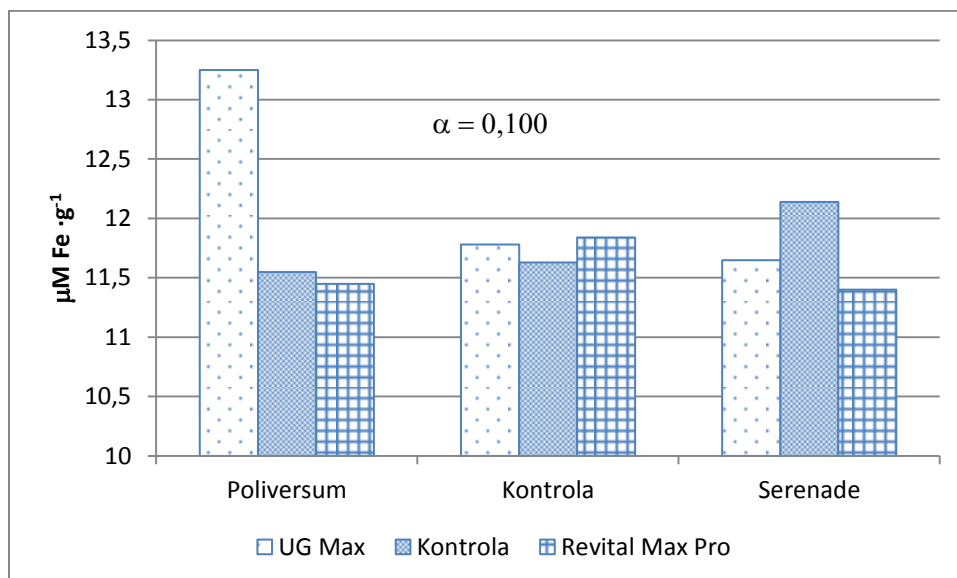
Wyniki badań aktywności antyoksydacyjnej i całkowitej zawartości polifenoli, oraz profilu związków o budowie polifenolowej przedstawiono w wielu postaciach (Tabela 38, Rysunek 137, Rysunek 142).

Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na aktywność antyoksydacyjną mierzoną metodą FRAP w 4 i 60 minucie od zapoczątkowania reakcji nie był znaczący. Nie stwierdzono żadnych różnic statystycznie istotnych w uzyskanych wartościach potencjału antyoksydacyjnego orzeszków gryki. Jedynie niewielki wzrost tej wartości spowodowało równoczesne zastosowanie zaprawy biologicznej Polyversum, Serenade z UG Max (Rysunek 141). Podobne zależności, czyli niewielki wpływ czynników użytych w doświadczeniu polowym na potencjał antyoksydacyjny orzeszków gryki stwierdzono, badając ten parametr metoda DPPH (Tabela 38) . Metoda PCL, która jest bardziej czuła niż metody FRAP i DPPH w oznaczaniu potencjału antyoksydacyjnego poszczególnych frakcji związków, zarówno hydrofilowych jak i lipofilowych, wykazała już pewien wpływ zastosowanych w uprawie gryki biostymulatorów i zapraw biologicznych na właściwości antyoksydacyjne orzeszków gryki (Tabela 38, Rysunek 139, Rysunek 142). Biostymulator (zaprawa) wpływała na wartość potencjału antyoksydacyjnego dla związków zawartych w orzeszkach gryki o właściwościach hydrofilnych, w stosunku do kontroli zaobserwowano zmniejszenie aktywności antyoksydacyjnej takiej frakcji. Poziom istotności dla efektu kwadratowego był znaczący statystycznie i wynosił $\alpha=0,002$. Zastosowanie zarówno Poliversum, Serenade i Revital Max Pro powodowało zwiększenie wartości określającą aktywność antyoksydacyjną frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie obecnych w orzeszkach gryki, natomiast zastosowanie zaprawy Kelpak, Asahi nieznacznie zmniejszało taką aktywność.

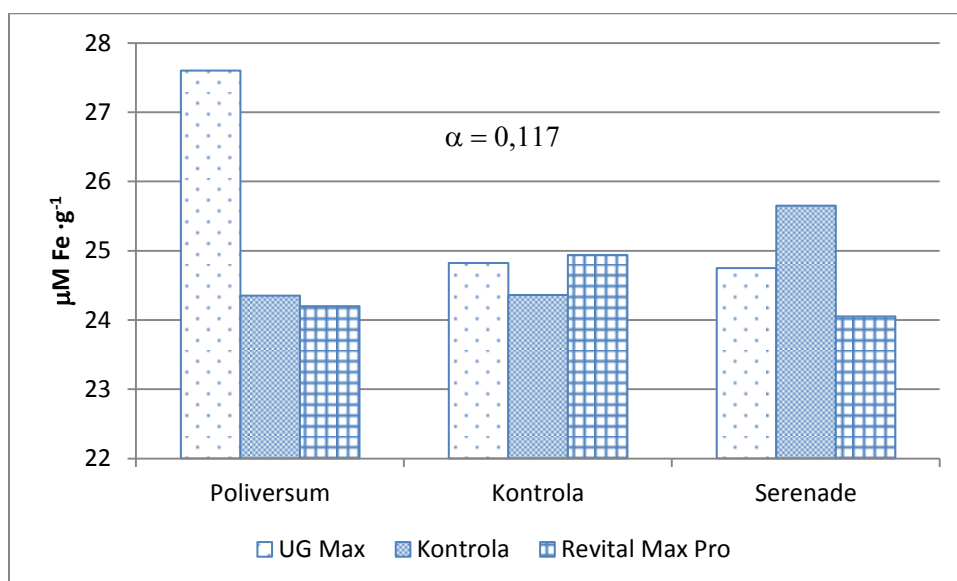
Zastosowanie zaprawy Asahi wpłynęło na zmniejszenie aktywności antyoksydacyjnej w porównaniu do grupy kontrolnej tej frakcji związków znajdujących się w orzeszkach gryki (Rysunek 140). Stwierdzono wpływ czynników badawczych na stężenie rutozydu w jej orzeszkach (Tabela 39, Rysunek 143). Można zauważyć, że zastosowanie Serenade wraz z UG Max, Revital Max Pro w ogóle nie spowodowało żadnych różnic w gromadzeniu się rutozydu w orzeszkach gryki, jedynie przy zastosowaniu Poliversum z UG Max zaobserwowano znacząco statystycznie istotną różnicę w ilości rutozydu w orzeszkach gryki.

Tabela 38. Wpływ biostymulatorów i zapraw biologicznych na potencjał antyoksydacyjny (mierzony metodą FRAP po 4 i 60 minutach, metodą DPPH po 60 minutach, metodą ACW i ACL) oraz całkowita zawartość związków polifenolowych w orzeszkach gryki

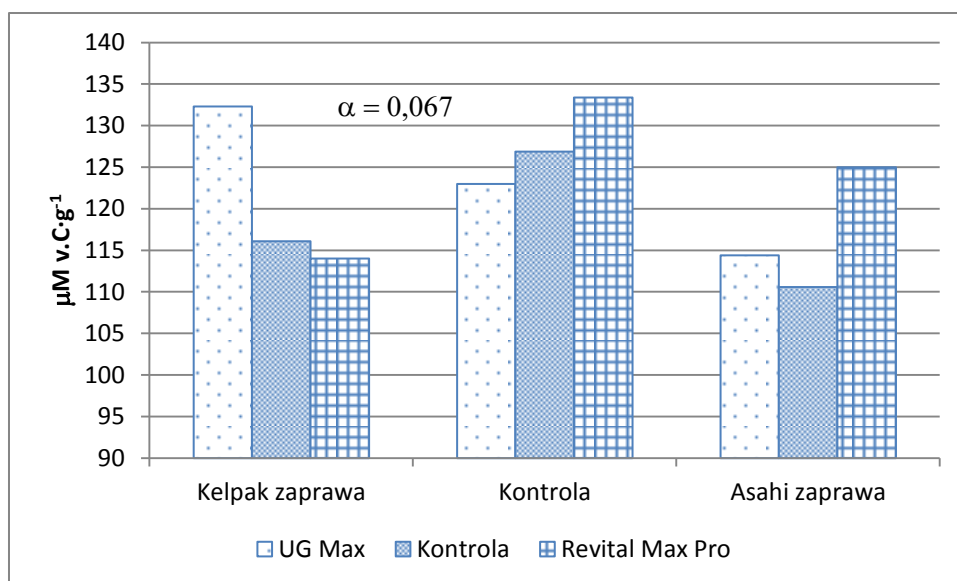
Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
FRAP 4					
Biostymulator (zaprawa)	11,74	11,84	11,73	0,949	0,609
Zaprawa biologiczna	11,82	11,72	11,93	0,661	0,580
Użyźniacz glebowy	12,00	11,74	11,70	0,264	0,714
Biostymulator (nalistnie)	11,75	11,88	11,62	0,616	0,377
FRAP 60					
Biostymulator (zaprawa)	24,81	24,94	24,55	0,595	0,516
Zaprawa biologiczna	24,87	24,64	25,23	0,452	0,385
Użyźniacz glebowy	25,28	24,70	24,67	0,217	0,584
Biostymulator (nalistnie)	24,61	25,03	24,51	0,836	0,256
TP					
Biostymulator (zaprawa)	15,77	16,48	15,90	0,837	0,138
Zaprawa biologiczna	16,15	16,06	16,56	0,530	0,924
Użyźniacz glebowy	16,58	15,96	16,39	0,767	0,614
Biostymulator (nalistnie)	15,79	16,48	15,88	0,897	0,138
DPPH 60					
Biostymulator (zaprawa)	12,07	12,18	12,25	0,630	0,732
Zaprawa biologiczna	12,12	12,07	12,50	0,339	0,696
Użyźniacz glebowy	12,28	12,37	11,92	0,371	0,500
Biostymulator (nalistnie)	12,18	12,30	11,85	0,405	0,287
ACW					
Biostymulator (zaprawa)	118,5	127,6	113,6	0,262	0,002
Zaprawa biologiczna	119,8	122,7	124,6	0,265	0,229
Użyźniacz glebowy	123,1	119,7	128,7	0,198	0,574
Biostymulator (nalistnie)	123,5	123,5	118,7	0,262	0,104
ACL					
Biostymulator (zaprawa)	0,265	0,313	0,303	0,482	0,301
Zaprawa biologiczna	0,327	0,291	0,297	0,580	0,967
Użyźniacz glebowy	0,290	0,312	0,280	0,852	0,314
Biostymulator (nalistnie)	0,277	0,304	0,315	0,482	0,533



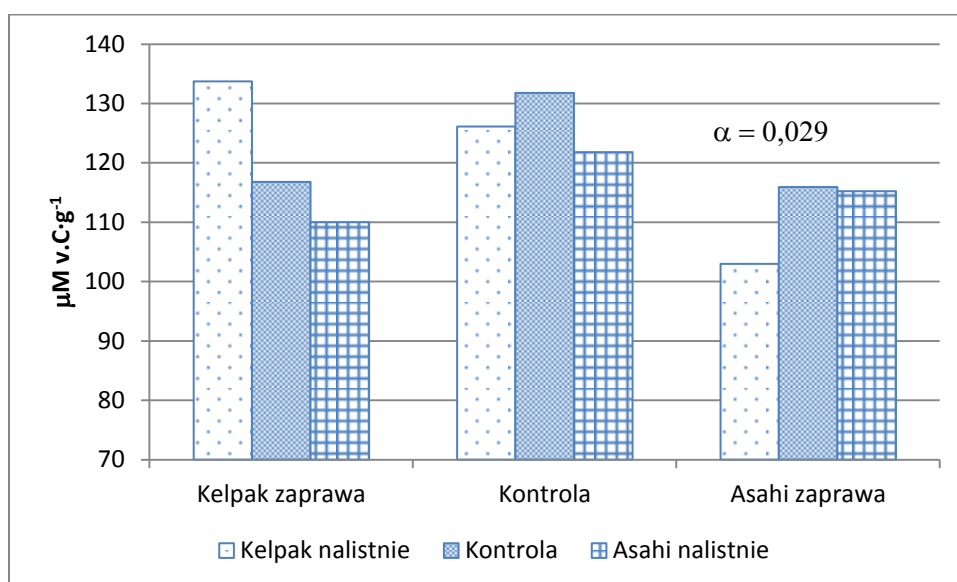
Rysunek 137. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na aktywność antyoksydacyjną orzeszków gryki (mierzona metodą FRAP w 4 minucie)



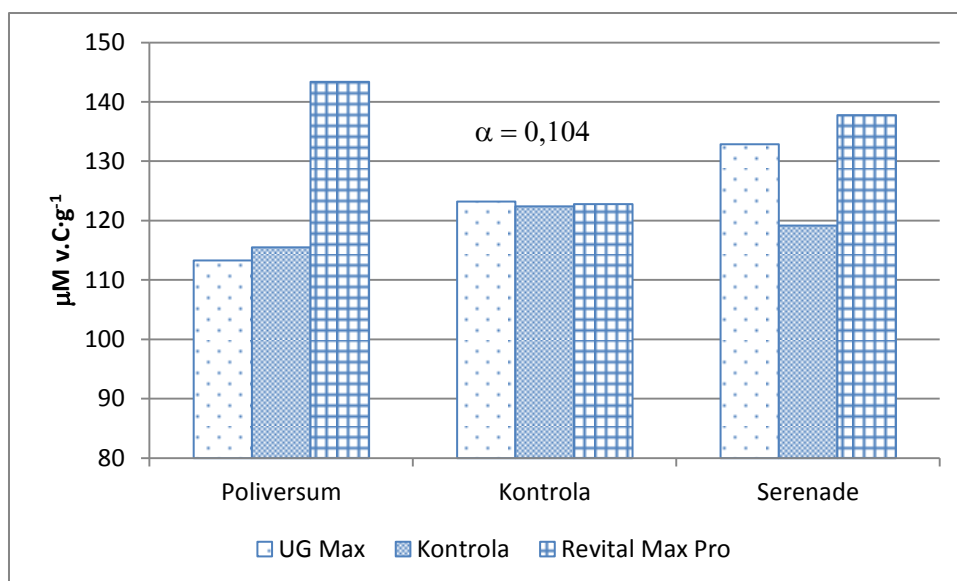
Rysunek 138. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na aktywność antyoksydacyjną orzeszków gryki (mierzona metodą FRAP w 60 minucie)



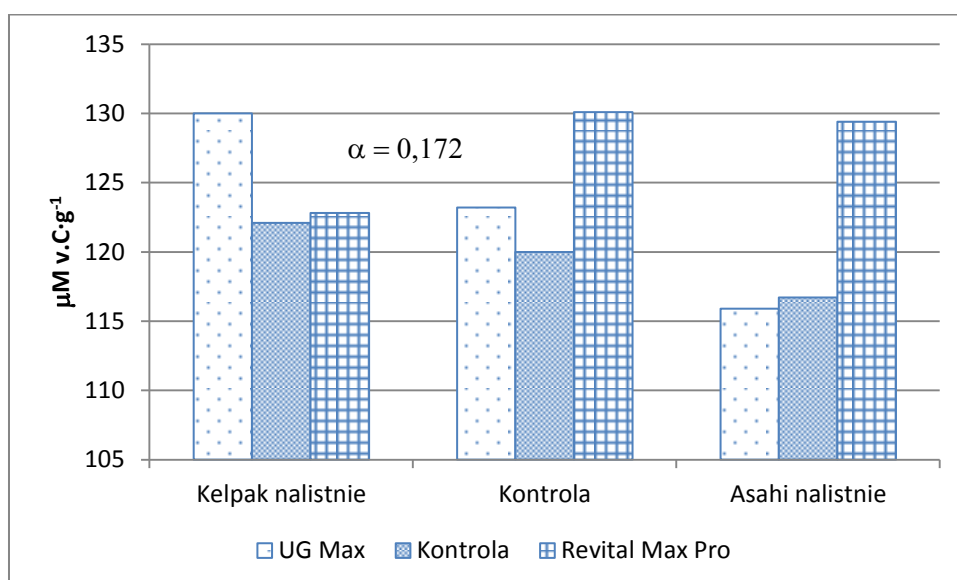
Rysunek 139. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie (ACW) zawartych w orzeszkach gryki



Rysunek 140. Wpływ interakcji biostymulator stosowany jako zaprawa (Kelpak, Asahi) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie (ACW) zawartych w orzeszkach gryki



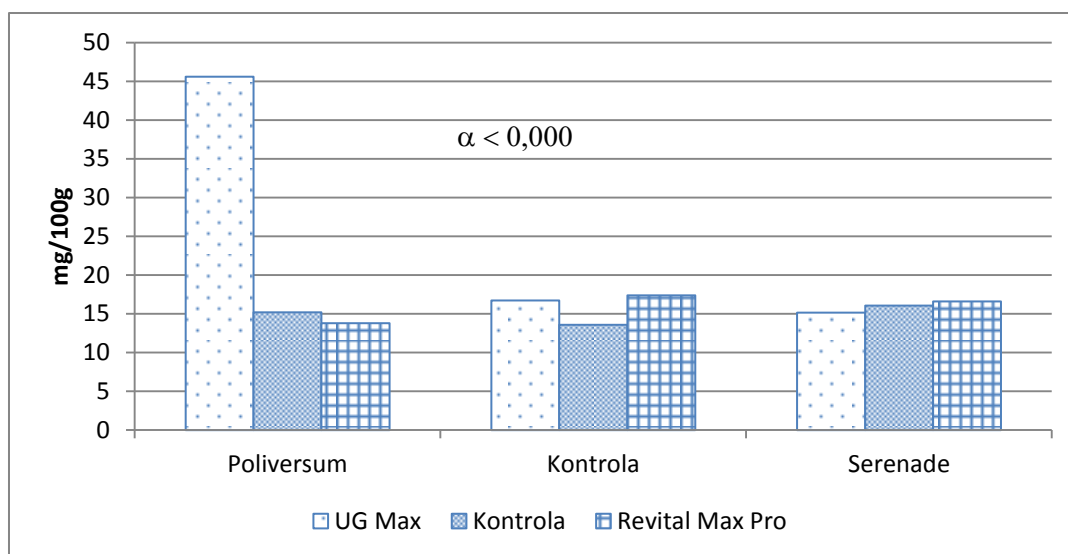
Rysunek 141. Wpływ interakcji zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) x biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) na aktywność antyoksydacyjną frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie (ACW) zawartych w orzeszkach gryki



Rysunek 142. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x biostymulator stosowany nalistnie (Kelpak, Asahi) na aktywność antyoksydacyjną frakcji związków rozpuszczalnych w wodzie (ACW) zawartych w orzeszkach gryki

Tabela 39. Zawartość rutozydu [$\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$] w orzeszkach gryki w zależności od badanych czynników

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowego	Kwadratowego
Biostymulator (zaprawa)	15,80	17,50	15,11	0,739	0,490
Zaprawa biologiczna	20,02	15,45	15,98	0,052	0,076
Użyźniacz glebowy	21,28	14,68	16,67	0,027	0,007
Biostymulator (nalistnie)	15,36	18,05	14,17	0,561	0,176



Rysunek 143. Wpływ interakcji biologiczny użyźniacz gleby (UG Max, Revital Max Pro) x zaprawa biologiczna (Polyversum, Serenade) na zawartość rutozydu w orzeszkach gryki

Podsumowanie

Podjmując ocenę wpływu czynników agrotechnicznych na wielkość i jakość surowca w oparciu o jednoroczny eksperyment polowy należy uogólnienia wyprowadzać bardzo uważnie. Podsumowując należy potwierdzić korzystny wpływ stosowania zapraw biologicznych (szczególnie Polyversum) oraz użyźniacza glebowego UG Max. Na poprawę stanu fizjologicznego roślin korzystnie oddziaływały również biostymulatory (Kelpak, Asahi). Zaobserwowane zmiany w plonie orzeszków są pochodną logicznych zmian wśród elementów składowych plonu ziarna oraz parametrów fizjologicznych łanu i cech morfologicznych roślin.

Uzyskane wyniki wskazują zarówno na zróżnicowany poziom aktywności fotosyntetycznej (parametry fluorescencji chlorofilu *a* i wymiany gazowej) gryki w fazie pąkowania i w fazie kwitnienia, jak i na odmienną adaptację aparatu fotosyntetycznego na zastosowane czynniki doświadczenia. Rośliny gryki odznaczały się największą sprawnością aparatu fotosyntetycznego po zastosowaniu zapraw biologicznych lub biostymulatorów w formie zaprawy i oprysku.

Analiza statystyczna potwierdziła wpływ biostymulatorów i biopreparatów na skład mineralny liści i orzeszków gryki. Wpływy te były zmienne w odniesieniu do badanych pierwiastków, ale najczęściej wzrostowi ich koncentracji sprzyjało stosowanie nalistne stosowanie biostymulatora Kelpak i zapraw biologicznych, ze wskazaniem na zaprawę Polyversum.

Spośród występujących w sezonie wegetacyjnym chorób infekcyjnych na liściach gryki w największym nasileniu pojawiła się plamistość (46%), a mączniaka rzekomego i szara pleśń stwierdzono średnio na 20% roślin. Stopień opanowania liści przez sprawców wymienionych chorób był modyfikowany przez rodzaj i sposób stosowania biopreparatów, biostymulatorów i użyźniaczy glebowych. Testowane warianty ochrony różnie oddziaływały na poszczególne jednostki chorobowe, dlatego nie można jednoznacznie wskazać, z którego obiektu rośliny były najzdrowsze. Poza tym należy pamiętać, że bazujemy na wynikach jednorocznych, a aktywność preparatów w dużej mierze zależy od warunków hydrotermicznych, które w każdym sezonie mają inny przebieg. Na ogół większość kombinacji sprzyjała lepszej zdrowotności liści gryki. Najmniejsze nasilenie porażenia liści gryki przez *Botrytis cinerea*, *Peronospora ducometi* i kompleks grzybów wywołujących plamistość liści, stwierdzono dla 4 kombinacji obejmujących zaprawianie nasion biopreparatami: Polyversum WP, Serenade ASO oraz późniejsza nalistna aplikacja biostymulatorów Asahi SL i Kelpak SL. Generalnie zabiegi opryskiwania biostymulatorami w szczególności zaś preparatem Asahi SL ograniczały rozwój grzybów patogenicznych na gryce. Potwierdza to również obszerna analiza mykologiczna porażonych organów gryki (liście, korzenie, nasiona). Średnio zbiorowiska grzybów wyizolowane z liści tych kombinacji były o połowę mniej liczne w porównaniu z kontrolą. We wszystkich kombinacjach zgorzel podstawy i korzeni wystąpiła z mniejszą częstotliwością niż w kontroli. Reasumując, zaproponowane biopreparaty, biostymulatory i użyźniacze glebowe oraz sposoby ich aplikacji poprawiają zdrowotność liści, podstawy łodygi i korzeni, a przede wszystkim ograniczają liczebność populacji grzybów zasiedlających liście i nasiona, ma to istotne znaczenie przy wykorzystaniu tych surowców na cele konsumpcyjne.

W świetle dokonanych analiz merytorycznych zebranego materiału badawczego można sformułować zalecenie stosowania zapraw biologicznych (Polyversum, Serenade) do moczenia (zaprawiania) przez 30 min. orzeszków gryki w roztworach zapraw o stężeniach zalecanych przez producenta. Dalsze badania z tego zakresu mogą pozwolić na zweryfikowanie przydatności do łącznego zaprawiania orzeszków gryki biopreparatami i biostymulatorami w obecności użyźniaczy glebowych.

Literatura

- [1] AOAC: Official methods of analysis of AOAC International. 19th ed. Gaithersburg 2012.
- [2] Barton, H.J., A "zero sample concentration approach". Standardization of methods for the estimation of total antioxidant activity by the use of extrapolation to zero sample concentration. A novel standard. Part 1. ABTS cation radical scavenging. Journal of Agricultural and Food Chemistry. J. Agric. Food Chem. 2010, 58(16), 8918–8926.
- [3] Benzie, I.F.F.; Strain, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP Assay. Anal. Biochem. 1996, 239, 70-76.
- [4] Bogoczek, Romuald, Joanna Leja, and Hanna Pińkowska. "Oznaczanie kwasów karboksylowych za pomocą HPLC." Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu. Technologia 1.728 (1996): 165-178.
- [5] Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. Wiss. Technol., 1995, 28, 25-30.
- [6] Cook R. J., 1981. *Fusarium*: Diseases, biology and taxonomy. The Pensylv. St. Univ. Press., Park and London.
- [7] Domsch K.H., Gams W., Anderson T.H. 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, (London), ss. 619.
- [8] Ellis M.B., Ellis J.P. 1978. Microfungi on land plants. Croom Helm. London, Sydney, ss. 818.
- [9] Hampton J.G., TeKrony D.M. Handbook of Vigour Test Methods (3rd edition). International Seed Testing Association, Zurich, ss. 117.
- [10] Justesen U. et al., Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavanones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photodiode array and mass spectrometric detection J Chromatogr A, 1998, 799, 101-110
- [11] Kwaśna H., Chelkowski J., Zajkowski P. 1991. Flora Polska, Grzyby (*Mycota*), tom XXII, Sierpik. (*Fusarium*). PAN, Warszawa-Kraków, ss. 137.
- [12] Marcinkowska J., 2003. Oznaczanie rodzajów grzybów ważnych w patologii roślin. Fundacja Rozwój SGGW, ss. 328.
- [13] Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O. 1983. *Fusarium* species. The Pennsylvania State University Press. University Park and London, ss. 193.
- [14] Pidopliczko H. M., 1978. Grzyby-parazyty kulturowych roślin. Tom 3. Naukowa Dumka. ss. 230
- [15] Popov I., Lewin G., Antioxidative homeostasis: Characterisation by means of chemiluminescent technique in methods in enzymology. 1999, in Oxidants and Antioxidants (ed. L. Packer). Academic Press, Part B, vol. 300, pp. 96–100
- [16] Scherer, Rodrigo, et al. "Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices." Food Chemistry 135.1 (2012): 150-154.
- [17] Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticult., 1965;16:144–153.
- [18] Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A.: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., 1991, 74, 3583-3597.

Załączniki

Poniżej zamieszczono kształtowanie się analizowanych wskaźników spektralnych łąnu gryki w poszczególnych terminach pomiarów tj. 24-go czerwca, 5-go i 15-go lipca. Ze względu na dokonaną analizę tych wskaźników w oparciu o syntezę z tych terminów, szczegółowa analiza w poszczególnych terminach nie była wykonywana, bowiem skutkowałoby to szeregiem powtórzeń, merytorycznie nic nie wnoszących na etapie jednorocznych badań.

Tabela 40. Wpływ badanych czynników na spektralne wskaźniki łąnu gryki (24-06-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniiowy	Kwadratowy
NDVI					
Biostymulator (zaprawa)	0,472	0,490	0,456	0,697	0,451
Zaprawa biologiczna	0,495	0,466	0,492	0,938	0,544
Użyźniacz glebowy	0,458	0,489	0,472	0,751	0,483
Biostymulator (nalistnie)	0,504	0,472	0,468	0,401	0,796
WDRI					
Biostymulator (zaprawa)	0,475	0,440	0,494	0,727	0,029
Zaprawa biologiczna	0,453	0,449	0,493	0,451	0,075
Użyźniacz glebowy	0,461	0,471	0,432	0,585	0,396
Biostymulator (nalistnie)	0,506	0,423	0,507	0,995	0,004
IRVI					
Biostymulator (zaprawa)	0,362	0,348	0,390	0,538	0,425
Zaprawa biologiczna	0,344	0,373	0,345	0,973	0,553
Użyźniacz glebowy	0,373	0,354	0,363	0,819	0,646
Biostymulator (nalistnie)	0,336	0,362	0,378	0,352	0,983
RVI					
Biostymulator (zaprawa)	2,864	3,075	2,849	0,996	0,452
Zaprawa biologiczna	3,133	2,865	3,106	0,937	0,436
Użyźniacz glebowy	2,728	3,115	2,885	0,646	0,301
Biostymulator (nalistnie)	3,278	2,869	2,950	0,343	0,455

Tabela 41. Wpływ badanych czynników na spektralne wskaźniki łanu gryki (05-07-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowy	Kwadratowy
NDVI					
Biostymulator (zaprawa)	0,605	0,609	0,626	0,569	0,888
Zaprawa biologiczna	0,632	0,617	0,581	0,179	0,710
Użyźniacz glebowy	0,640	0,599	0,617	0,541	0,403
Biostymulator (nalistnie)	0,583	0,625	0,609	0,496	0,375
WDRI					
Biostymulator (zaprawa)	0,605	0,629	0,627	0,129	0,462
Zaprawa biologiczna	0,632	0,617	0,629	0,827	0,182
Użyźniacz glebowy	0,604	0,618	0,618	0,110	0,237
Biostymulator (nalistnie)	0,632	0,625	0,609	0,104	0,943
IRVI					
Biostymulator (zaprawa)	0,247	0,251	0,231	0,698	0,808
Zaprawa biologiczna	0,227	0,238	0,285	0,160	0,550
Użyźniacz glebowy	0,221	0,259	0,238	0,681	0,467
Biostymulator (nalistnie)	0,282	0,232	0,244	0,351	0,346
RVI					
Biostymulator (zaprawa)	4,123	4,400	4,493	0,271	0,909
Zaprawa biologiczna	4,584	4,306	4,266	0,343	0,554
Użyźniacz glebowy	4,746	4,224	4,310	0,197	0,232
Biostymulator (nalistnie)	4,247	4,454	4,233	0,967	0,604

Tabela 42. Wpływ badanych czynników na spektralne wskaźniki łanu gryki (15-07-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Liniowy	Kwadratowy
NDVI					
Biostymulator (zaprawa)	0,653	0,624	0,651	0,876	0,069
Zaprawa biologiczna	0,648	0,630	0,640	0,808	0,119
Użyźniacz glebowy	0,656	0,625	0,648	0,814	0,059
Biostymulator (nalistnie)	0,632	0,635	0,644	0,791	0,218
WDRI					
Biostymulator (zaprawa)	0,653	0,642	0,651	0,817	0,593
Zaprawa biologiczna	0,647	0,649	0,639	0,549	0,669
Użyźniacz glebowy	0,655	0,642	0,648	0,639	0,589
Biostymulator (nalistnie)	0,631	0,654	0,644	0,435	0,305
IRVI					
Biostymulator (zaprawa)	0,211	0,240	0,212	0,906	0,063
Zaprawa biologiczna	0,215	0,235	0,221	0,862	0,091
Użyźniacz glebowy	0,209	0,240	0,215	0,872	0,056
Biostymulator (nalistnie)	0,227	0,232	0,217	0,863	0,105
RVI					
Biostymulator (zaprawa)	4,845	4,600	4,769	0,735	0,138
Zaprawa biologiczna	4,779	4,661	4,681	0,705	0,259
Użyźniacz glebowy	4,944	4,558	4,774	0,602	0,073
Biostymulator (nalistnie)	4,529	4,748	4,715	0,605	0,599

Poniżej zamieszczono kształtowanie się analizowanych wskaźników fluorescencji chlorofilu łanu gryki w poszczególnych terminach pomiarów tj. 5-go lipca i 15-go lipca. Ze

względem na dokonaną analizę tych wskaźników w oparciu o syntezę z tych terminów, szczegółowa analiza w poszczególnych terminach nie była wykonywana, bowiem skutkowałoby to szeregiem powtórzeń, merytorycznie nic nie wnoszących na etapie jednorocznych badań

Tabela 43. Wpływ badanych czynników na wybrane parametry fluorescencji chlorofilu a gryki (05-07-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Fo					
Biostymulator (zaprawa)	309,4	306,4	302,4	0,075	0,639
Zaprawa biologiczna	310,0	306,8	300,5	0,016	0,441
Użyźniacz glebowy	305,3	305,8	307,7	0,544	0,890
Biostymulator (nalistnie)	302,8	306,6	308,4	0,159	0,540
Fv					
Biostymulator (zaprawa)	1130	1195	1165	0,086	0,000
Zaprawa biologiczna	1147	1179	1189	0,040	0,044
Użyźniacz glebowy	1178	1172	1176	0,921	0,245
Biostymulator (nalistnie)	1192	1173	1160	0,106	0,220
Fm					
Biostymulator (zaprawa)	1440	1502	1468	0,161	0,000
Zaprawa biologiczna	1457	1486	1489	0,105	0,027
Użyźniacz glebowy	1483	1478	1484	0,984	0,233
Biostymulator (nalistnie)	1495	1479	1468	0,168	0,169
Fv/Fm					
Biostymulator (zaprawa)	0,783	0,793	0,791	0,043	0,009
Zaprawa biologiczna	0,785	0,791	0,796	0,006	0,348
Użyźniacz glebowy	0,792	0,790	0,789	0,558	0,413
Biostymulator (nalistnie)	0,795	0,790	0,787	0,039	0,543
Mo					
Biostymulator (zaprawa)	0,752	0,709	0,698	0,019	0,352
Zaprawa biologiczna	0,739	0,722	0,678	0,009	0,647
Użyźniacz glebowy	0,715	0,713	0,725	0,691	0,621
Biostymulator (nalistnie)	0,695	0,718	0,733	0,099	0,981
Area					
Biostymulator (zaprawa)	41069	42617	41967	0,391	0,089
Zaprawa biologiczna	40904	41906	43910	0,004	0,996
Użyźniacz glebowy	40740	42575	42400	0,113	0,109
Biostymulator (nalistnie)	43732	41864	41185	0,015	0,924
Vj					
Biostymulator (zaprawa)	0,532	0,502	0,503	0,015	0,025
Zaprawa biologiczna	0,520	0,508	0,499	0,063	0,400
Użyźniacz glebowy	0,508	0,507	0,515	0,521	0,232
Biostymulator (nalistnie)	0,501	0,511	0,510	0,463	0,820
PI					
Biostymulator (zaprawa)	2,176	2,718	2,612	0,020	0,007
Zaprawa biologiczna	2,352	2,594	2,747	0,035	0,304
Użyźniacz glebowy	2,588	2,596	2,505	0,654	0,288
Biostymulator (nalistnie)	2,832	2,503	2,495	0,071	0,852

Tabela 44. Wpływ badanych czynników na wybrane parametry fluorescencji chlorofilu a gryki (15-07-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
Fo					
Biostymulator (zaprawa)	527,1	534,3	534,3	0,330	0,721
Zaprawa biologiczna	543,7	527,4	534,8	0,232	0,004
Użyźniacz glebowy	535,5	529,4	538,1	0,720	0,031
Biostymulator (nalistnie)	531,3	534,8	528,7	0,731	0,876
Fv					
Biostymulator (zaprawa)	1996	1970	1992	0,903	0,068
Zaprawa biologiczna	1994	1971	1990	0,912	0,086
Użyźniacz glebowy	2044	1957	1974	0,058	0,006
Biostymulator (nalistnie)	1988	1989	1952	0,336	0,686
Fm					
Biostymulator (zaprawa)	2523	2504	2526	0,935	0,043
Zaprawa biologiczna	2538	2499	2525	0,706	0,014
Użyźniacz glebowy	2580	2487	2513	0,052	0,000
Biostymulator (nalistnie)	2519	2524	2481	0,271	0,642
Fv/Fm					
Biostymulator (zaprawa)	0,790	0,784	0,786	0,414	0,273
Zaprawa biologiczna	0,783	0,787	0,785	0,662	0,582
Użyźniacz glebowy	0,791	0,785	0,784	0,170	0,372
Biostymulator (nalistnie)	0,786	0,786	0,785	0,744	0,953
Mo					
Biostymulator (zaprawa)	1,242	1,265	1,215	0,430	0,798
Zaprawa biologiczna	1,274	1,243	1,240	0,312	0,116
Użyźniacz glebowy	1,261	1,219	1,313	0,118	0,000
Biostymulator (nalistnie)	1,253	1,246	1,251	0,939	0,208
Area					
Biostymulator (zaprawa)	52773	52046	52858	0,964	0,731
Zaprawa biologiczna	53092	51543	53797	0,713	0,288
Użyźniacz glebowy	54192	52896	49314	0,011	0,382
Biostymulator (nalistnie)	52437	52942	50955	0,441	0,347
Vj					
Biostymulator (zaprawa)	0,621	0,629	0,621	0,966	0,829
Zaprawa biologiczna	0,634	0,623	0,623	0,291	0,078
Użyźniacz glebowy	0,625	0,619	0,640	0,144	0,005
Biostymulator (nalistnie)	0,628	0,24	0,626	0,790	0,129
PI					
Biostymulator (zaprawa)	1,024	0,967	1,065	0,552	0,393
Zaprawa biologiczna	0,983	0,994	1,039	0,422	0,826
Użyźniacz glebowy	1,000	1,045	0,894	0,122	0,024
Biostymulator (nalistnie)	0,997	1,015	0,973	0,735	0,292

Poniżej zamieszczono kształtowanie się analizowanych wskaźników spektralnych łąnu gryki w poszczególnych terminach pomiarów tj. 30-go czerwca i 21-go lipca. Ze względu na dokonaną analizę tych wskaźników w oparciu o syntezę z tych terminów, szczegółowa analiza w poszczególnych terminach nie była wykonywana, bowiem skutkowałoby to szeregiem powtórzeń, merytorycznie nic nie wnoszących na etapie jednorocznych badań

Tabela 45. Wpływ badanych czynników na wielkość LAI łanu gryki (15-06-2016, 05-07-2016, 15-07-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
15-06-2016					
Biostymulator (zaprawa)	2,844	2,954	2,983	0,318	0,580
Zaprawa biologiczna	2,872	2,971	2,914	0,764	0,393
Użyźniacz glebowy	2,931	2,933	2,950	0,888	0,862
Biostymulator (nalistnie)	3,008	2,912	2,925	0,548	0,836
05-07-2016					
Biostymulator (zaprawa)	6,133	6,276	6,403	0,321	0,448
Zaprawa biologiczna	5,992	6,216	6,694	0,010	0,837
Użyźniacz glebowy	5,986	6,441	6,136	0,580	0,023
Biostymulator (nalistnie)	6,339	6,314	6,100	0,378	0,265
15-07-2016					
Biostymulator (zaprawa)	7,025	7,226	7,178	0,429	0,282
Zaprawa biologiczna	7,181	7,111	7,308	0,508	0,687
Użyźniacz glebowy	6,919	7,266	7,183	0,173	0,112
Biostymulator (nalistnie)	7,167	7,136	7,261	0,625	0,931

Tabela 46. Wpływ badanych czynników na zawartość chlorofilu wyrażoną w jednostkach SPAD (17-06-2016 i 05-07-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
17-06-2016					
Biostymulator (zaprawa)	43,45	43,87	43,41	0,947	0,040
Zaprawa biologiczna	43,90	43,54	43,79	0,837	0,574
Użyźniacz glebowy	43,17	44,08	43,18	0,981	0,003
Biostymulator (nalistnie)	43,28	43,74	43,89	0,271	0,135
05-07-2016					
Biostymulator (zaprawa)	39,70	40,12	38,83	0,256	0,160
Zaprawa biologiczna	40,15	39,29	40,45	0,696	0,187
Użyźniacz glebowy	39,77	39,71	39,79	0,980	0,963
Biostymulator (nalistnie)	39,71	39,94	39,26	0,560	0,409

Tabela 47. Wpływ badanych czynników na parametry wymiany gazowej roślin gryki (21-07-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności dla efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
C_i					
Biostymulator (zaprawa)	270,3	269,1	277,8	0,241	0,851
Zaprawa biologiczna	265,1	275,6	266,8	0,742	0,005
Użyźniacz glebowy	266,8	273,9	269,2	0,671	0,033
Biostymulator (nalistnie)	271,4	270,6	272,9	0,901	0,560
E					
Biostymulator (zaprawa)	4,972	4,754	4,896	0,707	0,009
Zaprawa biologiczna	4,996	4,757	4,865	0,292	0,015
Użyźniacz glebowy	4,957	4,720	4,994	0,711	0,001
Biostymulator (nalistnie)	4,594	4,945	4,797	0,124	0,471
g_s					
Biostymulator (zaprawa)	0,227	0,223	0,233	0,383	0,080
Zaprawa biologiczna	0,240	0,220	0,227	0,148	0,016
Użyźniacz glebowy	0,228	0,220	0,240	0,186	0,008
Biostymulator (nalistnie)	0,218	0,235	0,213	0,696	0,174
A					
Biostymulator (zaprawa)	9,84	11,07	10,47	0,178	0,527
Zaprawa biologiczna	11,79	10,22	10,64	0,037	0,002
Użyźniacz glebowy	10,58	10,36	11,51	0,091	0,013
Biostymulator (nalistnie)	11,15	10,52	10,54	0,381	0,078
WUE					
Biostymulator (zaprawa)	1,934	2,449	2,182	0,032	0,004
Zaprawa biologiczna	2,505	2,189	2,260	0,046	0,014
Użyźniacz glebowy	2,234	2,282	2,300	0,563	0,672
Biostymulator (nalistnie)	2,584	2,133	2,322	0,041	0,000
$WUEI$					
Biostymulator (zaprawa)	0,0444	0,0538	0,0483	0,154	0,012
Zaprawa biologiczna	0,0557	0,0481	0,0515	0,132	0,011
Użyźniacz glebowy	0,0505	0,0512	0,0488	0,602	0,805
Biostymulator (nalistnie)	0,0546	0,0481	0,0525	0,520	0,012

Tabela 48. Wpływ badanych czynników na parametry wymiany gazowej roślin gryki (30-06-2016)

Czynnik	Poziomy czynnik			Poziom istotności efektu	
	Niski	Średni	Wysoki	Linowego	Kwadratowego
C_i					
Biostymulator (zaprawa)	268,4	281,6	282,6	0,006	0,230
Zaprawa biologiczna	284,1	275,1	283,1	0,801	0,103
Użyźniacz glebowy	297,1	280,9	255,8	0,000	0,403
Biostymulator (nalistnie)	277,4	277,8	283,4	0,227	0,735
E					
Biostymulator (zaprawa)	6,395	5,462	5,440	0,000	0,005
Zaprawa biologiczna	5,225	6,061	5,114	0,432	0,000
Użyźniacz glebowy	5,062	5,687	6,211	0,000	0,660
Biostymulator (nalistnie)	5,830	5,479	5,963	0,495	0,005
g_s					
Biostymulator (zaprawa)	0,381	0,344	0,359	0,075	0,001
Zaprawa biologiczna	0,383	0,355	0,329	0,000	0,188
Użyźniacz glebowy	0,349	0,367	0,336	0,176	0,344
Biostymulator (nalistnie)	0,393	0,347	0,342	0,000	0,006
A					
Biostymulator (zaprawa)	15,10	13,77	13,19	0,002	0,233
Zaprawa biologiczna	13,87	14,09	13,62	0,754	0,919
Użyźniacz glebowy	13,26	13,90	14,71	0,021	0,467
Biostymulator (nalistnie)	14,71	13,65	13,88	0,206	0,064
WUE					
Biostymulator (zaprawa)	2,709	3,086	2,728	0,979	0,001
Zaprawa biologiczna	3,030	2,761	3,220	0,230	0,078
Użyźniacz glebowy	3,222	2,929	2,609	0,000	0,452
Biostymulator (nalistnie)	2,801	2,982	2,897	0,462	0,091
$WUEI$					
Biostymulator (zaprawa)	0,0407	0,0419	0,0391	0,296	0,110
Zaprawa biologiczna	0,0386	0,0413	0,0428	0,008	0,575
Użyźniacz glebowy	0,0397	0,0401	0,0446	0,002	0,271
Biostymulator (nalistnie)	0,0397	0,0410	0,0425	0,088	0,983



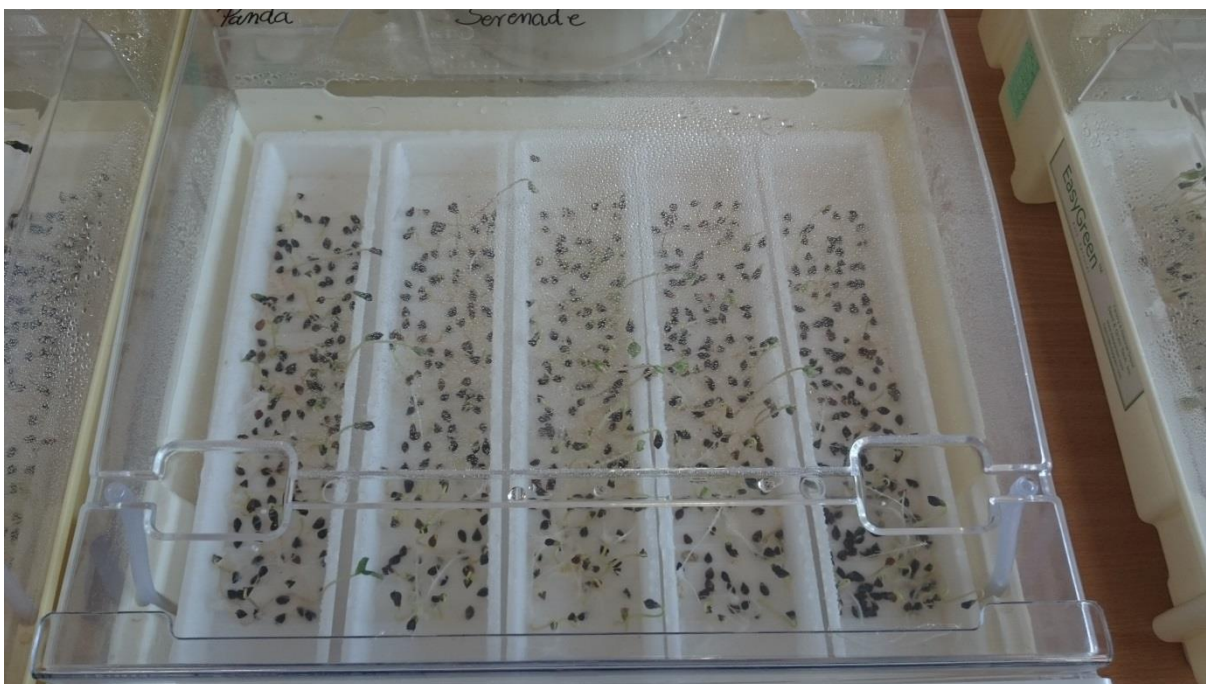
Rysunek 144. Wschody roślin gryki w eksperymencie polowym prowadzonym w 2016 roku (MRiRW – grant 7104)



Rysunek 145. Pełnia kwitnienia roślin gryki w eksperymencie polowym prowadzonym w 2016 roku (MRiRW – grant 7104)



Rysunek 146. Dojrzewające rośliny gryki (tuż przed desykacją) w eksperymencie polowym prowadzonym w 2016 roku (MRiRW – grant 7104)



Rysunek 147. Kiełkujące orzeszki gryki w kiełkownikach (orzeszki odmiany Kora zaprawione zaprawą biologiczną Serenade) w eksperymencie laboratoryjnym prowadzonym w 2016 roku (MRiRW – grant 7104)

Kierownik projektu

Prorektor ds. Nauki i Współpracy z Zagranicą

Dr hab. inż. Robert Witkowicz

Prof. dr hab. inż. Florian Gambuś