

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr
HOR-re-msz-078-24/16 (242) z dnia 30 maja 2016 r.

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Wydział Rolniczo – Ekonomiczny,
Katedra Ochrony Środowiska Rolniczego

Sprawozdanie merytoryczne

z realizacji zadania na rzecz rolnictwa ekologicznego pod nazwą:

***Warzywnictwo, w tym uprawa ziół, metodami ekologicznymi - badania
w zakresie innowacyjnych metod ochrony przed szkodnikami,
chorobami i chwastami w ekologicznej produkcji ziół i warzyw, w tym
poprzez określenie zależności występowania chorób, szkodników i
chwastów od występowania roślin sąsiadujących oraz dziko rosnących
oraz ochrony naturalnych wrogów szkodników***

Kierownik badania: Dr hab. inż. Janina Gospodarek
Zespół badawczy:
Dr Aleksandra Nadgórska-Socha, mgr inż. Milena Rusin,
mgr inż. Barbara Biniaś, mgr inż. Jerzy Jaskiernia

Kraków 2016

Celem badań było określenie wpływu roślin towarzyszących: smagliczki nadmorskiej i gorczycy białej na występowanie szkodliwej i pożytecznej entomofauny w uprawie bobu oraz plonowanie i jakość nasion tej rośliny, a także ustalenie optymalnej rozstawy bobu oraz ocena efektywności zabiegu przerzedzania rośliny towarzyszącej (gorczycy białej) w określonym momencie dla wyeliminowania nadmiernej konkurencji wobec rośliny głównej. Dodatkowo oceniono aktywność wybranych enzymów glebowych, skład chemiczny roślin bobu a także reakcję olfaktometryczną (odpowiedź na bodźce zapachowe) badanych szkodników oraz wybranych ich wrogów naturalnych. Szczegółowej analizie poddano:

- przebieg dynamiki występowania i liczebność mszycy burakowej *Aphis fabae* Scop.;
- występowanie i liczebność drapieżców mszyc (muchówek z rodziny bzygowate *Diptera*, *Syrphidae* i pryszcarkowate *Diptera*, *Cecidomyiidae*; chrząszczy z rodziny biedronkowate *Coleoptera*, *Coccinellidae*; sieciarek z rodziny złotooki *Neuroptera*, *Chrysopidae*; pluskwiaków różnoskrzydłych z rodziny dziubałkowate *Heteroptera*, *Anthocoridae* oraz pajaków *Aranea*), wartość stosunku ilościowego mszyc do ich wrogów naturalnych oraz synchronizację występowania poszczególnych stadiów rozwojowych drapieżców i mszyc;
- szkodliwość chrząszczy oprzędzików (*Sitona* spp.);
- szkodliwość chrząszczy strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh.);
- parametry morfologiczne bobu i skład chemiczny części podziemnych, nadziemnych i nasion bobu (Ca, Mg i K, P, S, N, Fe, Zn, Cu) oraz aktywność wybranych enzymów glebowych (fosfataz: kwaśnej i alkalicznej, dehydrogenaz);
- reakcję olfaktometryczną mszycy burakowej, oprzędzików i strąkowca bobowego wobec roślin towarzyszących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej;
- reakcję olfaktometryczną najliczniej występującego drapieżcy, tj. osobników dorosłych biedronki siedmiokropki i biedronki azjatyckiej wobec wyżej wymienionych roślin.

Materiał i metody

Doświadczenie polowe wykonano na terenie Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Rolniczego w Prusach, koło Krakowa, na obszarze, który od 6 lat wykorzystywany jest do prowadzenia upraw metodą ekologiczną. Zaplanowano je jako eksperyment 3-letni. W 2016 roku bób (*Vicia faba* L.) odm. Bartek uprawiany był współrzędnie ze smagliczką nadmorską (*Lobularia maritima* L.) odmiana Capri i gorczycą białą (*Sinapis alba* L.) odmiana Bardena w zróżnicowanej rozstawie rzędów. Zarówno w przypadku gorczycy białej jak i smagliczki podkreślany jest dobór odpowiedniej rozstawy, aby z jednej strony uniknąć konkurencji dla rośliny głównej a z drugiej odpowiednio eksponować roślinę towarzyszącą, tak aby spełniała swoją rolę jako roślina przywabiająca wrogów naturalnych i utrudniająca odnalezienie rośliny żywicielskiej przez roślinożerców. Najmniejsza odległość między rzędami bobu w przypadku uprawy ze smagliczką nadmorską wynosiła 50 cm, kolejna 65 cm i największa 80 cm. Ze względu na wcześniej udokumentowaną konkurencję gorczycy białej wobec bobowatych, w przypadku tej rośliny zastosowano rozstawy między rzędami: 65 i 80 cm oraz dodatkowo po osiągnięciu przez rośliny bobu początku fazy wytwarzania pąków kwiatowych połowa obiektów z gorczycą jako rośliną towarzyszącą została poddana przerzedzeniu (wyrwana została co druga roślina gorczycy). W początkowym okresie wzrostu bobu gorczyca nie stanowi jeszcze konkurencji dla rośliny głównej i żeby uwidoczniło się jej działanie ograniczające wobec szkodników atakujących wschodzący bób (chrząszczy oprzędzików) pożądane jest jej duże zagęszczenie, natomiast w miarę wzrostu zarówno bobu, jak i gorczycy (obie rośliny rosną dość szybko i w podobnym tempie) konkurencja daje o sobie znać i gorczyca wpływa ograniczająco na kwitnienie bobu i późniejsze zawiązywanie strąków, stąd przeprowadzono przerzedzenie roślin gorczycy w tym momencie dla zmniejszenia jej konkurencyjności, przy jednoczesnym zachowaniu przywabiającej roli kwiatów. Jednorodna uprawa bobu, w rozstawie rzędów 50 cm stanowiła kontrolę, zaś taka sama uprawa poddana standardowej ochronie chemicznej z użyciem insektycydów chemicznych: Decis 2,5 EC oraz Fastac 100 EC stanowiła odniesienie do ochrony

konwencjonalnej. Zastosowanie obu preparatów w obiekcie chronionym chemicznie było dwukrotne. Do zwalczania oprzędzików użyto preparatu Fastac 100 EC w dawce 0,09 l/ha w momencie zauważenia pierwszych uszkodzeń powodowanych przez te agrofagi, po czym powtórzono po 7 dniach. W walce ze strąkowcem bobowym i mszycą burakową użyto preparatu Decis 2,5 EC w dawce 0,25 l/ha. Pierwszy zabieg wykonano w momencie pojawienia się mszyc na bobie. Kolejny przeprowadzono w momencie przekwitania pierwszego piętra kwiatostanów przeciwko strąkowcowi bobowemu. Odstęp pomiędzy roślinami bobu w rzędzie - 15 cm ustalono na podstawie zaleceń dla uprawy tej rośliny. Nasiona umieszczono w glebie na głębokości 6 cm. Gorczyca biała została wysiana w środku międzyrzędzi jako pojedynczy rząd roślin, równocześnie z wysiewem bobu, w ilości mniejszej o 1/3 na ha w odniesieniu do normy przewidzianej w uprawie na nasiona. Smagliczka nadmorska została wysiana do wielodoniczek (15 nasion do jednej komórki wielodoniczki w rozmiarze 2,5 cm x 2,5 cm) i była uprawiana wstępnie w szklarni, po czym kępki roślin wysadzano tuż po wejściu roślin bobu w środku międzyrzędzi rośliny głównej w odstępach 25 cm w rzędzie. Zwalczanie chwastów na całym doświadczeniu przeprowadzono w sposób mechaniczny. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 25 m². Doświadczenie przeprowadzono w 4 powtórzeniach. W obiektach z roślinami współrzędnymi oraz w kontroli uprawa bobu była zgodna z zasadami rolnictwa ekologicznego. Natomiast w obiekcie chronionym pestycydami syntetycznymi, uprawę roli i nawożenie przewidziano zgodnie z zaleceniami prawidłowej agrotechniki dla tej rośliny. W tej części doświadczenia, nawożenie mineralne N, P, K było dostosowane do zasobności gleby w te składniki i wymagań pokarmowych bobu. Obiekt kontrolny oraz z ochroną chemiczną były oddalone od poletek z uprawą współrzędną dla uniknięcia efektu sąsiedztwa o 50 m i dodatkowo obszar ten był obsiany owsem. Poszczególne poletka z uprawą współrzędną oraz kontrolne i z ochroną chemiczną były od siebie oddzielone pasami owsa o szerokości 3 m. Podobne strefy buforowe z użyciem zbóż (pasy o szerokości 1,25 m) ze względu na ich neutralność dla szkodników bobowatych były wykorzystywane przez innych autorów we wcześniejszych badaniach nad wpływem upraw współrzędnych na wrogów naturalnych szkodników [Seidenglanz i in. 2011].

Utworzone zostały następujące obiekty doświadczalne:

- bób ze smagliczką w rozstawie 50 cm między rzędami,
- bób ze smagliczką w rozstawie 65 cm między rzędami,
- bób ze smagliczką w rozstawie 80 cm między rzędami,
- bób z gorczycą w rozstawie 65 cm między rzędami, nie poddaną przerywaniu,
- bób z gorczycą w rozstawie 80 cm między rzędami, nie poddaną przerywaniu,
- bób z gorczycą w rozstawie 65 cm między rzędami, poddaną przerywaniu,
- bób z gorczycą w rozstawie 80 cm między rzędami, poddaną przerywaniu,
- bób w uprawie jednorodnej w rozstawie 50 cm między rzędami – kontrola,
- bób w uprawie jednorodnej w rozstawie 50 cm między rzędami, poddany standardowej ochronie chemicznej przed szkodnikami

Przebieg dynamiki występowania i liczebność mszycy burakowej *Aphis fabae* Scop.

W trakcie obserwacji nad mszycą burakową *Aphis fabae* Scop. badano liczebność poszczególnych postaci morfotycznych (samic bezskrzydłych, samic uskrzydłych, larw) oraz położenie kolonii na roślinie. Obserwacje prowadzono co 3 – 4 dni od momentu zauważenia pierwszych uskrzydłych migrantek, aż do końca okresu występowania mszyc na 15 losowo wybranych i oznakowanych roślinach z poletka. Przy liczbie mszyc w kolonii do 100 osobników liczono dokładnie wszystkie osobniki. Przy wyższej liczbie mszyc, ich liczebność określano szacunkowo. Ocenie poddano także stopień opanowania roślin bobu przez mszyce, poprzez

przeglądanie wszystkich roślin na poletku pod kątem obecności żywych stadiów szkodnika i odniesienie liczby roślin zasiedlonych w stosunku do całkowitej liczby roślin na poletku.

Występowanie i liczebność drapieżców mszyc

Występowanie drapieżców (muchówek z rodziny bzygowate *Diptera*, *Syrphidae* i pryszczarkowate *Diptera*, *Cecidomyiidae*; chrząszczy z rodziny biedronkowate *Coleoptera*, *Coccinellidae*; sieciarek z rodziny złotooki *Neuroptera*, *Chrysopidae*; pluskwiaków różnoskrzydłych z rodziny dziubałkowate *Heteroptera*, *Anthocoridae* oraz pajaków *Aranea*) oceniano równocześnie z dynamiką liczebności mszyc na tych samych roślinach, które wybrano do oceny występowania *A. fabae*. Analizowano występowanie i liczebność poszczególnych stadiów rozwojowych drapieżców (jaj, larw, poczwerek, postaci dorosłych). Dla określenia składu gatunkowego bzygowatych znalezione poczwarki przenoszono do laboratorium. Następnie umieszczano w płytkach Petriego, w temperaturze 22 – 24°C i wilgotności względnej powietrza 70%. Wyhodowane muchówki oznaczano do gatunku na podstawie klucza Bańkowskiej [1963] i van Veena [2004]. Nie zbierano larwy *Syrphidae*, aby nie ingerować w analizowany układ mszyca - drapieżca. W trakcie prowadzonych obserwacji notowano także obecność mrówek (*Hymenoptera*, *Formicidae*). W celu zanalizowania stosunków ilościowych między komponentami zespołu drapieżców mszycy *A. fabae* obliczono stosunek liczbowy drapieżcy do ofiary w przypadku *Syrphidae* i *Coccinellidae*. Określono także opanowanie kolonii mszyc przez bzygowate i biedronkowate, przyjmując za kolonię opanowaną taką, w której znaleziono jakiekolwiek stadium rozwojowe drapieżcy (jajo, larwę, poczwarkę lub postać dorosłą), w przypadku bzygowatych także taką, w której stwierdzono obecność tzw. smolistej plamy będącej świadectwem żerowania w kolonii larwy *Syrphidae*. Wobec *Anthocoridae* i *Formicidae*, ze względu na znane w ich przypadku antagonizmy wobec innych afidofagów, zastosowano także wskaźnik współwystępowania Agrella [Górny i Grüm 1981].

$$Ag = Na,b/N$$

gdzie: *Na,b* – liczba kolonii, w których wystąpiły łącznie jednostki *a* i *b* na danej roślinie,
N – liczba wszystkich kolonii

Szkodliwość chrząszczy z rodzaju Sitona spp.

Ocena zakładała 4 – krotną analizę, od momentu zauważenia pierwszych uszkodzeń wschodzących roślin z częstotliwością 1 raz w tygodniu. Ocena intensywności żerowania chrząszczy oprzędzików była przeprowadzona poprzez mierzenie ubytku powierzchni liści (przez odniesienie powierzchni wyżerek na liściu obliczonej w mm² do całkowitej powierzchni liścia), powierzchni wyżerek oraz poprzez liczenie liści uszkodzonych i nieuszkodzonych. Ocena powierzchni uszkodzeń powodowanych przez chrząszcze wykonana była z wykorzystaniem papieru milimetrowego dla obliczenia powierzchni liścia i powierzchni wyżerek na wszystkich liściach z wybranych losowo i oznakowanych 20 roślin z poletka. Dla określenia szkodliwości larw analizowano podziemne części roślin. W tym celu jednorazowo (III dekada czerwca) korzenie 20 losowo wybranych roślin z poletka wydobyto i po dokładnym umyciu przeliczono ogólną liczbę brodawek korzeniowych oraz ilość brodawek uszkodzonych.

Szkodliwość chrząszczy strąkowca bobowego (Bruchus rufimanus Boh.)

Ocena szkodliwości strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh.) przeprowadzona była w fazie pełnej dojrzałości nasion na podstawie liczby nasion uszkodzonych i ich masy w stosunku do ogólnej liczby i masy nasion. Ponieważ część szkodników w momencie zbioru nasion jeszcze żeruje w ich wnętrzu, w celu wykrycia nasion uszkodzonych przeprowadzono

barwienie przy użyciu 1% roztworu nadmanganianu potasu (KMnO₄). Próbki nasion zostały nawilżone w ciepłej wodzie (30°C), a następnie poddane barwieniu. Nadmiar barwnika usunięto pod bieżącą wodą. Następnie, nasiona przeglądano pod lupą binokularną i liczone te z ciemnymi, okrągłymi plamkami o średnicy 1 – 2 mm. Są to miejsca, w których larwy strąkowców wgrzyły się do wnętrza nasion.

Parametry morfologiczne bobu, skład chemiczny i analiza enzymów glebowych

Po zakończeniu obserwacji nad występowaniem mszycy *A. fabae* materiał roślinny i glebowy został pobrany celem przeprowadzenia pomiarów morfologicznych i przygotowania próbek do analiz chemicznych. Analizy morfologiczne materiału roślinnego obejmowały następujące cechy: liczbę, długość i masę pędów, liczbę i masę liści, długość i masę korzeni (pobranych z głębokości 0 – 20 cm), liczbę i masę strąków, liczbę i masę nasion.

W celu oznaczenia zawartości: Ca, K, Zn, Cu, Fe, Mg, P w poszczególnych częściach roślin (podziemnych, nadziemnych i nasionach), materiał roślinny oczyszczano z zanieczyszczeń powierzchniowych jak spadź mszyc, myto w wodzie kranowej i dejonizowanej, następnie suszono w 105°C. 0,25 g porcje suchego materiału roślinnego rozpuszczano w HNO₃ w temperaturze 120°C i uzupełniano wodą dejonizowaną do objętości 10 ml. Następnie wskazane wyżej pierwiastki oznaczono metodą absorbcyjnej spektrometrii atomowej, P metodą ICP. Zawartość C, S i N oznaczono przy pomocy analizatora Variomax CNS.

Aktywność enzymów glebowych oznaczano w glebie „świeżej” o naturalnej wilgotności. Gleba została przesiana przez sito o wielkości oczek 2 mm i była przechowywana w 4°C przed analizą. Aktywność fosfataz: kwaśnej i alkalicznej mierzono zgodnie z metodą Schinnera i in.[1995]. Stężenie p-nitrofenolu (NP) – produktu katalizowanej reakcji przez fosfatazy- zmierzono spektrofotometrycznie przy długości fali 400 nm. Aktywność fosfataz została wyrażona w: w µg p-nitrofenolu (p-NP) g⁻¹ s.m. h⁻¹. Przeprowadzono ekstrakcję trifenyloformazanu (TPF) – produktu reakcji katalizowanej przez dehydrogenazy w acetonie, którego stężenie zostało zmierzone spektrofotometrycznie przy długości fali 546 nm. Aktywność dehydrogenaz została wyrażona w µg trifenyloformazanu (TPF) g⁻¹ s.m. 16 h⁻¹ [Schinner i in. 1995]. Aktywność ureazy szacowano poprzez kolorymetryczne oznaczanie ilości amoniaku powstałego po hydrolizie mocznika (10% roztwór) przy długości fali 955-630 nm. Aktywność ureazy wyrażono w µg N g⁻¹ s.m.

Wartość wskaźnika ACR (enzymes activity ratio) [Xian i in. 2015] policzono wg poniższego wzoru:

$$ACR = \frac{A_h - A_c}{A_c} \times 100\%$$

gdzie:

A_h – aktywność enzymatyczna gleby w obiekcie z gorczycą lub smagliczką ,

A_c – aktywność enzymatyczna gleby w obiekcie kontrolnym

Analizy chemiczne materiału roślinnego i enzymów glebowych zostały wykonane w Katedrze Ekologii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Reakcja olfaktometryczna mszycy burakowej, oprzędzików i strąkowca bobowego wobec roślin towarzyszących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej

W badaniach nad reakcją olfaktometryczną wymienionych owadów wykorzystano szklany olfaktometr „Y-tube” w przypadku chrząszczy oprzędzików oraz strąkowca bobowego, natomiast w przypadku samic uskrzydłych mszycy burakowej użyto 4-ramiennej areny olfaktometru, stosowanej przy testach wielokrotnego wyboru. Obydwa rodzaje olfaktometrów są używane powszechnie dla oceny preferencji zapachowych owadów [Vet i in., 1983; Schaller i Nentwig, 2000; Ukeh i Umoetok, 2007; Ranjith, 2007].

„Y- tube” olfaktometr posiada jedno ramię tzw. doprowadzające oraz dwa ramiona testowe. Ramiona stanowią szklane rurki o długości 250 mm i średnicy 12 mm każda. Ramiona testowe ułożone są względem siebie pod kątem 70° . Kąt pomiędzy ramieniem doprowadzającym, a każdym z ramion testowych wynosi natomiast 145° .

Arena olfaktometru, wykonana z transparentnej płyty z pleksiglasu, składa się z pola centralnego w kształcie prostopadłościanu o wymiarach 65 mm x 65 mm x 55 mm (dł. x szer. x wys.) oraz 4 ramion testowych o wymiarach 160 mm x 65 mm x 55 mm (dł. x szer. x wys.), odchodzących od każdego z 4 boków pola centralnego. W dnie pola centralnego znajduje się otwór o średnicy 5 mm, stanowiący wylot powietrza. Wierzchnia ściana prostopadłościanu stanowi płytkę, którą można zdejmować w razie potrzeby.

Uprzednio oczyszczane za pomocą filtra węglowego powietrze było tłoczone przez pompę (Power Cab, DC Power Supply 3050) i kierowane do każdego z ramion testowych (zarówno w przypadku Y-tuby, jak i 4 - ramiennej areny). Przepływ powietrza ustalony był na poziomie 900 ml/min/ramię i kontrolowany za pomocą odrębnego dla każdego ramienia rotametu (Kytala Instruments, Muurame, Finland, EK-2MR-H). Następnie strumień powietrza przepływał przez źródło zapachu, tj. szklany pojemnik (wysokość 120 mm, średnica 70 mm) zawierający odpowiednio 30 g świeżej masy badanej rośliny testowej (gorczycy białej lub smagliczki nadmorskiej) wraz z krążkiem nawilżonej wodą destylowaną bibuły filtracyjnej (dla zapewnienia odpowiedniej wilgotności powietrza) lub tylko zwilżoną bibułę filtracyjną (kontrola) w przypadku Y- tuby. W przypadku areny 4 – ramiennej do dwóch ramion dostarczono powietrze przepływające przez dwa odrębne pojemniki z rośliną testową i wilgotną bibułą oraz przez kolejne dwa zawierające tylko wilgotną bibułę filtracyjną, stanowiące kontrolę. Owad testowy umieszczany był u wylotu rurki stanowiącej ramię doprowadzające w przypadku Y – tuby lub w środkowej części pola centralnego areny 4 – ramiennej, a następnie przez 10 minut obserwowano jego zachowanie. Notowano liczbę wejść w poszczególne pola (ramiona) olfaktometru. Każde z ramion, jak również cała arena były przemywane wodą destylowaną, a następnie etanolem po przetestowaniu każdego z osobników. W tym samym czasie zmieniano także położenie ramion dla uniknięcia oddziaływania efektu wizualnego: w przypadku areny 4 – ramiennej przesuwano o 90° , zgodnie z ruchem wskazówek zegara, natomiast w przypadku Y - tuby, zamieniano miejscami źródła zapachu. Zarówno arena, jak i Y – tuba w czasie trwania eksperymentów były umieszczane w kartonowym pojemniku o pomalowanych na czarno ścianach i oświetlone od góry światłem rozproszonym.

Eksperyment dla każdego z analizowanych szkodników, z podziałem na samce i samice, przeprowadzany był w 12 powtórzeniach.

Reakcja olfaktometryczna osobników dorosłych biedronki siedmiokropki i biedronki azjatyckiej wobec roślin towarzyszących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej

Analiza przeprowadzona została w sposób identyczny jak dla oprzędzików i strąkowca bobowego.

Analiza statystyczna

Obliczenia statystyczne wykonane były przy użyciu programu komputerowego Statistica 12.0 PL. Wykonanie analizy danych poprzedzono testem normalności (Shapiro – Wilka z poprawką Lilieforsa) oraz jednorodności wariancji (test Levene’a). Jeśli istniała potrzeba wykonano transformację danych $[\ln(x+1)]$. Istotność różnic pomiędzy średnimi badano przez przeprowadzenie analizy wariancji jednoczynnikowej. Średnie różnicowano przy pomocy testu NIR Fishera na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. W odniesieniu do wyników dotyczących składu chemicznego roślin istotność różnic pomiędzy średnimi weryfikowano z użyciem testu t-Tukeya ($\alpha = 0,05$). W celu uzyskania informacji o zależnościach pomiędzy liczbą mszyc a liczbą drapieżców występujących w koloniach mszycy obliczono współczynniki korelacji oraz

determinacji i regresji tam, gdzie korelacja była statystycznie istotna. W odniesieniu do wyników uzyskanych z użyciem olfaktometru zastosowano test t-Studenta dla prób niezależnych (zmienną grupującą była obecność lub brak dopływu zapachu badanych roślin) [Stanisz 1998].

Wyniki i ich omówienie

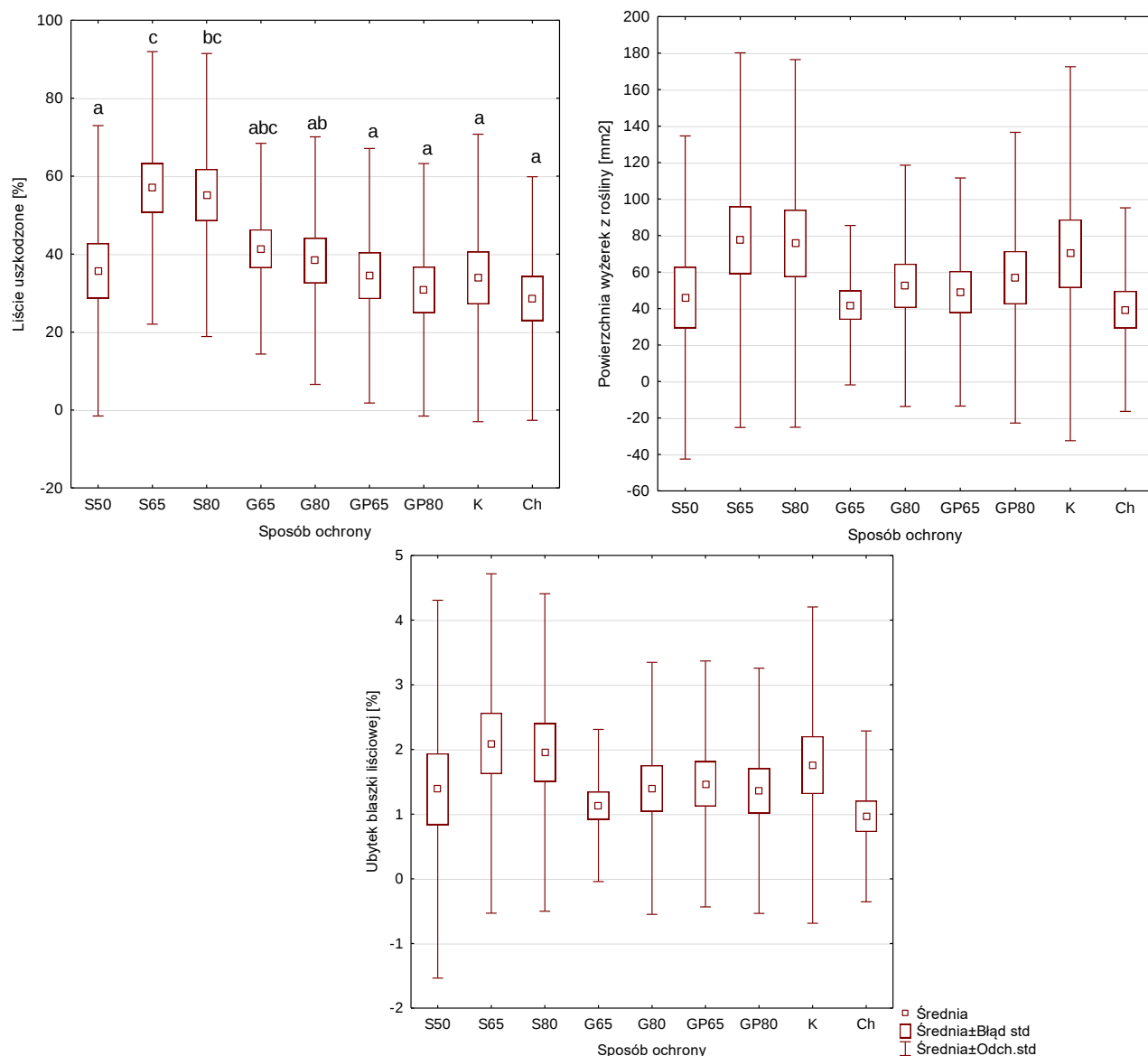
Szkodliwość chrząszczy z rodzaju Sitona spp.

Analiza stopnia uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików w trakcie pierwszej obserwacji (25.04.2016) wykazała, że bób uprawiany w sąsiedztwie smagliczki nadmorskiej w rozstawie między rzędami 65 i 80 cm charakteryzował się wyższym odsetkiem uszkodzonych liści niż bób w uprawie jednorodnej (kontrola) (rys.1). Badane obiekty nie różniły się natomiast pod względem średniej powierzchni wyżerek z rośliny, jak również pod względem wielkości ubytku blaszki liściowej w rezultacie żerowania tego szkodnika. W trakcie drugiej obserwacji tendencja utrzymywała się, przy czym w obiekcie ze smagliczką w rozstawie 65 cm między rzędami bobu tym razem także powierzchnia wyżerek z rośliny, jak i ubytek blaszki liściowej były istotnie wyższe niż w kontroli (rys.2.). Trzecia obserwacja wykazała istotny ograniczający wpływ zastosowanej chemicznej ochrony bobu wobec szkodliwości chrząszczy *Sitona* spp. (rys.3.). Nadal natomiast najwięcej liści z wyżerkami, jak też i największą powierzchnię wyżerek oraz w konsekwencji ubytek blaszki liściowej notowano w obiektach, gdzie bób był uprawiany wraz ze smagliczką nadmorską (zwłaszcza w zwiększonych rozstawach). Gorczyca w tym okresie wpływała nieznacznie ograniczająco na żerowanie oprzędzików, jednak różnice wobec kontroli nie były udowodnione statystycznie.

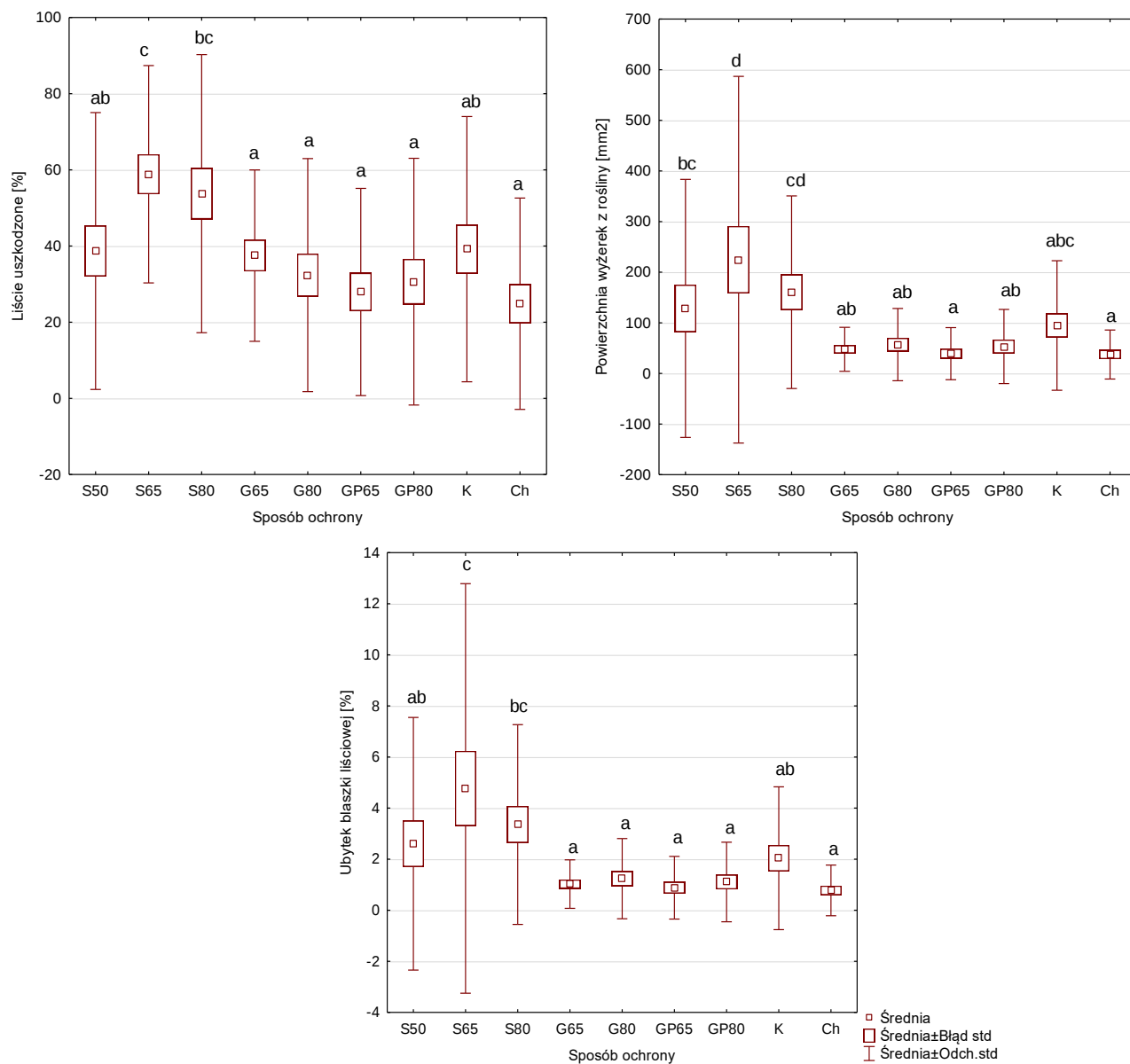
Czwarta obserwacja wykazała wyraźne różnice zwłaszcza w odsetku uszkodzonych liści pomiędzy obiektami chronionymi poprzez uprawę współrzedną a obiektem chronionym chemicznie (rys.4.). W tym ostatnim odsetek uszkodzonych liści wynosił około 20% podczas gdy w pozostałych obiektach osiągał 80 – 90%. Wyraźne były również różnice w powierzchni wyżerek z rośliny i w wielkości procentowego ubytku blaszki liściowej na korzyść ochrony chemicznej. Tendencja sprzyjania żerowaniu chrząszczy oprzędzików ze strony smagliczki nadmorskiej nadal była wyraźnie zaznaczona, przy czym ubytek blaszki liściowej wzrastał wraz ze zwiększeniem rozstawy bobu. Gorczyca natomiast niezależnie od rozstawy bobu nie wpływała istotnie na wielkość powierzchni wyżerek, jak również na wielkość ubytku blaszki liściowej.

Analiza statystyczna przeprowadzona na wszystkich danych z sezonu wykazała istotny wpływ ograniczający żerowanie oprzędzików tylko w przypadku ochrony chemicznej (rys.5.). Sąsiedztwo gorzycy niezależnie od zastosowanej rozstawy bobu nie wpływało istotnie na żerowanie chrząszczy *Sitona* spp. Z kolei towarzystwo smagliczki nadmorskiej sprzyjało żerowaniu oprzędzików, przy czym rozstawy 65 cm i 80 cm sprzyjały bardziej niż rozstawa 50 cm.

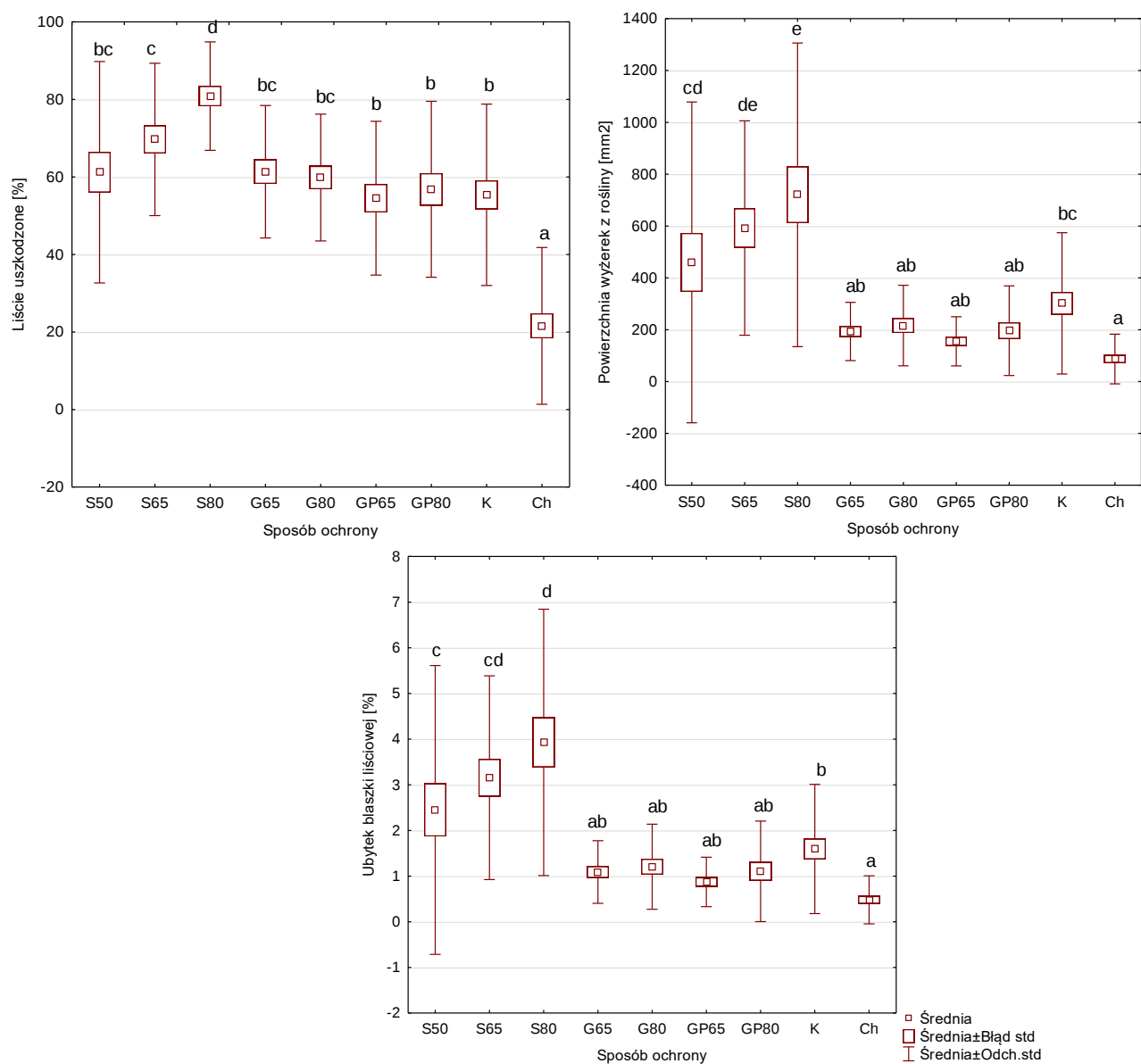
Najwięcej brodawek korzeniowych wytworzyły rośliny bobu rosnące w sąsiedztwie gorzycy białej, przy rozstawie 65 cm między rzędami bobu (rys.6.). Pozostałe sposoby ochrony bobu, włączając w to ochronę chemiczną, nie miały istotnego wpływu na ten parametr. Analiza stopnia uszkodzenia brodawek korzeniowych przez larwy oprzędzików wykazała natomiast, że obecność smagliczki nadmorskiej w międzyrzędziach okazała się być czynnikiem ograniczającym ten parametr i to na poziomie podobnym do tego jaki zaobserwowano w przypadku ochrony chemicznej bobu (rys.7.). Z kolei spośród obiektów z gorzycą białą jako rośliną towarzyszącą nieco mniej uszkodzonych brodawek korzeniowych niż w kontroli zanotowano tylko tam, gdzie rosła ona w mniejszej rozstawie (65 cm) i nie została poddana zabiegowi przeredzania.



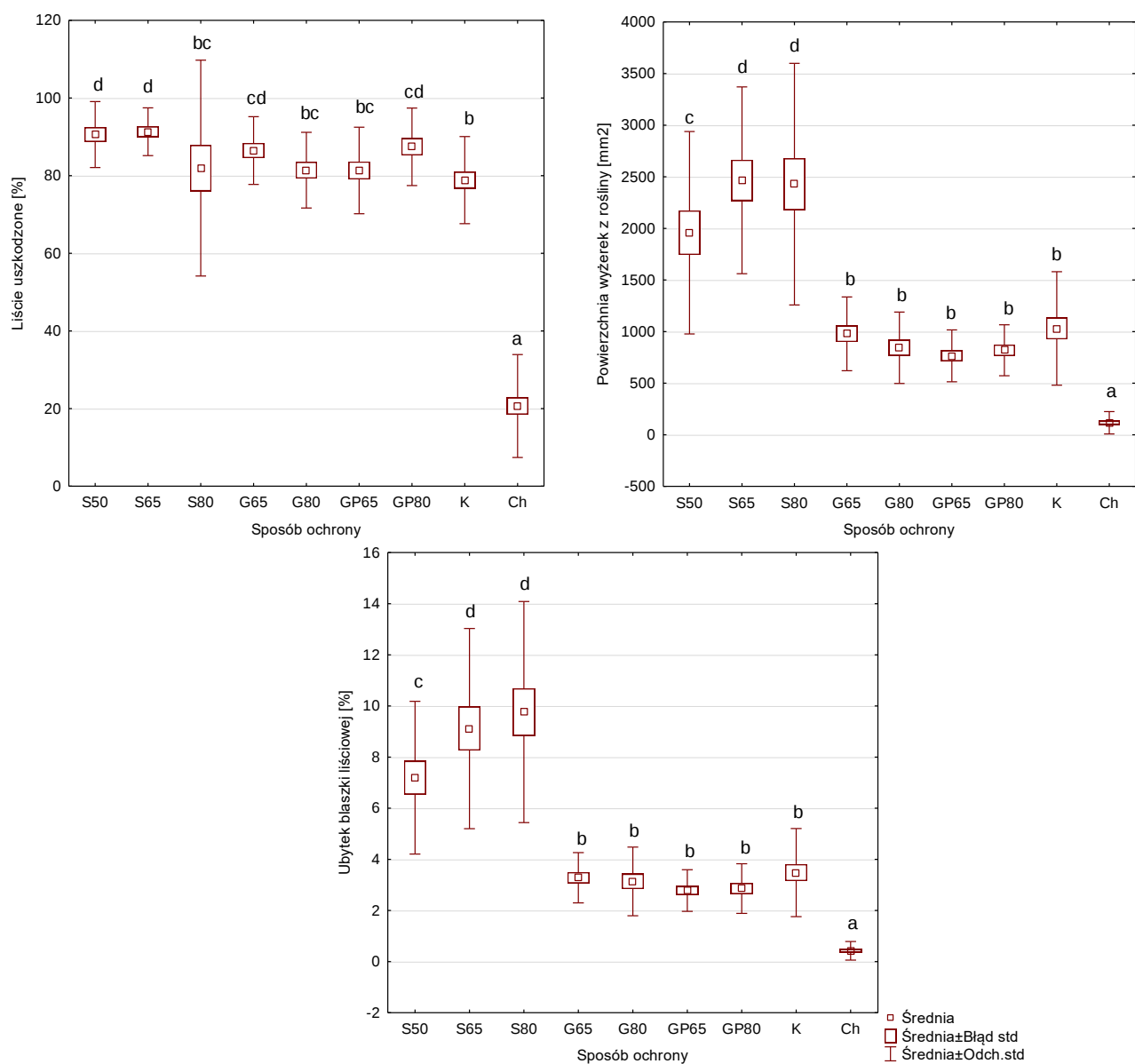
Rys.1. Stopień uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików *Sitona* spp. w trakcie I obserwacji zależnie od sposobu ochrony. S50 - bób ze smagliczką w rozstawie 50 cm między rzędami, S65 - bób ze smagliczką w rozstawie 65 cm między rzędami, S80 - bób ze smagliczką w rozstawie 80 cm między rzędami, G65 - bób z gorczycą w rozstawie 65 cm między rzędami, nie poddaną przerywaniu, G80 - bób z gorczycą w rozstawie 80 cm między rzędami, nie poddaną przerywaniu, GP65 - bób z gorczycą w rozstawie 65 cm między rzędami, poddaną przerywaniu, GP80 - bób z gorczycą w rozstawie 80 cm między rzędami, poddaną przerywaniu, K - bób w uprawie jednorodnej w rozstawie 50 cm między rzędami – kontrola, Ch - bób w uprawie jednorodnej w rozstawie 50 cm między rzędami, poddany standardowej ochronie chemicznej przed szkodnikami. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Dla powierzchni wyżerek i ubytku blaszki liściowej nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie.



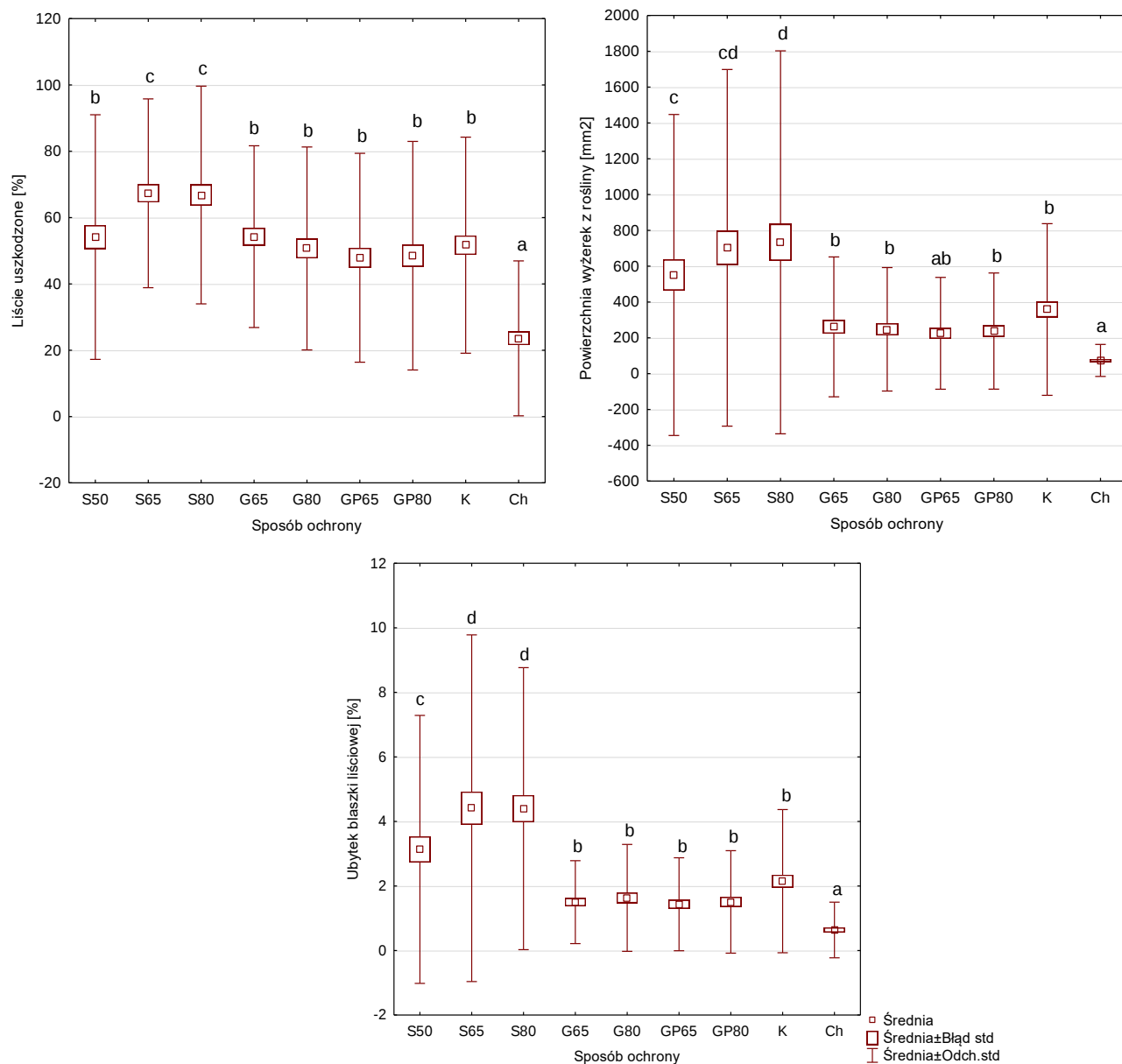
Rys.2. Stopień uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików *Sitona* spp. w trakcie II obserwacji zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



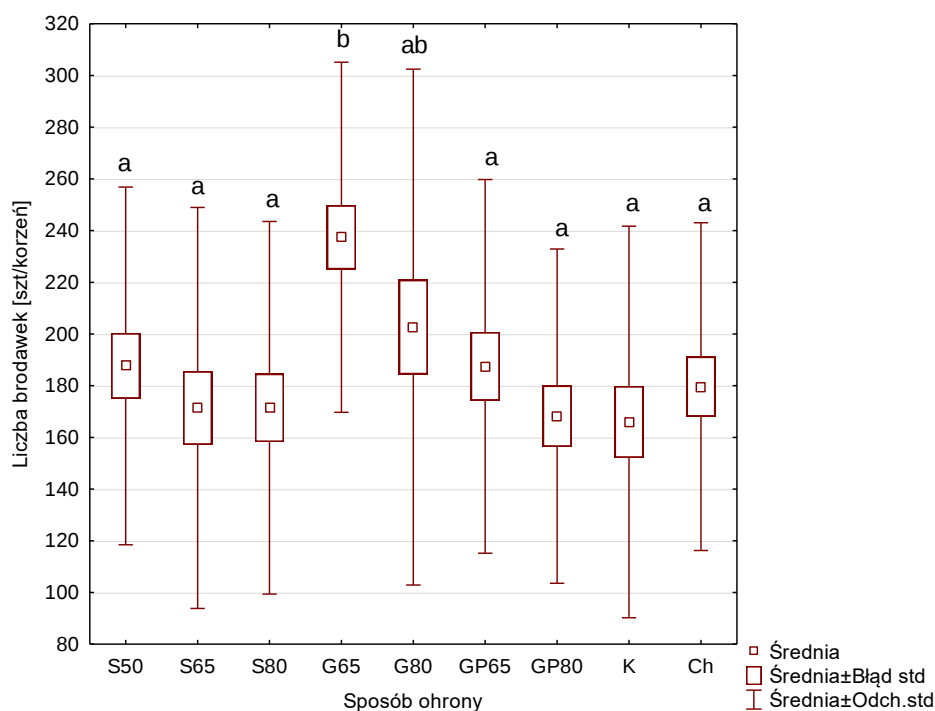
Rys.3. Stopień uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików *Sitona* spp. w trakcie III obserwacji zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



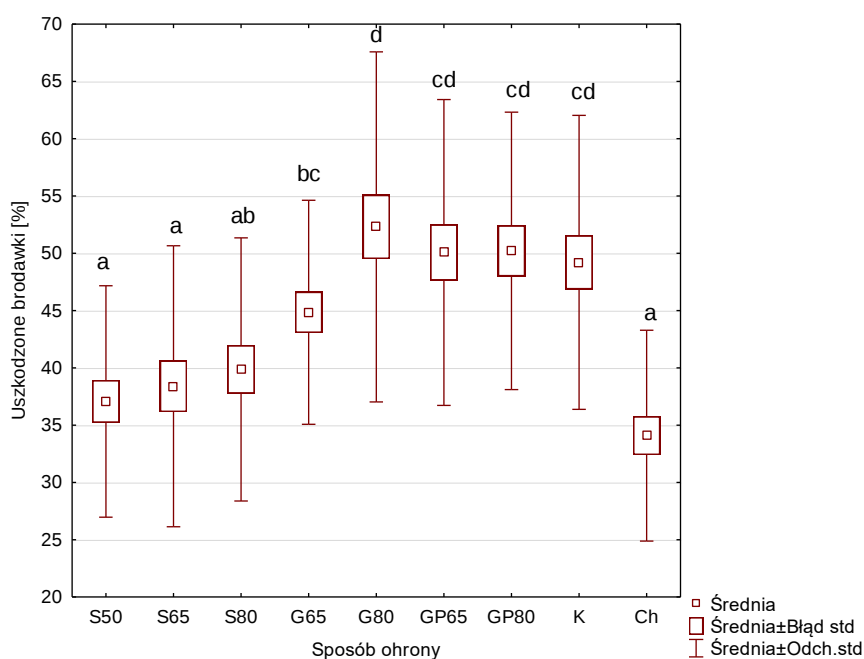
Rys.4. Stopień uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików *Sitona* spp. w trakcie IV obserwacji zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys.5. Stopień uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików *Sitona* spp. średnio w ciągu sezonu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys. 6. Liczba brodawek korzeniowych na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys. 7. Stopień uszkodzenia brodawek korzeniowych bobu przez larwy oprzędzików *Sitona* spp. zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Przebieg dynamiki występowania i liczebność mszycy burakowej Aphis fabae Scop.

W sezonie 2016 mszyca burakowa pojawiła się dość późno – dopiero w końcu maja (rys.8.). Początkowo jej liczebność we wszystkich obiektach kształtowała się podobnie i nie przekraczała 200 osobników/roślinę. Około połowy czerwca odnotowano szybki wzrost liczebności mszycy w obiekcie kontrolnym, z maksimum liczebności na przełomie czerwca i

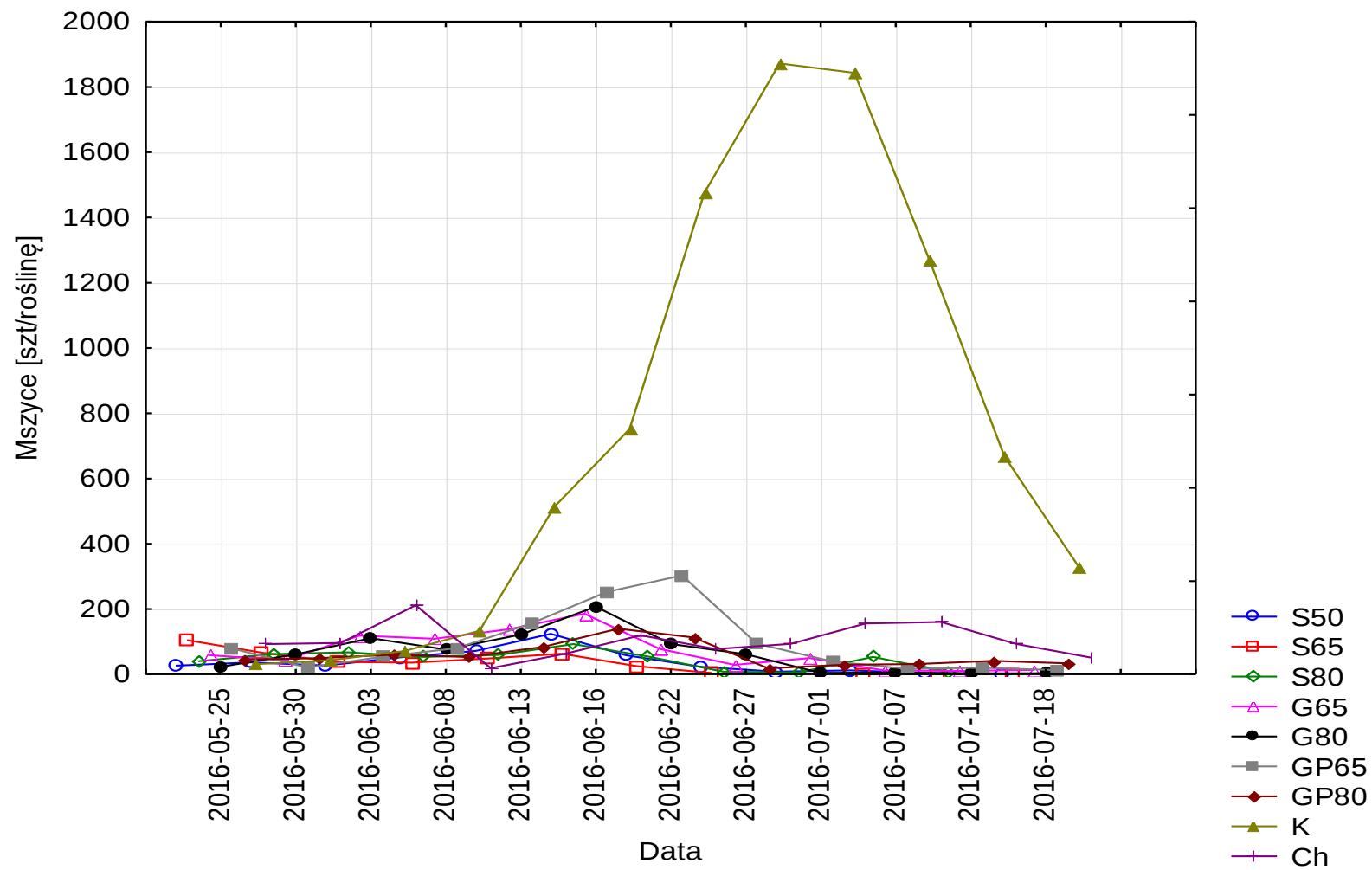
lipca, po czym jej liczebność obniżyła się dość gwałtownie. W obiektach chronionych zarówno poprzez uprawę współrzędną ze smagliczką nadmorską, jak i z gorczycą białą, jak też w obiekcie chronionym chemicznie liczebność mszyc utrzymywała się przez cały czas na zbliżonym poziomie, bez wyraźnych szczytów liczebności, przy czym w obiekcie chronionym preparatami chemicznymi w końcowym okresie występowania mszyc było ich więcej niż w obiektach chronionych poprzez uprawę współrzędną.

Analiza odsetka roślin zasiedlonych przez mszyce średnio w sezonie badawczym wykazała istotnie większą ilość roślin zasiedlonych przez mszyce w obiektach, gdzie uprawie bobu towarzyszyła gorczyca biała w największej rozstawie, niezależnie od tego, czy była ona przerywana, czy też nie (rys.9.). Pozostałe obiekty nie różniły się pod tym względem z obiektem kontrolnym.

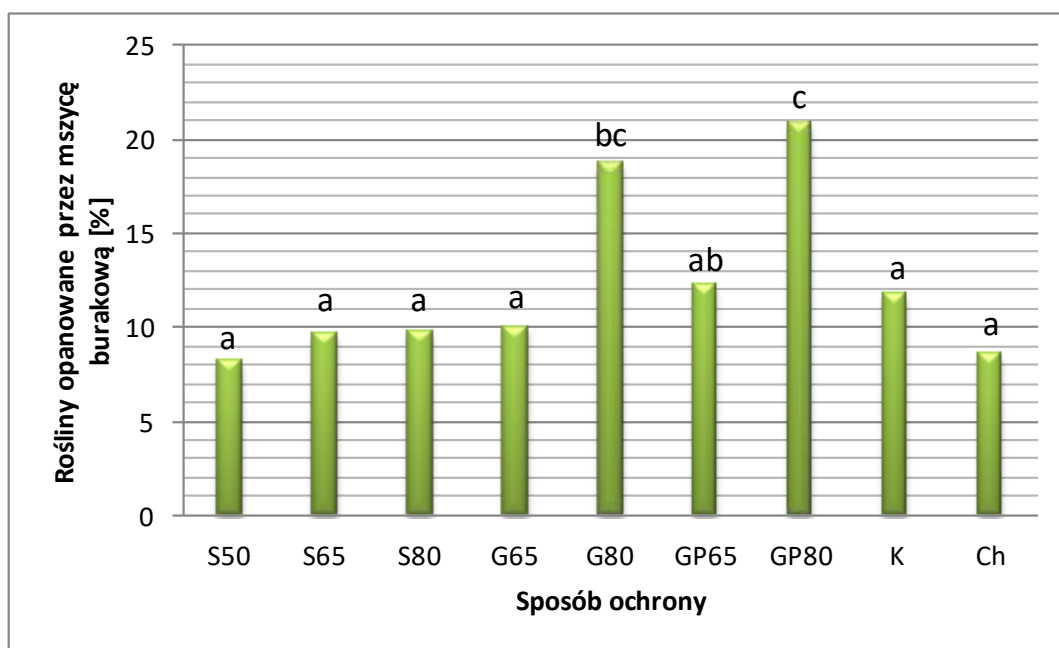
Wyliczona średnia liczebność mszycy burakowej na roślinie w obiekcie kontrolnym była istotnie wyższa niż we wszystkich pozostałych obiektach badawczych (tab.1.). Analiza udziału procentowego poszczególnych postaci morfotycznych w ogólnej liczbie mszyc wskazała na przewagę samic bezskrzydłych w populacji mszyc na roślinach bobu uprawianego w sąsiedztwie smagliczki nadmorskiej, kosztem larw (tab.2.). W nieco mniejszym zakresie efekt ten widoczny był także w obiektach z uprawą współrzędną z gorczycą białą. Larwy stanowiły najliczniejszą grupę postaci morfotycznych. Samice uskrzydłone natomiast liczniej odnotowano jedynie w obiekcie kontrolnym, co zapewne wiązało się z bardzo wysokim opanowaniem roślin przez mszyce, ich przegęszczeniem i w związku z tym koniecznością zmiany żywiciela. Sytuacja taka nie wystąpiła w pozostałych obiektach, gdyż tam stopień zasiedlenia poszczególnych roślin przez mszyce był niewielki.

Analizując położenie kolonii mszyc na roślinach zauważono, że w obiekcie kontrolnym mszyce usadawiały się w dość dużym stopniu nie tylko na wierzchołkach, ale także na pędach, liściach i strąkach, natomiast w obiektach z uprawą współrzędną i chronionym chemicznie większość mszyc żerowała na wierzchołkach (tab.3.). Jest to oczywiście konsekwencją liczebności kolonii mszyc w poszczególnych obiektach. Bardzo wysoka liczebność mszyc w obiekcie kontrolnym sprawiła, że musiały się one rozprzestrzenić z opanowanych w pierwszej kolejności wierzchołków także na pozostałe części roślin.

W sezonie 2016 na bobie odnotowano również obecność mszycy grochowej, przy czym miało to miejsce w zasadzie głównie w obiekcie chronionym chemicznie - po zakończeniu cyklu zabiegów z użyciem preparatów chemicznych (tab.4.). Odsetek roślin zasiedlonych przez mszycę grochową osiągnął ok. 18% w obiekcie chronionym chemicznie podczas, gdy w kontroli wyniósł ok. 8%, zaś w obiektach chronionych przez wprowadzenie rośliny towarzyszącej nie przekroczył 1% (rys.10.).



Rys.8. Przebieg dynamiki występowania mszycy burakowej *Aphis fabae* (Scop.) na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1.



Rys. 9. Odsetek roślin bobu opianowanych przez mszycę burakową *Aphis fabae* Scop. zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 1. Średnia liczebność mszycy burakowej *Aphis fabae* (Scop.) w sezonie na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Mszyce [szt/roślinę]
S50	41,25 a*
S65	23,14 a
S80	36,50 a
G65	71,31 a
G80	69,14 a
GP65	101,23 a
GP80	60,80 a
K	943,00 b
Ch	104,04 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.2. Udział poszczególnych postaci morfotycznych mszyc w ogólnej ich liczbie w sezonie na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Samice bezskrzydłe [%]	Samice uskrzydłone [%]	Larwy [%]
S50	19,57 ef*	0,93 a	79,50 abc
S65	21,61 f	1,37 a	77,02 a
S80	20,98 f	0,66 a	78,36 ab
G65	18,08 def	0,98 a	80,94 bcd
G80	15,64 bcd	1,20 a	83,16 cde
GP65	13,88 abc	1,44 a	84,69 def
GP80	17,08 cde	0,84 a	82,08 cde
K	10,69 a	2,52 b	86,80 f
Ch	13,35 ab	1,43 a	85,22 ef

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.3. Położenie kolonii mszyc na bobie (udział procentowy w ogólnej liczbie mszyc) zależnie od sposobu ochrony.

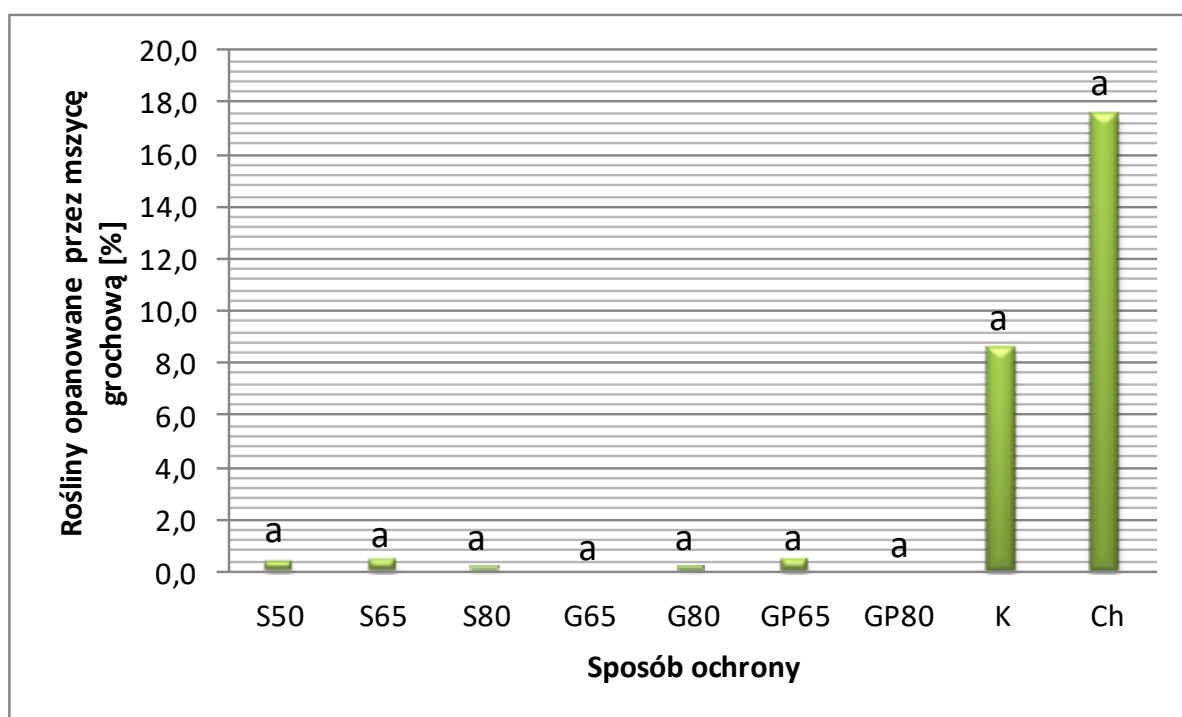
Sposób ochrony	Wierzchołek [%]	Pęd [%]	Liście [%]	Kwiaty [%]	Strąki [%]
S50	51,32 b*	27,08 b	5,07 b	12,66 c	3,86 ab
S65	64,30 d	15,58 a	1,41 a	17,82 d	0,89 a
S80	55,42 bc	26,00 b	3,89 ab	11,20 c	3,49 ab
G65	64,59 d	22,35 b	2,74 ab	4,50 ab	5,81 bcd
G80	61,32 cd	22,58 b	3,91 ab	4,61 ab	7,58 cde
GP65	60,17 cd	23,24 b	5,08 b	2,60 a	8,91 de
GP80	74,37 e	15,67 a	2,07 ab	5,03 ab	2,86 ab
K	43,42 a	26,94 b	16,82 d	2,67 a	10,14 e
Ch	63,58 cd	13,50 a	10,98 c	6,99 b	4,95 bc

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab. 4. Średnia liczebność mszycy grochowej (*Acyrtosiphon pisum* Harris) w sezonie na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Mszyce [szt/roślinę]
S50	0,014 a*
S65	0,014 a
S80	0,002 a
G65	0,000 a
G80	0,005 a
GP65	0,010 a
GP80	0,000 a
K	2,066 a
Ch	103,895 b

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.



Rys. 10. Odsetek roślin bobu opianowanych przez mszycę grochową (*Acyrtosiphon pisum* Harris) zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Występowanie i liczebność drapieżców mszyc

Wśród drapieżców obserwowanych w koloniach mszycy burakowej najliczniej byli reprezentowani przedstawiciele rodziny biedronkowate (*Coccinellidae*) i bzygowate (*Syrphidae*). Wśród biedronkowatych dominującym okazał się gatunek biedronka azjatycka *Harmonia axyridis* (Pallas) (tab.5.). Około 1/3 osobników stanowili przedstawiciele gatunku biedronka siedmiokropka *Coccinella septempunctata* (L.), dość licznie obserwowano także biedronkę wrzeciążkę *Propylea quatuordecimpunctata* (L.). Wśród przedstawicieli bzygowatych dominował gatunek *Episyrphus balteatus* (Deg.), zaś na drugim miejscu *Syrphus ribesii* (L.). W trakcie obserwacji larw bzygowatych dość często notowano także przedstawicieli gatunków wczesnowiosennych, które preferują występowanie na żywicielach zimowych mszyc.

Odsetek roślin bobu opianych przez drapieżne biedronkowate wahał się od około 2% do 12% (rys.11.). Najmniej roślin z biedronkami stwierdzono w obiekcie chronionym chemicznie, natomiast najliczniej obserwowano je na bobie uprawianym współrzędnie ze smagliczką nadmorską oraz w obiekcie kontrolnym. Istotnie mniej niż w kontroli stwierdzono roślin opianych przez biedronki w uprawie bobu wraz z gorczycą białą w rozstawie 65 cm. Średnia liczebność poszczególnych stadiów rozwojowych biedronkowatych, zgodnie z przewidywaniami najniższe wartości wykazywała w obiekcie chronionym chemicznie (tab.6.). Najwięcej złoż jaj, larw, poczwerek i osobników dorosłych w przeliczeniu na roślinę odnotowano w kontroli, co zapewne było związane z największą liczebnością mszyc na tych roślinach. Biorąc pod uwagę obiekty z uprawą współrzędną więcej larw, poczwerek i osobników dorosłych odnotowywano raczej w uprawie bobu ze smagliczką nadmorską niż z wykorzystaniem gorczycy białej. Analizując wpływ rozstawy w uprawie bobu ze smagliczką nadmorską, nie odnotowano wyraźnego związku z liczebnością biedronkowatych, bowiem liczebność larw, poczwerek i osobników dorosłych tych owadów przy rozstawie 50 cm, była na zbliżonym poziomie do tej w rozstawie 80 cm, zaś nieco niższa w rozstawie 65 cm. Z kolei zabieg przerywania w przypadku gorczycy białej w rozstawie 65 cm wiązał się z istotnym zwiększeniem liczby larw biedronek na roślinach bobu. Podobnego efektu nie obserwowano jednak przy szerszej rozstawie, tj. 80 cm.

Analiza związków pomiędzy liczebnością jaj i larw biedronkowatych a liczebnością mszyc wskazuje na istnienie dodatniej korelacji pomiędzy tymi wielkościami, co świadczy o dobrej synchronizacji występowania drapieżcy i ofiary, przy czym najwyższe wartości współczynnik korelacji osiągał w obiekcie kontrolnym (tab.7.). Analizując korelację występowania złoż jaj biedronek i mszyc zwraca również uwagę wysoka wartość współczynnika dla obiektu, gdzie bób uprawiano współrzędnie ze smagliczką nadmorską w rozstawie 50 cm. Z kolei występowanie larw biedronek było w większym stopniu skorelowane z liczebnością mszyc przy uprawie współrzędnej bobu z gorczycą białą, w szczególności przy największej zastosowanej rozstawie (80 cm) i przeprowadzeniu zabiegu przerzedzania roślin. Korelacja występowania dorosłych biedronkowatych i mszyc była z kolei najwyższa w obiekcie z uprawą współrzędną bobu z gorczycą białą w rozstawie 65 cm i z przeprowadzonym zabiegiem przerywania (tab.8.). Może to świadczyć, o tym, że zabieg przerywania poprawiał dostępność roślin bobu dla osobników dorosłych biedronek.

Stosunek liczbowy drapieżcy do ofiary w przypadku larw i dorosłych postaci biedronek najbardziej niekorzystnie kształtował się w obiekcie kontrolnym (tab.9.). Najkorzystniejsze wartości natomiast wykazywał w obiektach, gdzie uprawie bobu towarzyszyła smagliczka nadmorska (poniżej 100 mszyc/1 osobnika). Przy uprawie bobu z gorczycą białą wartości tego wskaźnika były zbliżone i wahały się od 146,75 do 283,25 sztuk mszyc/1 osobnika.

Odsetek roślin opianych przez drapieżne bzygowate był zbliżony do tego stwierdzonego w przypadku biedronek (rys.12.). Podobnie jak w przypadku poprzedniej grupy drapieżców najmniej roślin z bzygowatymi stwierdzono w obiekcie objętym ochroną chemiczną i przy uprawie współrzędnej bobu i gorczycy białej w najmniejszej rozstawie (65 cm). Odsetek roślin opianych przez bzygowate w pozostałych obiektach z roślinami towarzyszącymi był

zbliżony (ok. 13 – 16%), przy czym istotnie wyższy niż w przypadku obiektu kontrolnego był w przypadku uprawy bobu z gorczycą białą w największej rozstawie i przy zastosowaniu zabiegu przerywania. Inaczej niż w przypadku biedronkowatych średnia liczba jaj bzygowatych była najwyższa w obiektach ze smagliczką nadmorską, pomimo iż liczebność mszyc na tych roślinach nie była tak wysoka jak w przypadku kontroli (tab.10.). Świadczy to o silnie przywabiającej roli kwiatów smagliczki dla dorosłych muchówek bzygowatych. Nieco wyższa niż w kontroli była także liczebność jaj bzygowatych w obiektach z gorczycą białą (różnice nie były jednak udowodnione statystycznie). Nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności larw i poczwerek bzygowatych zależnie od zastosowanego sposobu ochrony.

Analiza zależności pomiędzy liczbą jaj i larw bzygowatych a liczbą mszyc wykazała w większości przypadków istotną dodatnią korelację pomiędzy tymi wartościami. Wartość współczynnika korelacji była w poszczególnych obiektach zbliżona. Podobnie jak w przypadku biedronkowatych stosunek liczbowy drapieżcy do ofiary w przypadku larw bzygowatych najkorzystniej kształtował się w obiektach, gdzie uprawie bobu towarzyszyła smagliczka nadmorska, przy czym dało się zauważyć, że przy większej rozstawie (65 cm) był on korzystniejszy niż przy rozstawie standardowej (50 cm). Kilkakrotnie więcej mszyc przypadało na jedną larwę *Syrphidae* w obiektach, gdzie uprawie bobu towarzyszyła gorczyca, jednak zdecydowanie najbardziej niekorzystnie relacja ta układała się w przypadku obiektu kontrolnego. Biorąc pod uwagę dane literaturowe stosunek liczbowy wyliczony dla obiektów ze smagliczką nadmorską wskazuje na możliwość skutecznego ograniczania populacji mszyc przez tych drapieżców, bowiem jak podaje Wnuk (2000) przy stosunku 1:300 larwa *E. balteatus* nie jest co prawda w stanie zniszczyć kolonii mszyc, ale wyraźnie ogranicza tempo jej rozwoju.

Pozostali drapieżcy, tj. pająki, dziubałkowate, złotookowate i pryszczarkowate notowane były znacznie rzadziej w koloniach mszycy burakowej. Odsetek roślin zasiedlonych przez pająki nie przekraczał 3% i był istotnie wyższy w obiektach, gdzie uprawie bobu towarzyszyła smagliczka nadmorska niż w pozostałych obiektach (rys.13.). Z kolei dziubałkowate w większym stopniu opanowały kolonie mszyc w uprawie bobu współrzędnie z gorczycą białą, przy przeprowadzeniu zabiegu przerywania (rys.14.). Różnice w odniesieniu do kontroli nie były jednak statystycznie udowodnione. Liczebność pajaków najwyższa była w uprawie bobu ze smagliczką nadmorską i ich ilość wzrastała wraz ze zwiększeniem rozstawy (tab.13.). Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu zastosowanego sposobu ochrony bobu na liczebność dziubałkowatych. Złotooki, podobnie jak pająki w największym stopniu (ok. 7%) opanowały rośliny bobu w sąsiedztwie smagliczki nadmorskiej (rys.15.). Średnia liczba jaj złotooków najwyższa była w tych właśnie obiektach i wzrastała wraz ze zwiększeniem rozstawy (tab.14.). Z kolei to stadium rozwojowe drapieżcy na roślinach bobu uprawianego w sąsiedztwie gorczycy białej występowało mniej licznie niż w kontroli. Nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności larw złotooków pomiędzy badanymi obiektami. Pryszczarkowate występowały sporadycznie i zasiedliły największą ilość roślin w obiekcie z uprawą współrzędną bobu i gorczycy białej w największej rozstawie (80 cm) przy zastosowaniu przerywania, przy czym liczba larw *Cecidomyiidae* największa była w tym samym obiekcie ale z zastosowaniem rozstawy 65 cm oraz w kontroli (rys.6., tab.15.).

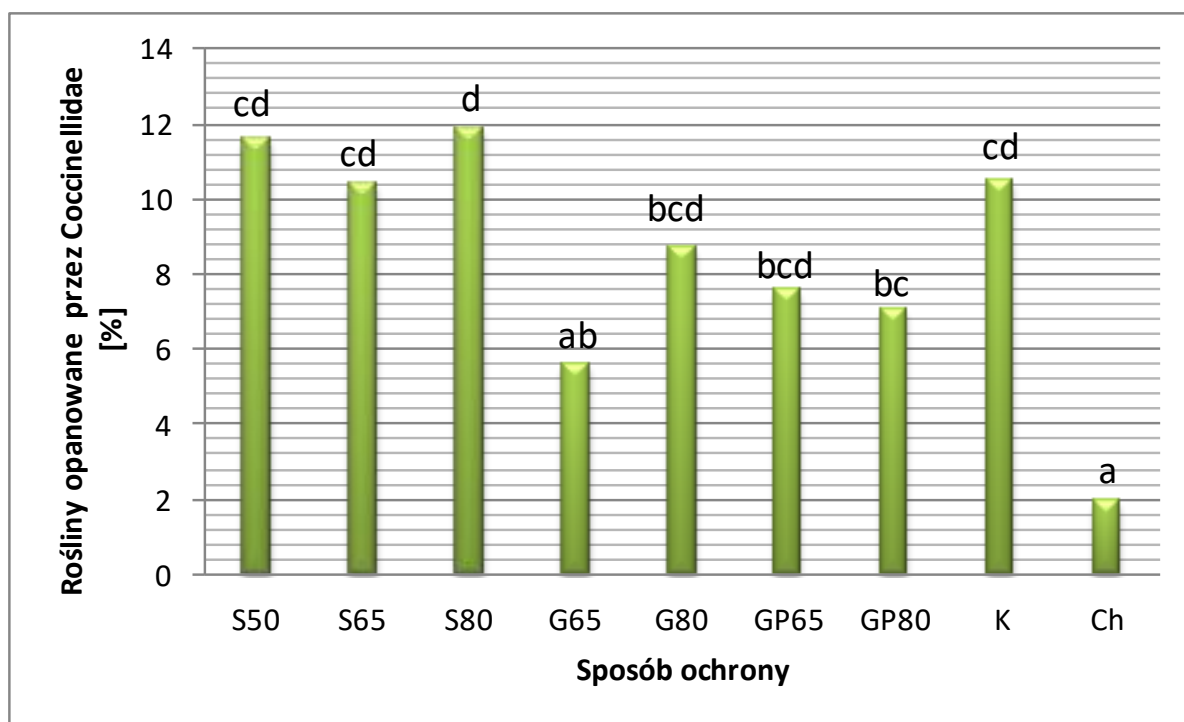
Analizując kolonie mszycy burakowej liczono również napotkane mrówki. Ich liczebność najwyższa była w obiektach ze smagliczką nadmorską, przy czym zmniejszała się wraz ze zwiększaniem rozstawy (tab.15.). Mumie mszyc spasożytowanych również notowano sporadycznie i najczęściej w obiekcie kontrolnym.

Wartości współczynnika Agrella wyliczone dla mrówek i dziubałkowatych w odniesieniu do innych afidofagów wskazują na ich bardzo rzadkie występowanie na tych samych roślinach (tab.16.). Zwłaszcza w przypadku dziubałkowatych w większości przypadków wartość tego współczynnika wynosiła 0, co świadczy o niestwierdzaniu obecności tych drapieżców i jakiegokolwiek innego afidofaga na tej samej roślinie. W przypadku mrówek zaobserwowano najczęstsze ich równoczesne występowanie wraz z jajami bzygowatych, przy czym wyższe były

wartości tego wskaźnika w obiektach, gdzie uprawie bobu towarzyszyła gorczyca biała niż smagliczka nadmorska.

Tab.5. Skład gatunkowy drapieżnych biedronkowatych (*Coccinellidae*) i bzygowatych (*Syrphidae*) w koloniach mszycy burakowej *Aphis fabae* Scop. na bobie.

Gatunki	Udział procentowy [%]
<i>Coccinellidae</i>	
<i>Coccinella septempunctata</i> (L.)	34,83
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)	58,80
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (L.)	6,28
Pozostałe	0,09
Razem	100,00
<i>Syrphidae</i>	
<i>Episyrphus balteatus</i> (Deg.)	43,52
<i>Syrphus ribesii</i> (L.)	12,96
<i>Scaeva pyrastrii</i> (L.)	2,78
<i>Meligramma triangulifera</i> (Zett.)	0,93
<i>Metasyrphus corollae</i> (Fabr.)	1,85
Pozostałe	37,96
Razem	100,00



Rys. 11. Odsetek roślin bobu opianowanych przez drapieżne biedronkowate (*Coccinellidae*) zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 6. Średnia liczebność jaj, larw, poczwerek i postaci dorosłych biedronkowatych *Coccinellidae* w sezonie na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Jaja – złoża [szt/roślinę]	Larwy [szt/roślinę]	Poczwarki [szt/roślinę]	Dorosłe [szt/roślinę]
S50	0,015 a*	0,239 d	0,084 c	0,189 c
S65	0,016 a	0,134 bcd	0,031 ab	0,118 b
S80	0,012 a	0,244 d	0,052 bc	0,207 c
G65	0,005 a	0,035 ab	0,028 ab	0,023 a
G80	0,005 a	0,101 abc	0,052 bc	0,059 ab
GP65	0,022 ab	0,178 cd	0,046 abc	0,081 ab
GP80	0,022 ab	0,083 abc	0,009 ab	0,090 b
K	0,041 b	0,622 e	0,222 d	0,219 c
Ch	0,003 a	0,000 a	0,000 a	0,024 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.7. Zależności między liczbą mszyc (x) i liczbą jaj i larw biedronkowatych (*Coccinellidae*) (y) na bobie zależnie od sposobu ochrony.

	Coccinellidae jaja			Coccinellidae larwy		
	r	r ²	równanie regresji	r	r ²	równanie regresji
S50	0,426831*	0,182185	$y = -0,0053 + 0,00046x$	0,183125	0,033535	$y = 0,16941 + 0,00156x$
S65	0,249285	0,062143	$y = -,0012 + ,74E^{-3}x$	0,154579	0,023895	$y = 0,09205 + 0,00178x$
S80	0,241351	0,058250	$y = 0,00203 + 0,00026x$	0,194343	0,037769	$y = ,13602 + ,00286x$
G65	0,184493	0,034038	$y = -,1E^{-3} + ,73E^{-4}x$	0,218641	0,047804	$y = 0,01722 + 0,00026x$
G80	0,064589	-	-	0,257493	0,066303	$y = ,05030 + ,74E^{-3}x$
GP65	0,325530	0,105970	$y = 0,00013 + 0,00022x$	0,200553	0,040221	$y = ,10311 + ,74E^{-3}x$
GP80	0,145573	0,021191	$y = ,01116 + ,18E^{-3}x$	0,359583	0,129300	$y = ,02707 + ,92E^{-3}x$
K	0,429206	0,184218	$y = -0,0063 + 0,00005x$	0,605898	0,367112	$y = 0,08352 + 0,00057x$
Ch	-0,025063	-	-	-	-	-

*czerwona czcionka oznacza, że r istotne przy $\alpha = 0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.8. Zależności między liczbą mszyc (x) i liczbą dorosłych biedronkowatych (*Coccinellidae*) (y) na bobie zależnie od sposobu ochrony.

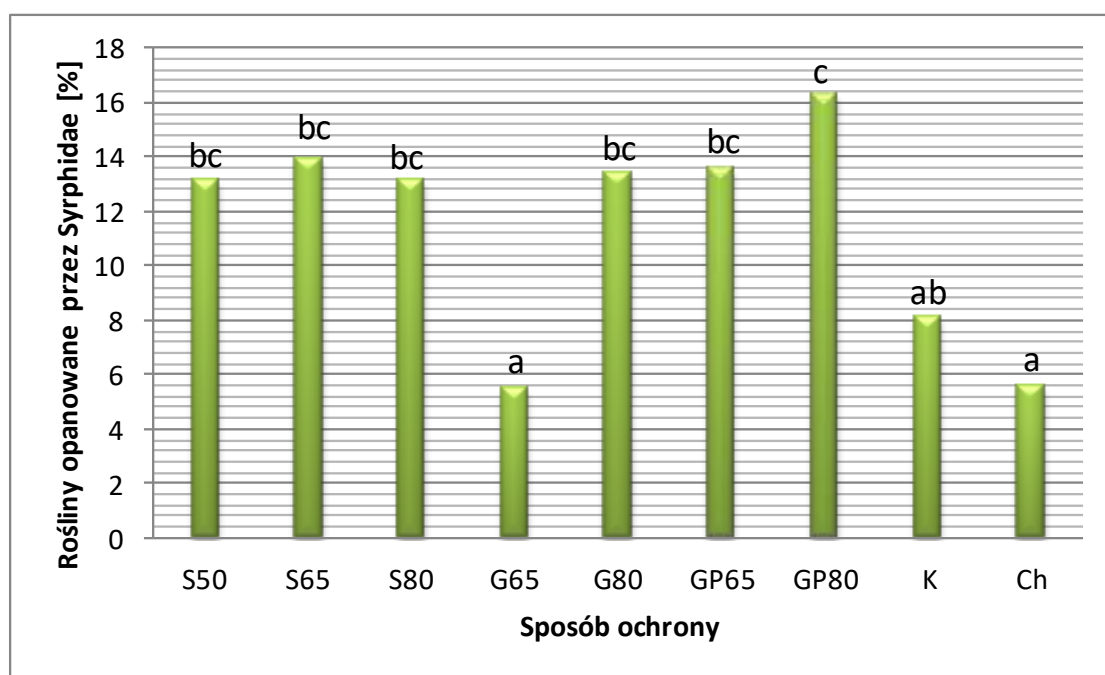
Coccinellidae dorosłe			
Sposób ochrony	r	r ²	równanie regresji
S50	0,298172*	0,088907	$y = 0,1188 + 0,00158x$
S65	0,243269	0,059180	$y = ,07031 + ,00201x$
S80	0,301377	0,090828	$y = 0,12569 + 0,00214x$
G65	0,049599	-	-
G80	0,225025	0,050636	$y = ,03681 + ,32E^{-3}x$
GP65	0,406215	0,165011	$y = ,02177 + ,58E^{-3}x$
GP80	0,264177	0,069789	$y = ,05790 + ,52E^{-3}x$
K	0,357019	0,127463	$y = 0,10138 + 0,00013x$
Ch	0,144382	0,020846	$y = 0,01342 + 0,0001x$

*czerwona czcionka oznacza, że r istotne przy $\alpha = 0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.9. Stosunek liczbowy drapieżcy (larwy lub dorosłe biedronki) do ofiary (mszyce) na bobie zależnie od sposobu ochrony. Analiza uwzględnia kolonie mszyc w których drapieżcy występowały.

Sposób ochrony	Średnia liczba mszyc/1 larwę Coccinellidae	Średnia liczba mszyc/1 osobnika dorosłego Coccinellidae
S50	65,313 a*	79,363 a
S65	19,646 a	59,948 a
S80	38,806 a	94,470 a
G65	283,250 a	146,750 a
G80	165,785 a	197,929 a
GP65	226,556 a	282,192 a
GP80	174,495 a	204,982 a
K	1557,125 b	2375,091 b
Ch	-	301,667 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.



Rys. 12. Odsetek roślin bobu opianowanych przez drapieżne bzygowate (*Syrphidae*) zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 10. Średnia liczba jaj, larw i poczwerek bzygowatych (*Syrphidae*) w sezonie na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Jaja [szt/roślinę]	Larwy [szt/roślinę]	Poczwarki [szt/roślinę]
S50	0,705 d*	0,058 a	0,011 a
S65	0,754 d	0,026 a	0,014 a
S80	0,533 cd	0,052 a	0,007 a
G65	0,443 bc	0,028 a	0,003 a
G80	0,319 abc	0,009 a	0,005 a
GP65	0,445 bc	0,044 a	0,000 a
GP80	0,426 bc	0,031 a	0,007 a
K	0,276 ab	0,036 a	0,008 a
Ch	0,169 a	0,008 a	0,000 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.11. Zależności między liczbą mszyc (x) i liczbą jaj i larw bzygowatych (*Syrphidae*) (y) na bobie zależnie od sposobu ochrony.

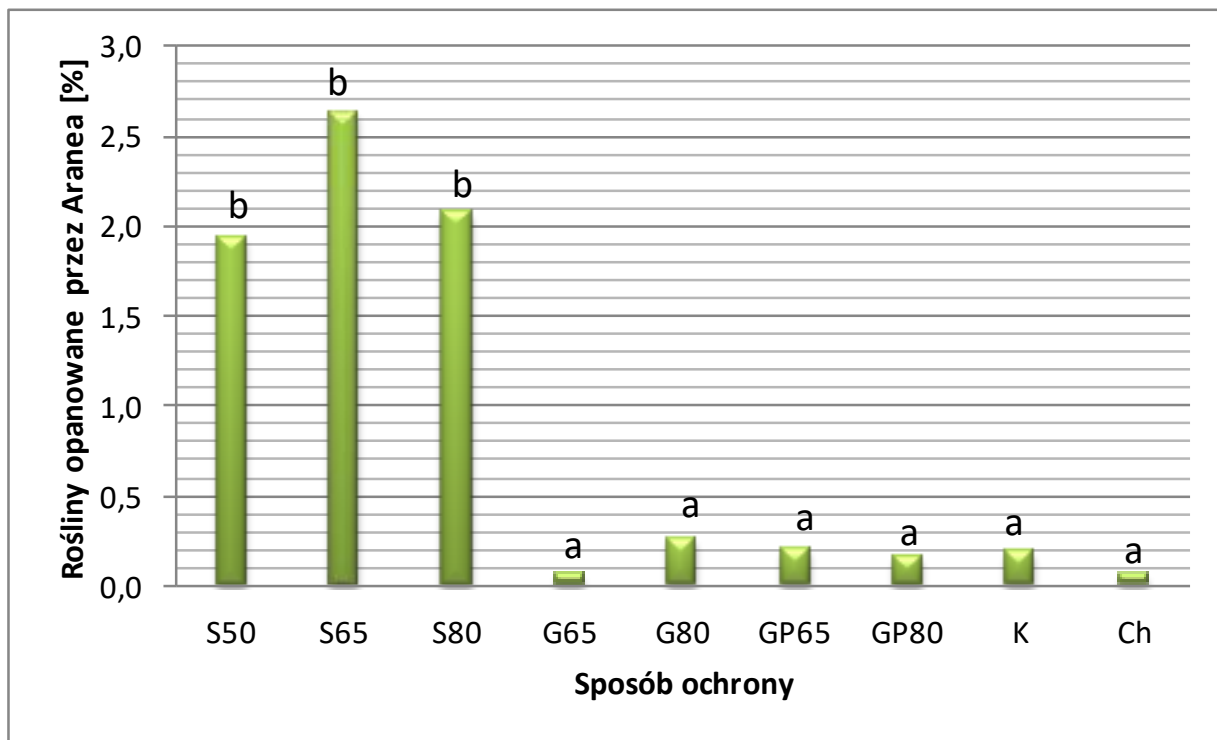
Sposób ochrony	<i>Syrphidae</i> jaja			<i>Syrphidae</i> larwy		
	r	r ²	równanie regresji	r	r ²	równanie regresji
S50	0,267953	0,071799	$y = 0,44203 + 0,00592x$	0,258511	0,066828	$y = ,01520 + ,96E^{-3}x$
S65	0,373499	0,139501	$y = 0,31154 + 0,01861x$	0,008830	-	-
S80	0,239420	0,057322	$y = 0,36413 + 0,00447x$	0,227316	0,051673	$y = ,02062 + ,82E^{-3}x$
G65	0,342719	0,117456	$y = 0,18376 + 0,00364x$	0,252271	0,063640	$y = ,00994 + ,25E^{-3}x$
G80	0,363694	0,132274	$y = 0,17999 + 0,00203x$	0,218669	0,047816	$y = 0,00011 + 0,00013x$
GP65	0,315006	0,099229	$y = 0,25559 + 0,00187x$	0,446317	0,199199	$y = -,0086 + ,52E^{-3}x$
GP80	0,281100	0,079017	$y = ,30050 + ,00206x$	0,157570	0,024828	$y = 0,01906 + 0,00019x$
K	0,058848	-	-	0,228343	0,052140	$y = ,01326 + ,24E^{-4}x$
Ch	0,147721	0,021822	$y = 0,12093 + 0,00046x$	0,110850	0,012288	$y = 0,00326 + 0,000046x$

*czerwona czcionka oznacza, że r istotne przy $\alpha = 0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

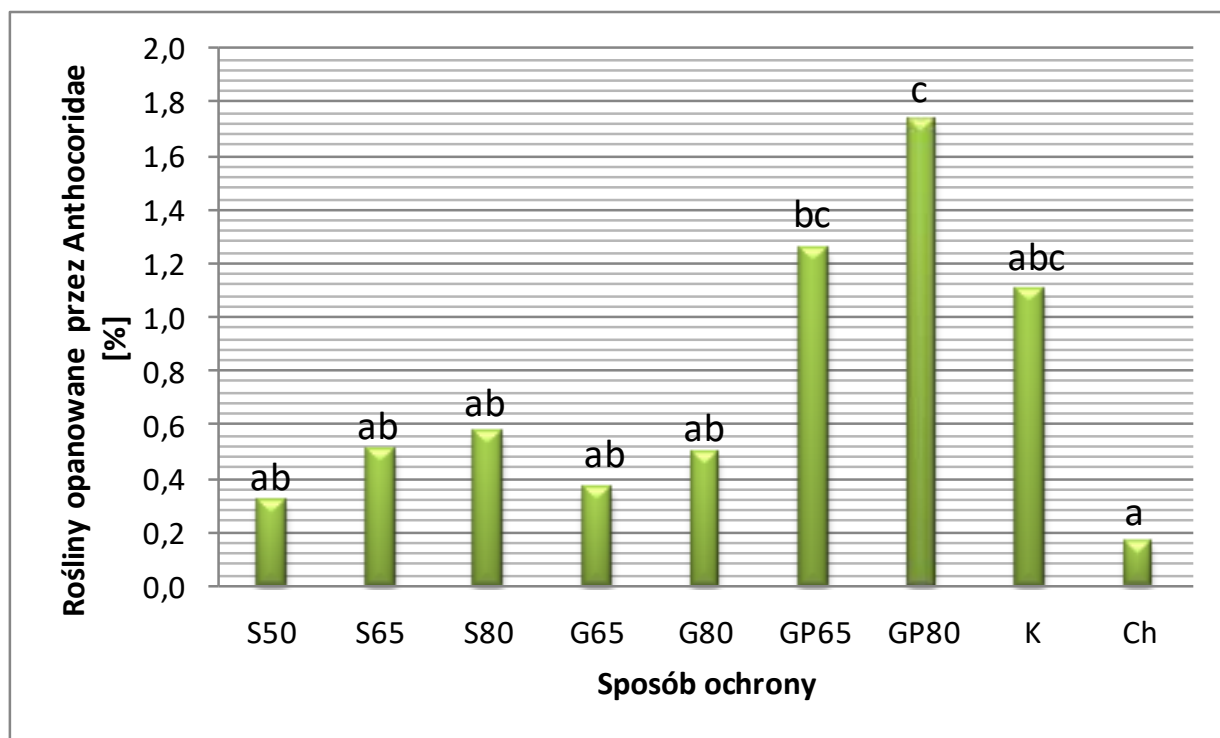
Tab.12. Stosunek liczbowy drapieżcy (larwy bzygowatych) do ofiary (mszyce) na bobie zależnie od sposobu ochrony. Analiza uwzględnia kolonie mszyc w których drapieżcy występowały.

Sposób ochrony	Średnia liczba mszyc/1 larwę <i>Syrphidae</i>
S50	230,600 a*
S65	21,000 a
S80	122,850 a
G65	327,050 a
G80	478,667 a
GP65	629,404 a
GP80	276,583 a
K	3502,615 b
Ch	369,000 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.



Rys. 13. Odsetek roślin bobu opianowanych przez drapieżne pająki (*Aranea*) zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

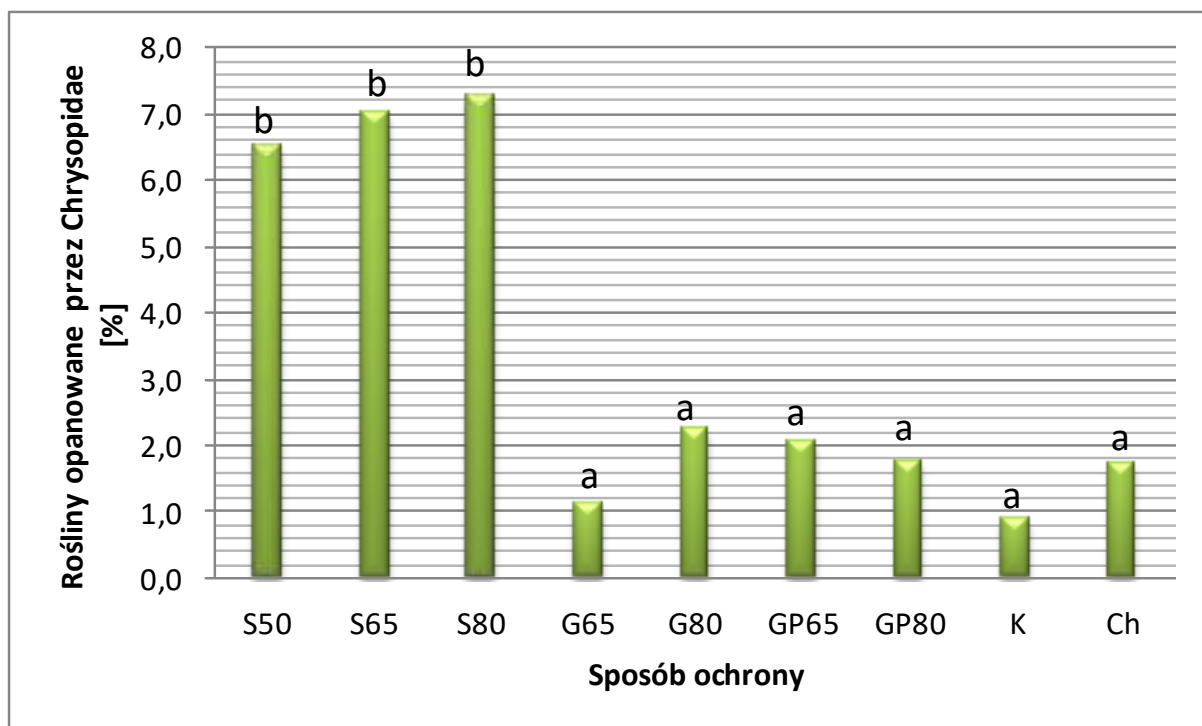


Rys. 14. Odsetek roślin bobu opianowanych przez drapieżne dziubałkowate (*Anthocoridae*) zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 13. Średnia liczebność pajaków (*Aranea*) i dziubałkowatych (*Anthocoridae*) w sezonie na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	<i>Aranea</i> [szt/roślinę]	<i>Anthocoridae</i> [szt/roślinę]
S50	0,0108 ab*	0,0108 a
S65	0,0224 b	0,0081 a
S80	0,0376 c	0,0047 a
G65	0,0025 a	0,0000 a
G80	0,0047 a	0,0047 a
GP65	0,0024 a	0,0049 a
GP80	0,0000 a	0,0087 a
K	0,0000 a	0,0077 a
CH	0,0027 a	0,0000 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

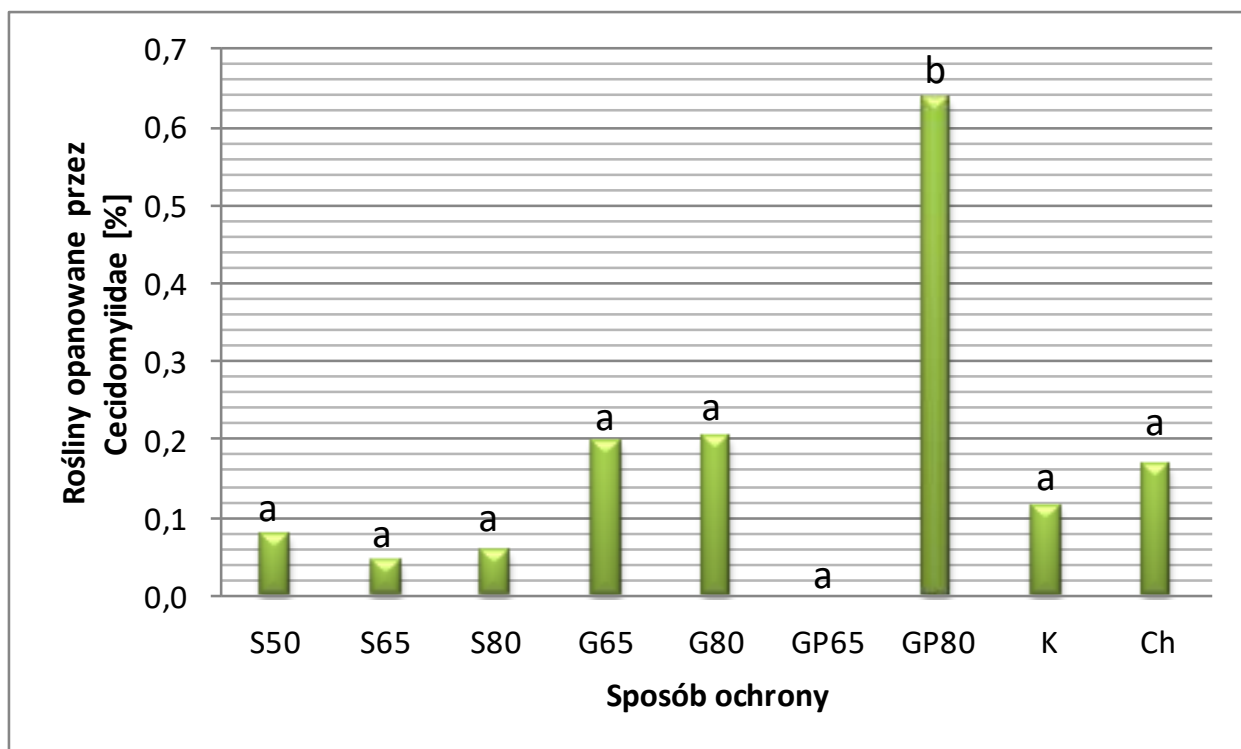


Rys. 15. Odsetek roślin bobu opianowanych przez drapieżne złotookowate (*Chrysopidae*) zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 14. Średnia liczebność jaj i larw złotookowatych (*Chrysopidae*) w sezonie na roślinach bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Jaja [szt/roślinę]	Larwy [szt/roślinę]
S50	0,1140 b*	0,0000 a
S65	0,1487 bc	0,0000 a
S80	0,1901 c	0,0000 a
G65	0,0405 a	0,0025 a
G80	0,0423 a	0,0000 a
GP65	0,0391 a	0,0024 a
GP80	0,0393 a	0,0022 a
K	0,1046 b	0,0000 a
CH	0,0429 a	0,0000 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.



Rys. 16. Odsetek roślin bobu opianowanych przez drapieżne przyszcarkowate (*Cecidomyiidae*) zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Tab. 15. Średnia liczba larw przyszcarkowatych (*Cecidomyiidae*), mrówek (*Formicidae*) oraz mumii mszyc spasożytowanych w sezonie na roślinach bobu, zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Larwy <i>Cecidomyiidae</i> [szt/roślinę]	<i>Formicidae</i> [szt/roślinę]	Mumie mszyc [szt/roślinę]
S50	0,013 a*	0,897 c	0,254 a
S65	0,004 a	0,705 c	0,124 a
S80	0,009 a	0,653 bc	0,085 a
G65	0,041 a	0,471 ab	0,003 a
G80	0,016 a	0,394 a	0,000 a
GP65	0,159 b	0,609 ab	0,027 a
GP80	0,028 a	0,528 ab	0,275 a
K	0,168 b	0,411 ab	0,862 b
CH	0,032 a	0,619 ab	0,292 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

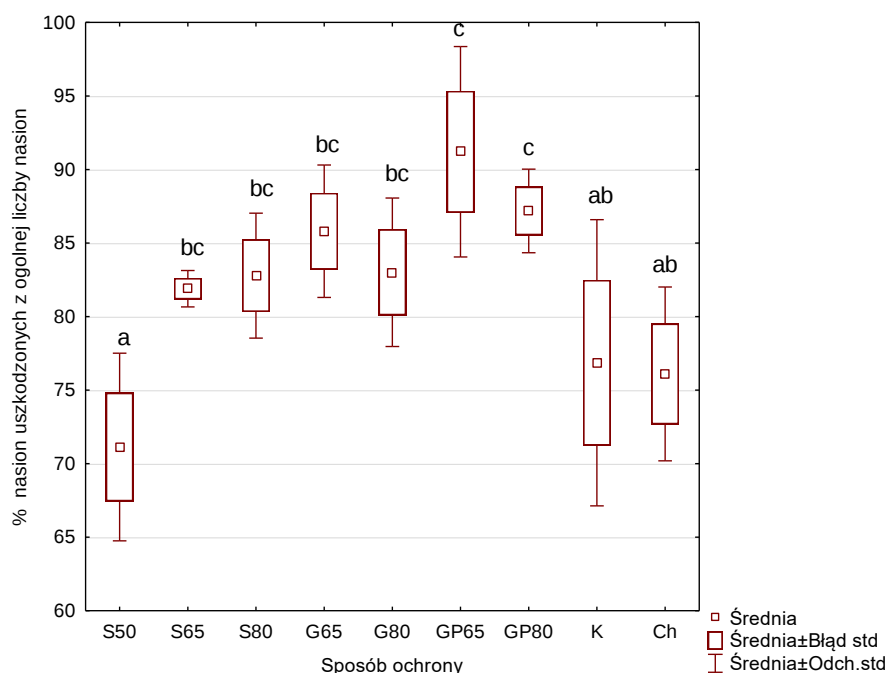
Tab. 16. Porównanie wartości wskaźników Ag dla mrówek (*Formicidae*)(F) oraz dziubałkowatych (*Anthocoridae*) (A) i innych afidofagów występujących na bobie zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony		Mumie mszyc	<i>Syrphidae</i> jaja	<i>Syrphidae</i> larwy	<i>Syrphidae</i> poczwarki	<i>Syrphidae</i> smoliste plamy	<i>Coccinellida</i> e jaja	<i>Coccinellidae</i> larwy	<i>Coccinellida</i> e poczwarki	<i>Coccinellida</i> e dorosłe	<i>Formicidae</i>	<i>Chrysopidae</i> jaja	<i>Chrysopidae</i> larwy	<i>Aranea</i>	<i>Anthocoridae</i>
S50	F	0,0138	0,0473	0,0039	0,0020	0,0197	0,0000	0,0138	0,0079	0,0256		0,0099	0,0000	0,0039	0,0020
	A	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0079	0,0000	0,0059	0,0000	0,0020	0,0020	0,0039	0,0000	0,0000	
S65	F	0,0000	0,0357	0,0079	0,0000	0,0159	0,0020	0,0060	0,0020	0,0238		0,0119	0,0000	0,0040	0,0000
	A	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0040	0,0020	0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
S50	F	0,0000	0,0181	0,0023	0,0000	0,0091	0,0000	0,0113	0,0045	0,0227		0,0068	0,0000	0,0023	0,0000
	A	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0040	0,0020	0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
G65	F	0,0000	0,0631	0,0126	0,0000	0,0227	0,0000	0,0051	0,0025	0,0076		0,0025	0,0000	0,0000	0,0000
	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
G80	F	0,0000	0,0657	0,0023	0,0000	0,0141	0,0023	0,0117	0,0023	0,0141		0,0000	0,0000	0,0000	0,0023
	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0023	0,0000	0,0000	0,0000	
GP65	F	0,0024	0,0538	0,0049	0,0000	0,0293	0,0049	0,0122	0,0122	0,0049		0,0049	0,0000	0,0000	0,0000
	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
GP80	F	0,0044	0,0764	0,0066	0,0000	0,0131	0,0044	0,0109	0,0000	0,0218		0,0022	0,0000	0,0000	0,0022
	A	0,0000	0,0044	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	
K	F	0,0077	0,0587	0,0051	0,0026	0,0204	0,0026	0,0102	0,0051	0,0281		0,0051	0,0000	0,0000	0,0026
	A	0,0000	0,0026	0,0000	0,0000	0,0026	0,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0026	0,0000	0,0000	0,0000	
Ch	F	0,0027	0,0214	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027		0,0027	0,0000	0,0000	0,0000
	A	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

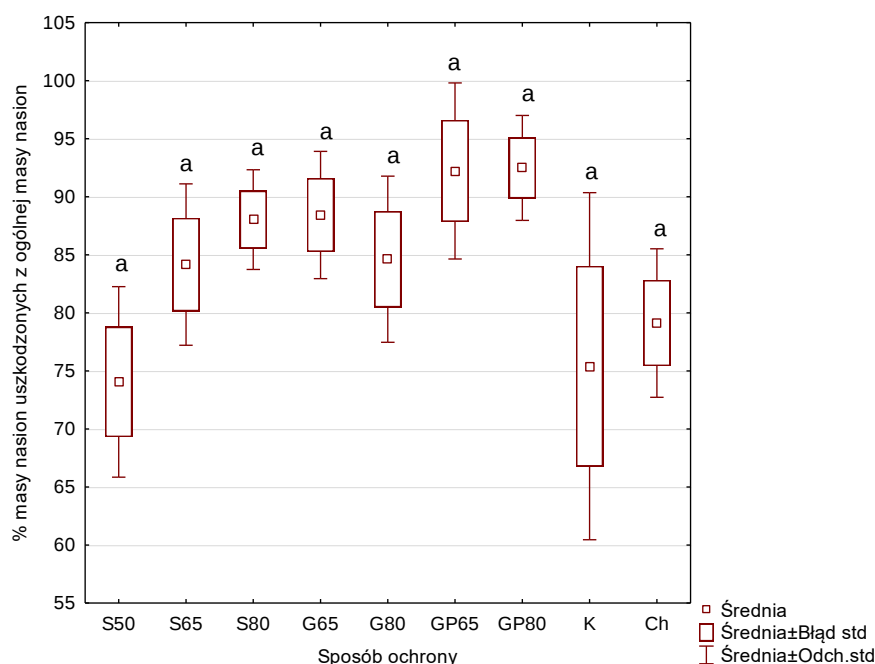
Oznaczenia jak na rys.1.

Szkodliwość chrząszczy strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh.)

Najmniej nasion z uszkodzeniami powodowanymi przez strąkowca zanotowano u bobu pochodzącego z uprawy współrzędnej ze smagliczką nadmorską w najmniejszej rozstawie (rys.17.). Nie była to jednak różnica istotna w odniesieniu do kontroli. Istotnie więcej nasion z uszkodzeniami stwierdzono natomiast w przypadku bobu pochodzącego z uprawy współrzędnej z gorczycą białą, przy zastosowaniu przerywania. Odsetek nasion uszkodzonych przez strąkowca był wysoki i wahał się od 71 do 91%, zależnie od zastosowanej ochrony. Biorąc pod uwagę masę nasion uszkodzonych relacje kształtowały się podobnie jednak nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie między badanymi obiektami (rys.18.).



Rys.17. Nasiona bobu w dojrzałości pełnej uszkodzone przez strąkowca bobowego *Bruchus rufimanus* Boh. [odsetek ogólnej liczby nasion] zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys.18. Nasiona bobu w dojrzałości pełnej uszkodzone przez strąkowca bobowego *Bruchus rufimanus* Boh. [odsetek ogólnej masy nasion] zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Reakcja olfaktometryczna mszycy burakowej, oprzędzików i strąkowca bobowego oraz osobników dorosłych biedronki siedmiokropki i biedronki azjatyckiej wobec roślin towarzyszących: gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej

Odpowiedź szkodników i owadów pożytecznych wobec substancji zapachowych pochodzących od świeżej masy gorczycy białej, wyrażona liczbą wejść w poszczególne pola olfaktometru w przeliczeniu na 1 osobnika wykazała istotny wpływ jedynie w przypadku strąkowca bobowego (tab.17.). Samice tego szkodnika częściej wybierały pole bez dopływu zapachu gorczycy.

Więcej różnic istotnych przy badaniu reakcji olfaktometrycznej stwierdzono natomiast w przypadku smagliczki nadmorskiej (tab.18.). Smagliczka wykazała działanie odstrasżające wobec samic oprzędzika pręgowanego, co może tłumaczyć niski stopień uszkodzenia brodawek korzeniowych przez larwy tego szkodnika. Podobnie zarówno samce, jak i samice strąkowca bobowego reagowały negatywnie na zapach pochodzący od smagliczki i to też częściowo przełożyło się na odsetek liczby nasion uszkodzonych przez strąkowca w obiekcie, gdzie smagliczka występowała w największym zagęszczeniu (tj. przy rozstawie bobu 50 cm). Działanie przywabiające smagliczki nadmorskiej udowodnione zaś zostało w przypadku samic biedronki azjatyckiej. Ponadto zarówno samce tego gatunku, jak również obydwa płcie biedronki siedmiokropki także częściej wybierały pole olfaktometru z dopływem zapachu tej rośliny, jednak różnice te mieściły się w granicach błędu doświadczalnego. Dało to także oddźwięk w postaci liczego występowania biedronek w obiektach ze smagliczką nadmorską pomimo niezbyt obfitej ilości pokarmu – mszyc.

Tab.17. Odpowiedź szkodników i owadów pożytecznych wobec substancji zapachowych pochodzących od świeżej masy gorczycy białej (*Sinapis alba* L.), wyrażona liczbą wejść w poszczególne pola olfaktometru w przeliczeniu na 1 osobnika. K - kontrola bez dopływu zapachu, G - z dopływem zapachu gorczycy.

Wyszczególnienie	K	G	t	p
<i>Sitona lineatus</i> L. samice	0,666667*	0,666667	0,000000	1,000000
	1,000000	0,833333	0,307148	0,765032
<i>Sitona lineatus</i> L. samce	0,400000	0,600000	-0,577350	0,579584
	0,400000	0,600000	-0,577350	0,579584
<i>Bruchus rufimanus</i> Boh. samice	0,750000	0,583333	0,842424	0,408616
	1,250000	0,833333	1,130960	0,270251
<i>Bruchus rufimanus</i> Boh. samice	0,818182	0,272727	2,927700	0,008323
	0,818182	0,272727	2,927700	0,008323
<i>Aphis fabae</i> Scop.	0,750000	0,500000	1,253566	0,223158
	1,166667	1,000000	0,351562	0,728512
<i>Harmonia axyridis</i> Pallas samice	0,666667	0,750000	-0,43179	0,670098
	1,416667	1,416667	0,00000	1,000000
<i>Harmonia axyridis</i> Pallas samce	0,583333	0,833333	-1,34164	0,193398
	1,000000	1,166667	-0,41138	0,684776
<i>Coccinella septempunctata</i> L. samice	0,500000	0,750000	-1,25357	0,223158
	0,750000	1,333333	-1,29179	0,209835
<i>Coccinella septempunctata</i> L. samce	0,909091	0,818182	0,597614	0,556804
	2,545455	2,363636	0,199601	0,843808

*Wartość górna odnosi się tylko do przypadku wejścia w ramię olfaktometru, zaś dolna uwzględnia liczbę wejść w poszczególne ramiona olfaktometru w trakcie 10 minutowego eksperymentu, czerwony kolor czcionki oznacza istotne różnice pomiędzy obiektami.

Tab.18. Odpowiedź szkodników i owadów pożytecznych wobec substancji zapachowych pochodzących od świeżej masy smagliczki nadmorskiej (*Lobularia maritima* L.), wyrażona liczbą wejść w poszczególne pola olfaktometru w przeliczeniu na 1 osobnika. K - kontrola bez dopływu zapachu, S - z dopływem zapachu smagliczki.

Wyszczególnienie	K	S	t	p
<i>Sitona lineatus</i> L. samice	0,875000	0,125000	4,242641	0,000820
	1,000000	0,125000	3,861741	0,001727
<i>Sitona lineatus</i> L. samce	0,666667	0,333333	1,118034	0,289692
	1,000000	0,333333	1,348400	0,207276
<i>Bruchus rufimanus</i> Boh. samice	0,833333	0,416667	2,236068	0,035812
	1,166667	0,500000	2,152110	0,042622
<i>Bruchus rufimanus</i> Boh. samice	0,833333	0,333333	2,759599	0,011436
	0,916667	0,333333	2,836331	0,009608
<i>Aphis fabae</i> Scop.	0,750000	0,750000	0,000000	1,000000
	2,333333	1,250000	1,251452	0,223913
<i>Harmonia axyridis</i> Pallas samice	0,416667	0,833333	-2,23607	0,035812
	0,500000	0,916667	-1,70139	0,102962
<i>Harmonia axyridis</i> Pallas samce	0,500000	0,800000	-1,40556	0,176880
	0,600000	0,900000	-1,05337	0,306107
<i>Coccinella septempunctata</i> L. samice	0,750000	0,750000	0,00000	1,000000
	1,250000	1,500000	-0,38642	0,702897
<i>Coccinella septempunctata</i> L. samce	0,750000	0,916667	-1,07606	0,293562
	1,166667	1,583333	-1,05516	0,302803

*Wartość górna odnosi się tylko do przypadku wejścia w ramię olfaktometru, zaś dolna uwzględnia liczbę wejść w poszczególne ramiona olfaktometru w trakcie 10 minutowego eksperymentu, czerwony kolor czcionki oznacza istotne różnice pomiędzy obiektami.

Parametry morfologiczne bobu

Rośliny bobu uprawianego w sąsiedztwie smagliczki nadmorskiej były bardziej rozgałęzione niż kontrolne, a przy tym nieco niższe (tab.19.). Nie różniły się natomiast masą pędów. Najmniej rozgałęzione były natomiast rośliny objęte ochroną chemiczną, były natomiast najwyższe. Sąsiedztwo gorczycy białej nie wpłynęło istotnie na stopień rozgałęzienia roślin bobu, przyczyniło się jednak do ich skrócenia i zmniejszenia masy pędów. Zabieg przerywania gorczycy białej nie zmniejszył niestety konkurencyjności tej rośliny wobec bobu. Pod względem liczby liści na roślinie i ich masy znów najkorzystniejsza okazała się uprawa bobu współrzędnie ze smagliczką nadmorską (tab.20.). W przypadku gorczycy białej zabieg przerywania w obiekcie z większą rozstawą (80 cm) wpłynął na nieznaczne zwiększenie masy liści z rośliny (różnice nieudowodnione statystycznie). Także masa korzeni z poziomu 0 – 20 cm była największa w przypadku uprawy bobu ze smagliczką nadmorską i to w najmniejszej rozstawie. Także obiekty z pozostałymi rozstawami charakteryzowały się korzystniejszą wartością tego parametru niż obiekt kontrolny. W przypadku obiektów z gorczycą białą większą masą korzeni charakteryzowały się te z zastosowaniem większej rozstawy (80 cm), natomiast zabieg przerywania nie miał istotnego wpływu na ten parametr.

Analiza cech morfologicznych części generatywnych także wskazuje na korzystny wpływ sąsiedztwa smagliczki nadmorskiej (tab.21.). Zwiększenie rozstawy bobu uprawianego w

towarzystwie smagliczki do 80 cm przyczyniło się do zwiększenia masy strąków z nasionami, a co za tym idzie także masy nasion z rośliny. Plon nasion z m² największy był jednak w obiekcie z najmniejszą zastosowaną rozstawą bobu (tj. 50 cm). W przypadku obiektów z gorczycą białą zwiększenie rozstawy do 80 cm w połączeniu z zabiegiem przerywania przyczyniło się do istotnego zwiększenia liczby strąków na roślinie w odniesieniu do kontroli. Masa strąków z nasionami oraz liczba i masa nasion także kształtowały się korzystniej we wszystkich obiektach z użyciem gorczycy białej jako rośliny towarzyszącej niż w kontroli. Plon z jednostki powierzchni, wzięwszy pod uwagę zwiększoną rozstawę bobu, w tym przypadku jednak nie okazał się być wyższy niż w obiekcie nieobjętym ochroną. Co warto podkreślić, zastosowana ochrona chemiczna w ostatecznym rozrachunku okazała się nie mieć istotnego wpływu na plon nasion. Możliwą przyczyną braku istotnego wpływu dość licznej populacji mszyc w obiekcie kontrolnym było z jednej strony dość późne narastanie liczebności populacji (przełom czerwca lipca, kiedy to bób już zawiązał strąki), jak również stosunkowo niski odsetek roślin zasiedlonych przez mszyce (nie różniący się istotnie w porównaniu do obiektu chronionego chemicznie, jak również do obiektów ze smagliczką nadmorską). Brak korzystnego wpływu ochrony chemicznej na plon nasion mógł z kolei być spowodowany licznym pojawieniem się mszycy grochowej po zakończeniu cyklu oprysków. Wysokie plony uzyskane w obiektach ze smagliczką nadmorską mogą być też prawdopodobnie uwarunkowane przywabiającym oddziaływaniem tej rośliny wobec zapylaczy, które odwiedzając kwitnące rośliny smagliczki w dużej liczebności, przy okazji odwiedzały także kwiaty bobu przyczyniając się do wczesnego i efektywnego ich zapylenia. W porównaniu do roślin objętych ochroną chemiczną rośliny bobu uprawiane ze smagliczką nadmorską przy takiej samej rozstawie jak we wspomnianym obiekcie (50 cm) były niższe i bardziej rozgałęzione, a więc kwiaty bobu mogły być też bardziej wyeksponowane.

Tab.19. Cechy morfologiczne roślin bobu zależnie od sposobu ochrony.

Sposób ochrony	Liczba pędów na roślinie [szt]	Długość pojedynczego pędu [cm]	Masa pojedynczego pędu [g]
S50	3,23 c*	109,11 cd	45,89 cd
S65	3,07 bc	103,36 b	43,67 cd
S80	3,07 bc	105,39 bc	49,00 d
G65	2,93 abc	102,88 b	35,56 a
G80	2,83 ab	107,23 bc	41,92 bc
GP65	2,80 ab	102,37 b	36,84 ab
GP80	2,93 abc	94,78 a	33,65 a
K	2,73 ab	113,50 d	44,56 cd
Ch	2,68 a	120,92 e	49,20 d

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.20. Cechy morfologiczne roślin bobu zależnie od sposobu ochrony – ciąg dalszy.

Sposób ochrony	Liczba liści na roślinie [szt]	Masa liści z rośliny [g]	Długość korzenia w cm	Masa korzenia [g]
S50	49,93 b*	116,50 c	17,81 a	39,47 e
S65	46,33 b	112,90 c	17,30 a	29,16 bc
S80	49,73 b	127,10 c	18,64 a	33,11 cd
G65	39,07 a	77,23 a	17,70 a	29,40 bc
G80	40,67 a	84,23 ab	16,53 a	35,35 d
GP65	38,83 a	80,53 a	18,55 a	27,12 ab
GP80	40,77 a	95,27 b	16,99 a	32,20 cd
K	37,13 a	78,20 a	16,03 a	24,58 a
Ch	36,26 a	76,61 a	17,23 a	26,76 ab

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

Tab.21. Cechy morfologiczne bobu oraz plon nasion zależnie od sposobu ochrony – ciąg dalszy.

Sposób ochrony	Liczba strąków na roślinie [szt]	Masa strąków z nasionami z rośliny [g]	Liczba nasion z rośliny [szt]	Masa nasion z rośliny [g]	Plon nasion z m ² [g]
S50	13,23 de*	298,20 c	47,73 d	105,93 cd	1408,913 c
S65	12,67 cd	289,20 c	52,80 d	112,53 de	1153,467 b
S80	13,57 e	345,47 d	51,37 d	122,60 e	1021,258 b
G65	8,93 a	213,83 b	28,30 ab	78,00 b	799,500 a
G80	10,00 ab	234,83 b	34,67 bc	80,07 b	666,955 a
GP65	9,80 ab	228,93 b	34,47 bc	79,97 b	819,658 a
GP80	10,63 b	275,60 c	36,57 c	91,73 bc	764,139 a
K	8,43 a	143,20 a	26,90 a	52,43 a	697,363 a
Ch	11,23 bc	135,32 a	31,10 abc	53,39 a	710,048 a

* średnie oznaczone takimi samymi literami w kolumnach nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$. Oznaczenia jak na rys.1.

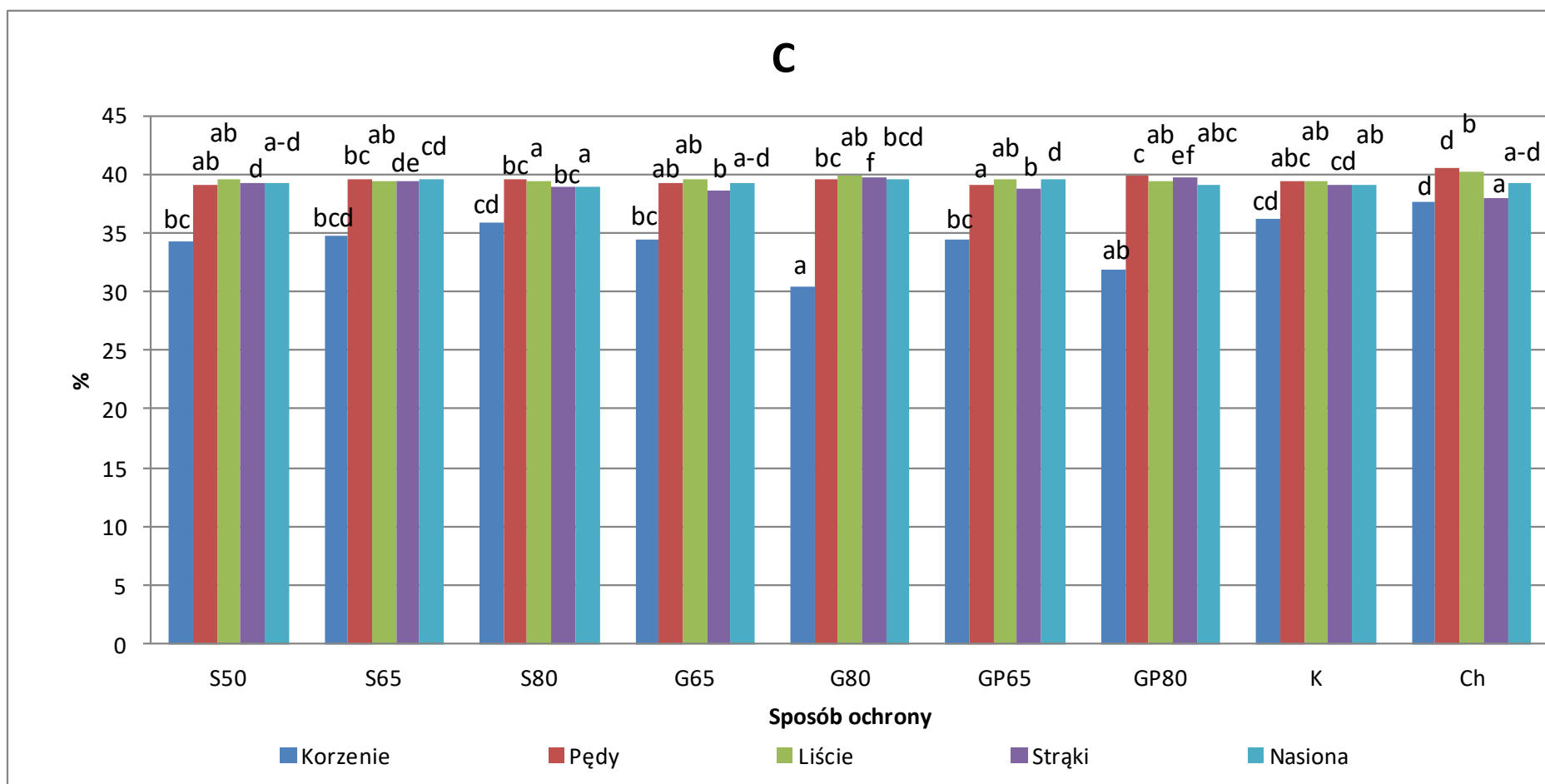
Skład chemiczny roślin bobu

Analiza zawartości węgla w poszczególnych częściach roślin bobu wykazała zbliżoną jego ilość we wszystkich obiektach (rys.19.). Jedynie w korzeniach bobu rosnącego wraz z gorczycą białą w rozstawie 80 cm, zarówno przy zastosowaniu zabiegu przerywania, jak i bez niego odnotowano istotnie mniejszą zawartość tego pierwiastka niż w kontroli. Pod względem zawartości azotu korzenie bobu rosnącego z gorczycą białą poddaną przerywaniu były bogatsze niż korzenie bobu rosnącego w obiekcie chronionym chemicznie (rys.20.). Pędy, liście oraz nasiona roślin bobu uprawianego wraz ze smagliczką nadmorską zawierały więcej azotu niż kontrolne. Wyższa niż w kontroli była również zawartość tego pierwiastka w nasionach bobu uprawianego z gorczycą białą, za wyjątkiem obiektu w największej rozstawie z zastosowaniem zabiegu przerywania. Z kolei strąki roślin chronionych chemicznie były najzasobniejsze w azot spośród wszystkich badanych obiektów. Wartość wskaźnika C:N w przypadku korzeni była najwyższa w obiekcie chronionym chemicznie,

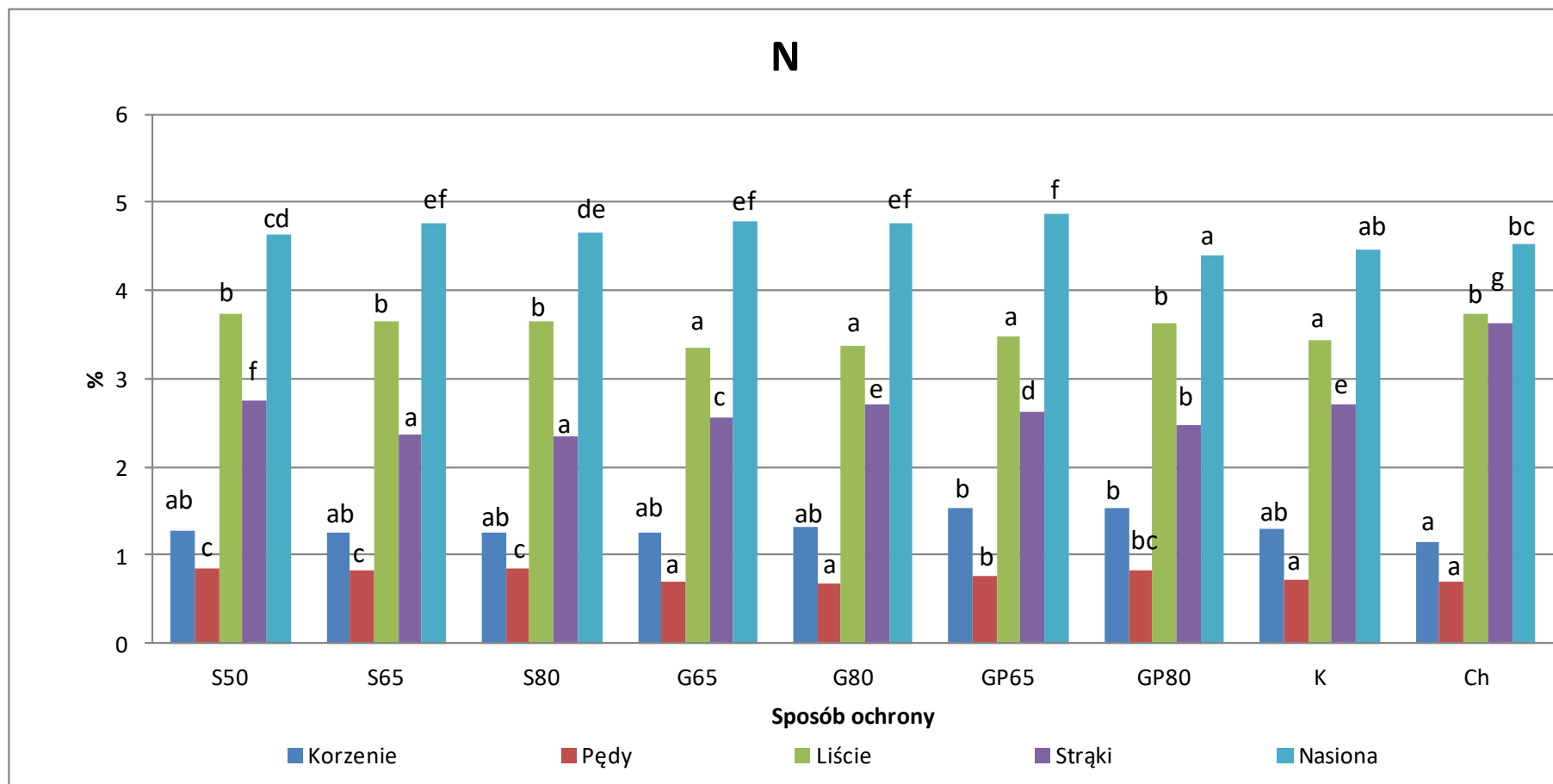
jednak nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w żadnym spośród badanych obiektów w porównaniu do kontroli (rys.21.). Dla pędów natomiast wartość wspomnianego wskaźnika była istotnie niższa w obiektach ze smagliczką oraz z gorczycą białą ale poddaną przerywaniu niż u roślin niechronionych. Dość podobnie kształtowała się tendencja w przypadku liści oraz nasion. W obiektach, gdzie bób uprawiano wraz z rośliną towarzyszącą zawartość siarki w korzeniach i pędach, była niższa niż w kontroli, czy też obiekcie chronionym chemicznie (rys.22.). Zawartość tego pierwiastka w liściach bobu z poszczególnych obiektów nie różniła się istotnie w porównaniu do kontroli. Z kolei strąki i nasiona roślin z upraw współrzędnych były uboższe w siarkę niż niechronione oraz chronione chemicznie. Zawartość wapnia w korzeniach była bardzo zbliżona w poszczególnych obiektach (rys.23.). Pędy bobu z obiektu, gdzie bób rósł ze smagliczką nadmorską w najmniejszej rozstawie, jak również z obiektu, gdzie jako roślinę towarzyszącą wykorzystano gorczycę białą w rozstawie 65 cm i po przeprowadzeniu zabiegu przerywania były bogatsze w wapń niż kontrolne. Także liście bobu uprawianego współrzędnie i z gorczycą i ze smagliczką były bogatsze w Ca niż kontrolne. Przy większej rozstawie (80 cm) zabieg przerywania gorczycy wpłynął na istotny wzrost zawartości Ca w liściach bobu. W przypadku strąków najwięcej wapnia stwierdzono u bobu chronionego chemicznie, we wszystkich pozostałych obiektach było go istotnie mniej. Nasiona bobu z uprawy współrzędnej ze smagliczką nadmorską w rozstawie 65 cm i 80 cm były uboższe w ten pierwiastek niż kontrolne, natomiast pochodzące z pozostałych obiektów nie różniły się istotnie w odniesieniu do obiektu niechronionego. Zmniejszenie zawartości potasu w korzeniach, pędach, liściach, strąkach i nasionach zauważono przede wszystkim w obiektach z gorczycą białą, zabieg przerywania nie wpłynął przy tym istotnie na ten parametr (rys.24.). W obiektach ze smagliczką obniżenie zawartości K odnotowano w przypadku strąków i nasion, natomiast w przypadku liści parametr ten miał nawet wyższe wartości niż w obiekcie kontrolnym. Największą zawartością potasu charakteryzowały się strąki roślin chronionych chemicznie. Pod względem zawartości magnezu liście i strąki bobu uprawianego współrzędnie ze smagliczką i gorczycą były uboższe niż kontrolne (rys.25.). Nieco mniej tego składnika było także w nasionach pochodzących z tych obiektów. Znowu natomiast najbogatsze w magnez były strąki roślin chronionych chemicznie.

Zawartość fosforu w poszczególnych częściach roślin bobu uprawianego współrzędnie z roślinami towarzyszącymi była na ogół niższa niż w obiekcie, gdzie bób rósł samodzielnie i nie był w żaden sposób chroniony, jak również w obiekcie chronionym chemicznie (rys.26.). Ani zróżnicowanie rozstawy bobu, ani też przerywanie gorczycy nie miało większego wpływu na zawartość tego pierwiastka. Zawartość żelaza w korzeniach bobu u roślin uprawianych współrzędnie z wyjątkiem obiektu ze smagliczką w rozstawie 65 cm i 80 cm była istotnie wyższa niż w kontroli i w obiekcie chronionym chemicznie (rys.27.). W pozostałych częściach roślin zawartość wahała się zależnie od obiektu i na ogół była niższa niż w obiekcie kontrolnym za wyjątkiem strąków w obiekcie ze smagliczką w rozstawie 50 cm oraz liści w obiekcie z gorczycą w rozstawie 65 cm i z zastosowaniem zabiegu przerywania. Zawartość miedzi w korzeniach oraz w nasionach bobu nie różniła się istotnie pomiędzy obiektami (rys.28.). Pędy bobu rosnącego w towarzystwie smagliczki i gorczycy (przerywanej) w rozstawie 65 cm zawierały więcej miedzi niż kontrolne i chronione chemicznie. Natomiast w przypadku liści najwięcej tego metalu było u roślin uprawianych wraz ze smagliczką w rozstawie 50 i 65 cm. Z kolei jeśli weźmiemy pod uwagę strąki to najwięcej miedzi stwierdzono w obiekcie poddanym ochronie chemicznej. Istotnie większą niż w kontroli zawartością cynku charakteryzowały się korzenie bobu rosnącego w towarzystwie gorczycy białej, natomiast smagliczka nadmorska nie wpływała istotnie na zawartość tego metalu (rys.29.). W pędach, liściach, strąkach i nasionach roślin bobu z uprawy współrzędnej było na ogół mniej cynku niż w roślinach kontrolnych chociaż nie zawsze różnice były statystycznie udowodnione. Podobnie jak w przypadku wcześniej opisywanych składników strąki roślin chronionych chemicznie zawierały najwięcej cynku. Ponadto zwiększenie rozstawy bobu w przypadku jego uprawy ze smagliczką nadmorską z 50 i 65 cm do 80 cm skutkowało zwiększeniem

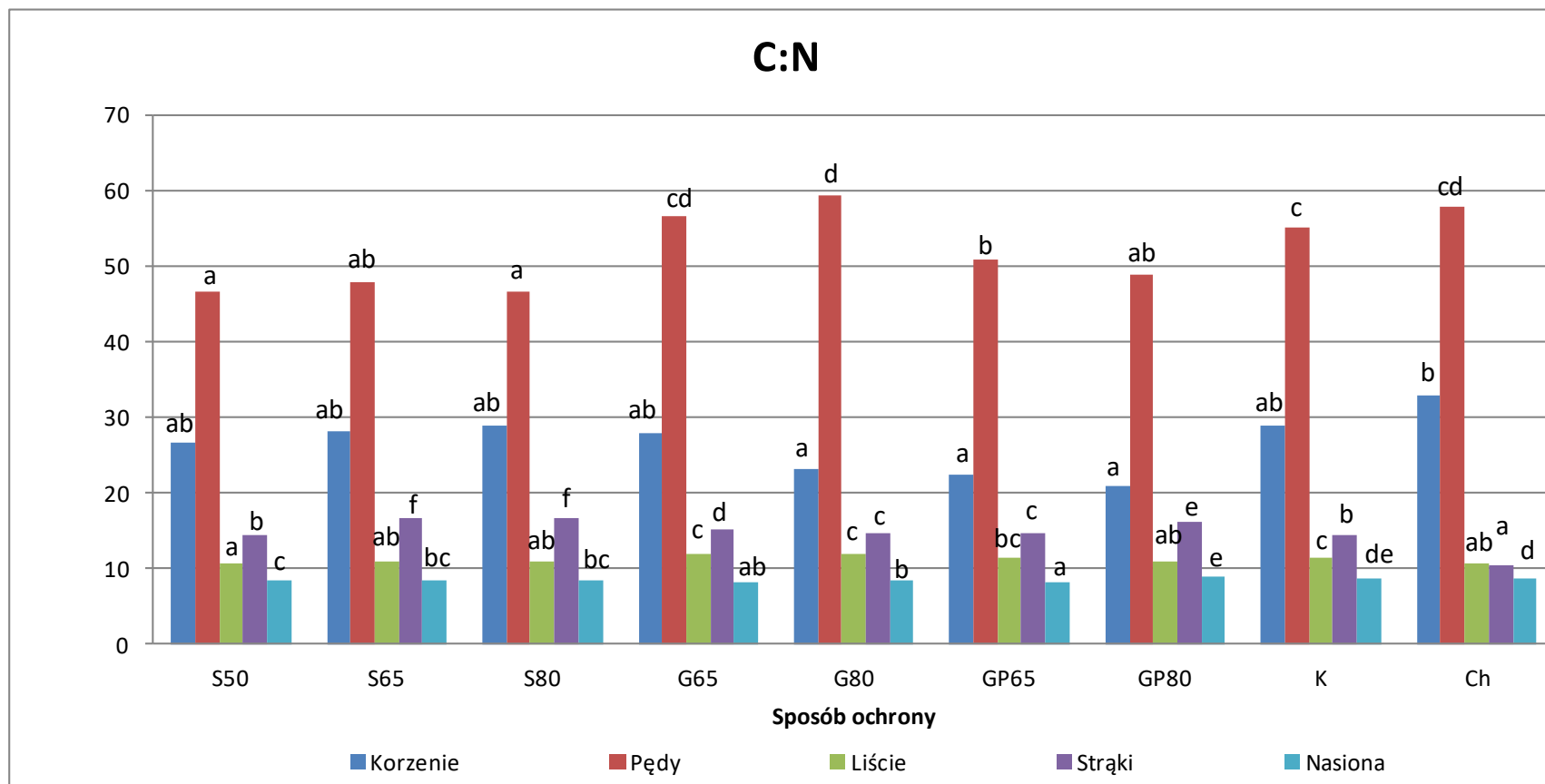
zawartości Zn w liściach bobu i podobnie podziałał zabieg przerywania w przypadku gorczycy w rozstawie 65 cm.



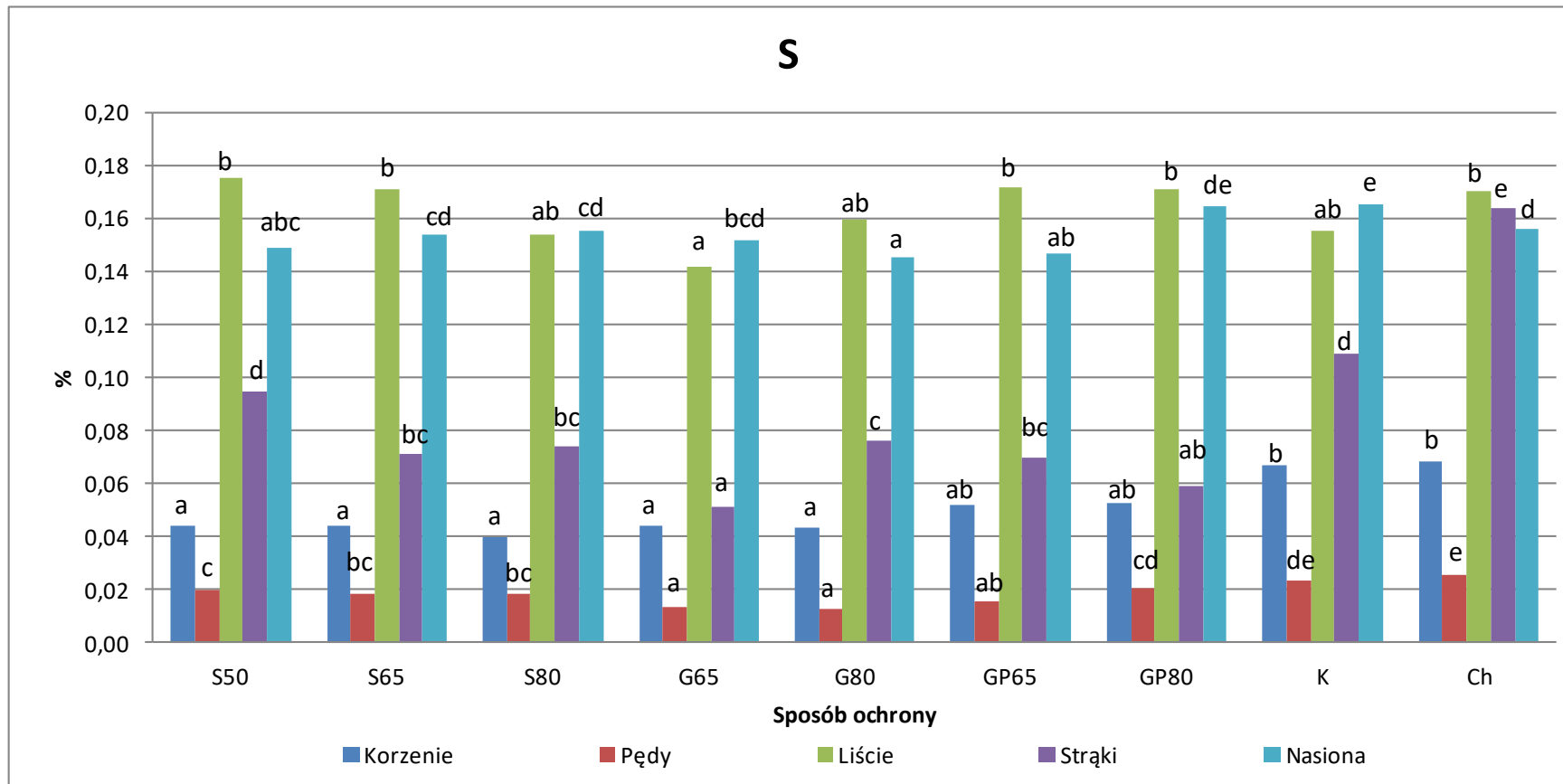
Rys. 19. Zawartość węgla [%] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



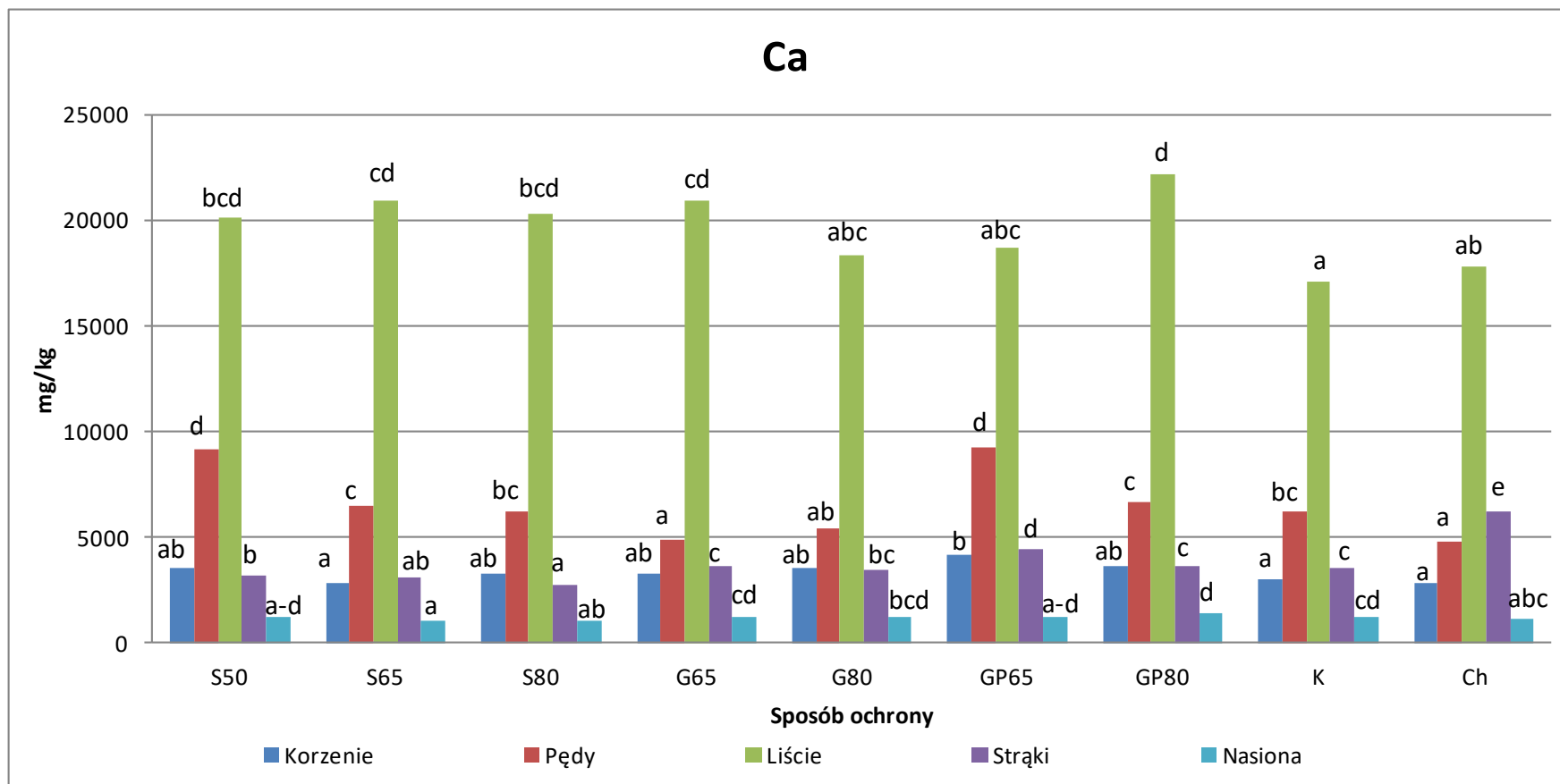
Rys. 20. Zawartość azotu [%] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



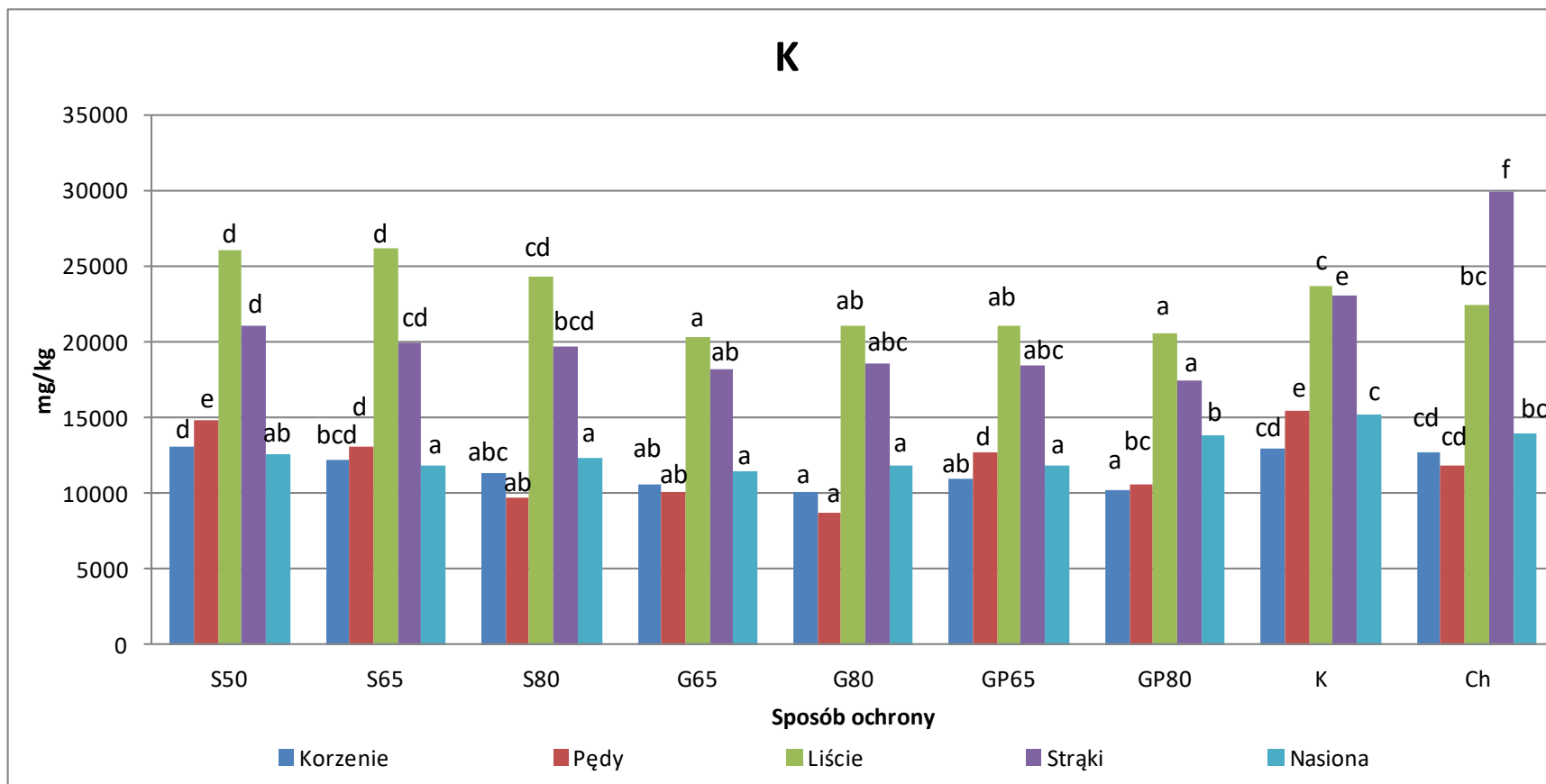
Rys. 21. Stosunek C:N w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



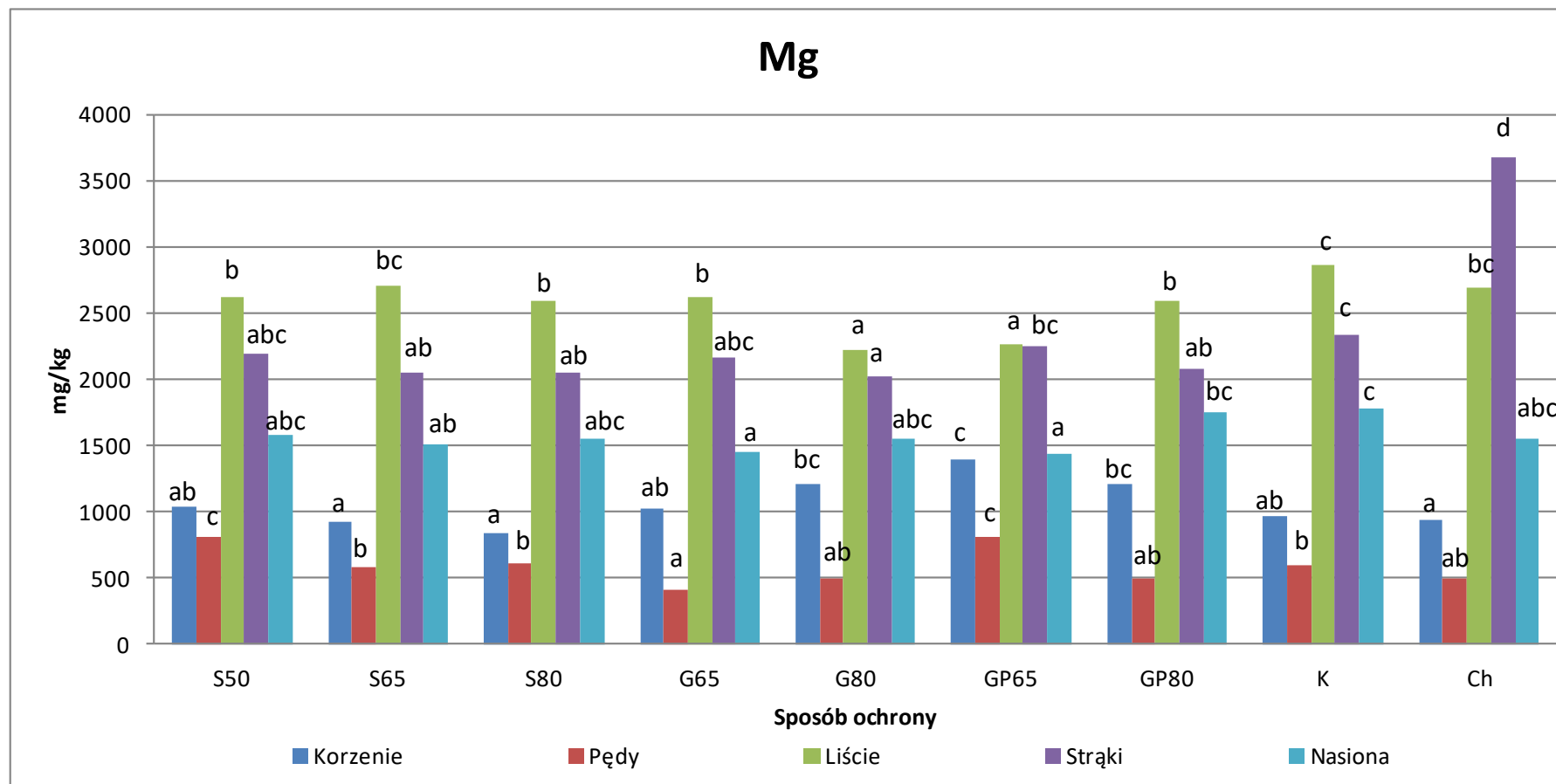
Rys. 22. Zawartość siarki [%] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



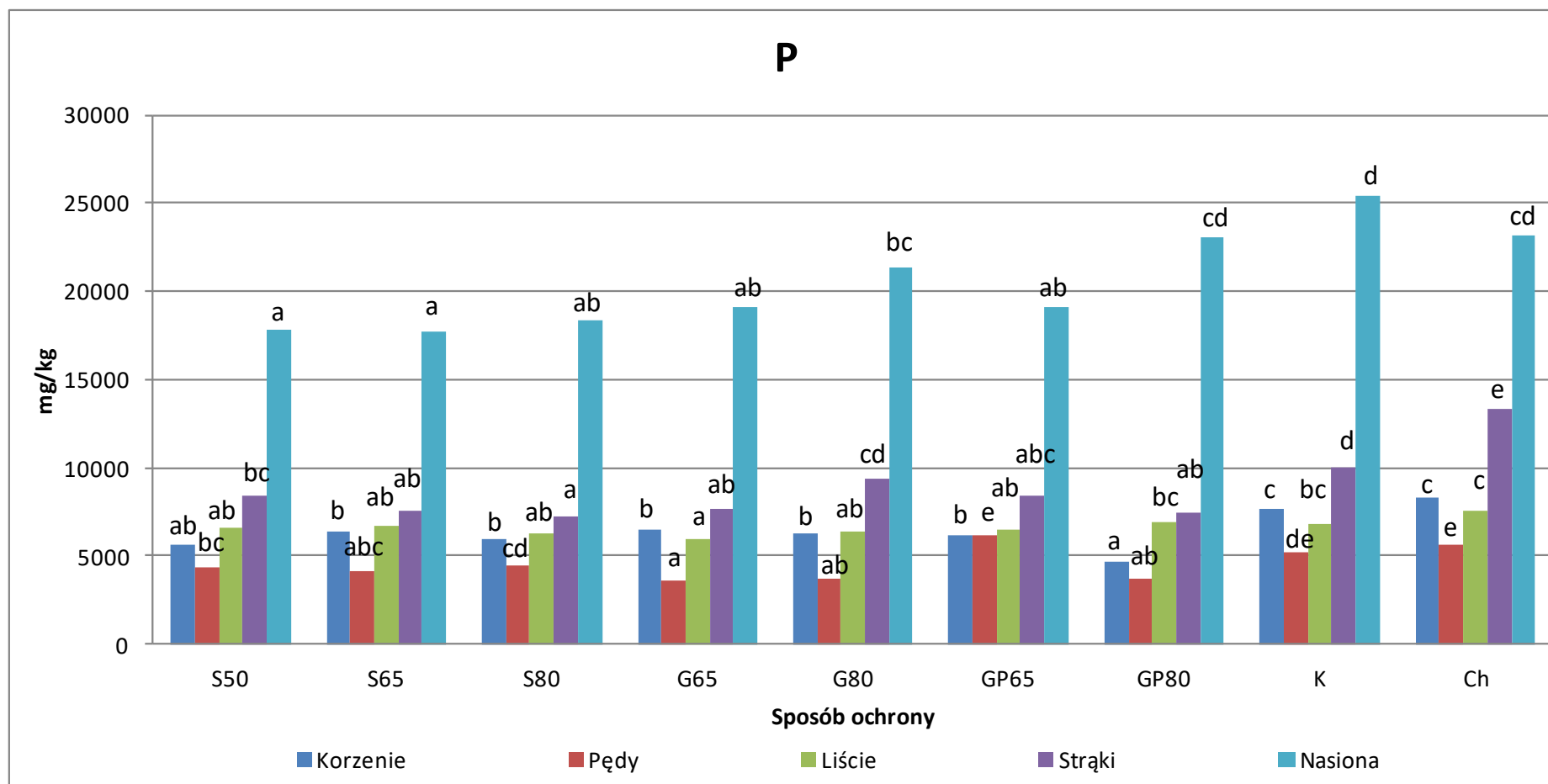
Rys. 23. Zawartość wapnia [mg/kg] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



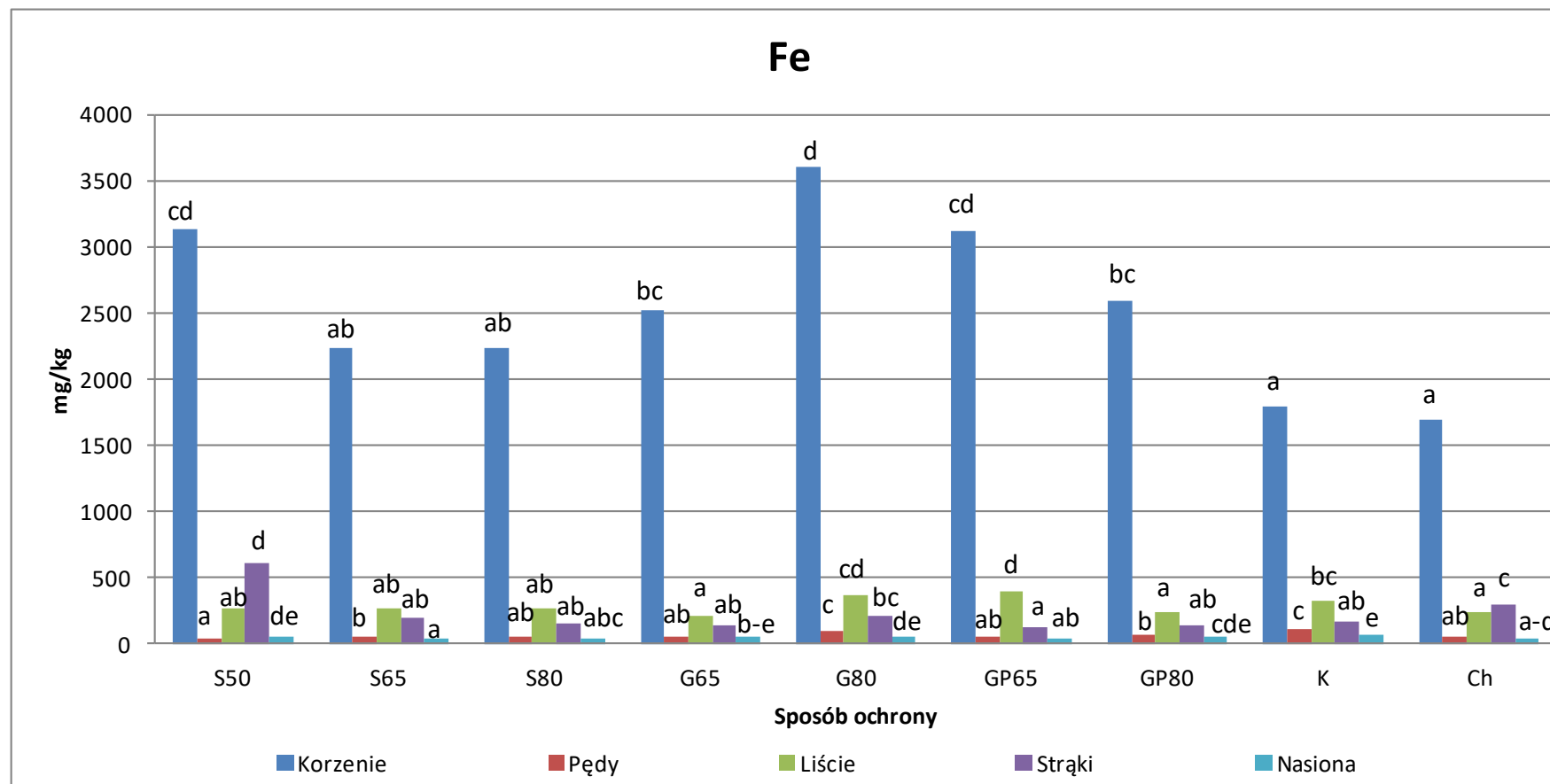
Rys. 24. Zawartość potasu [mg/kg] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



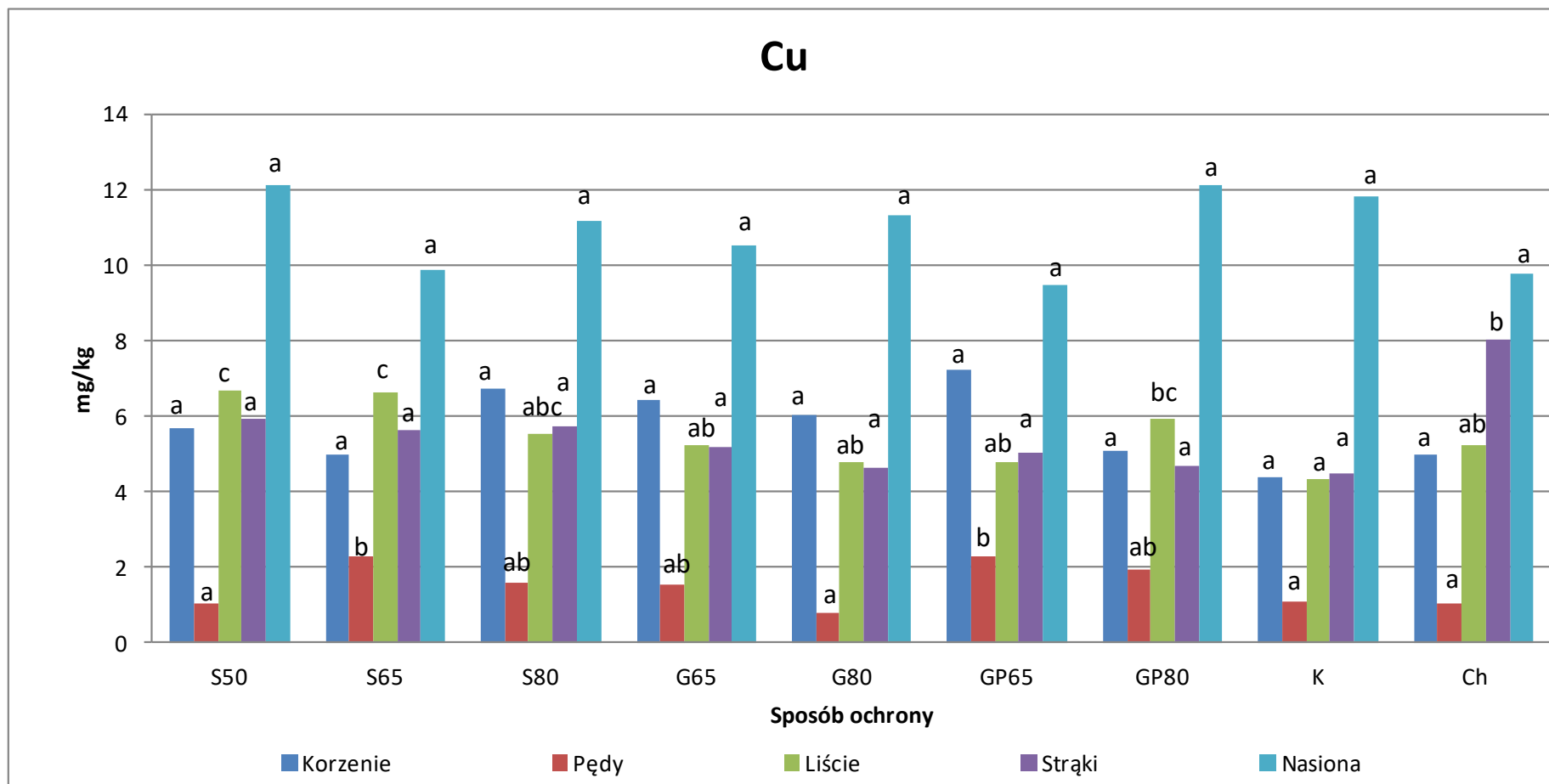
Rys. 25. Zawartość magnezu [mg/kg] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



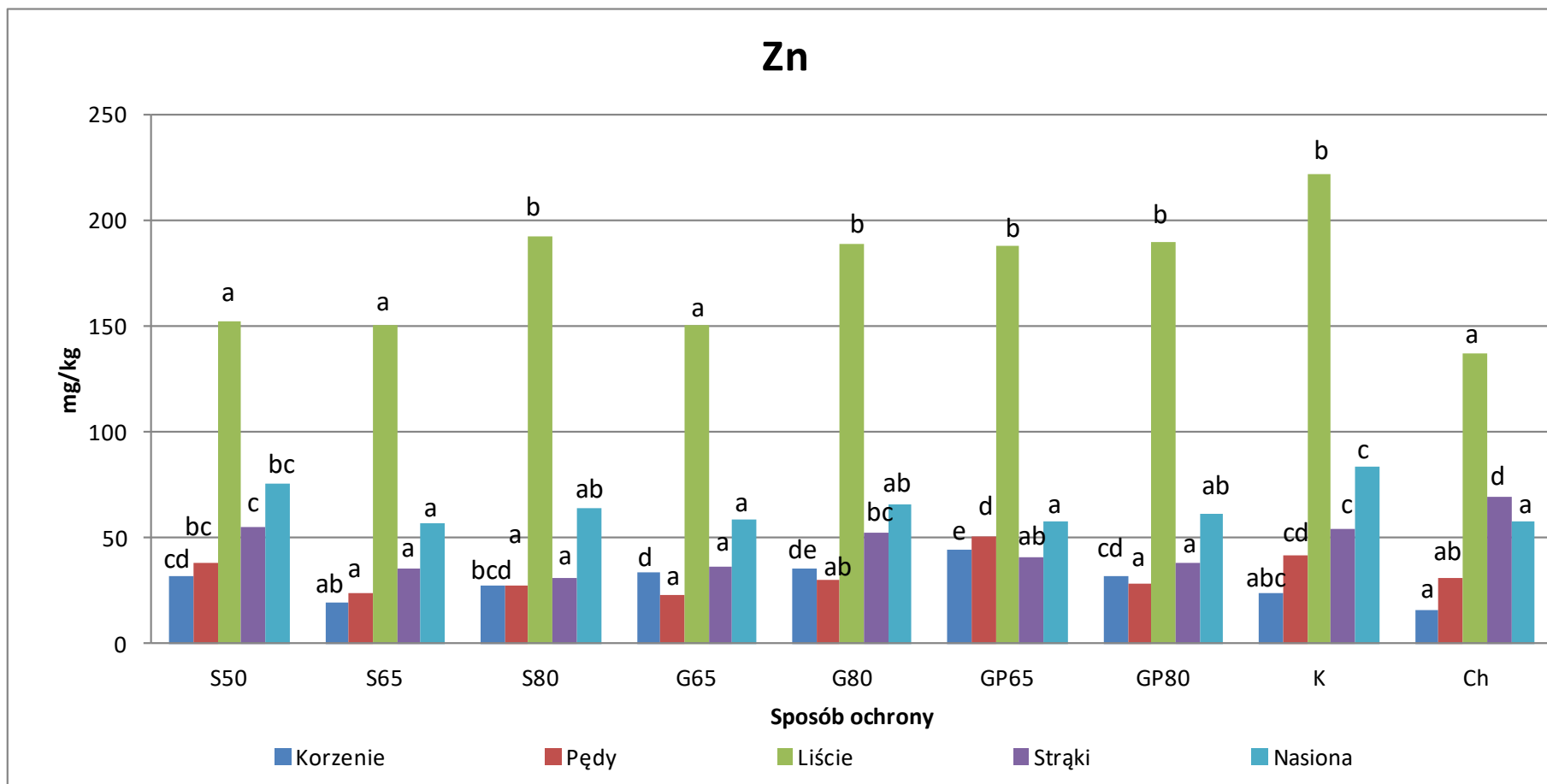
Rys. 26. Zawartość fosforu [mg/kg] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys. 27. Zawartość żelaza [mg/kg] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys. 28. Zawartość miedzi [mg/kg] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

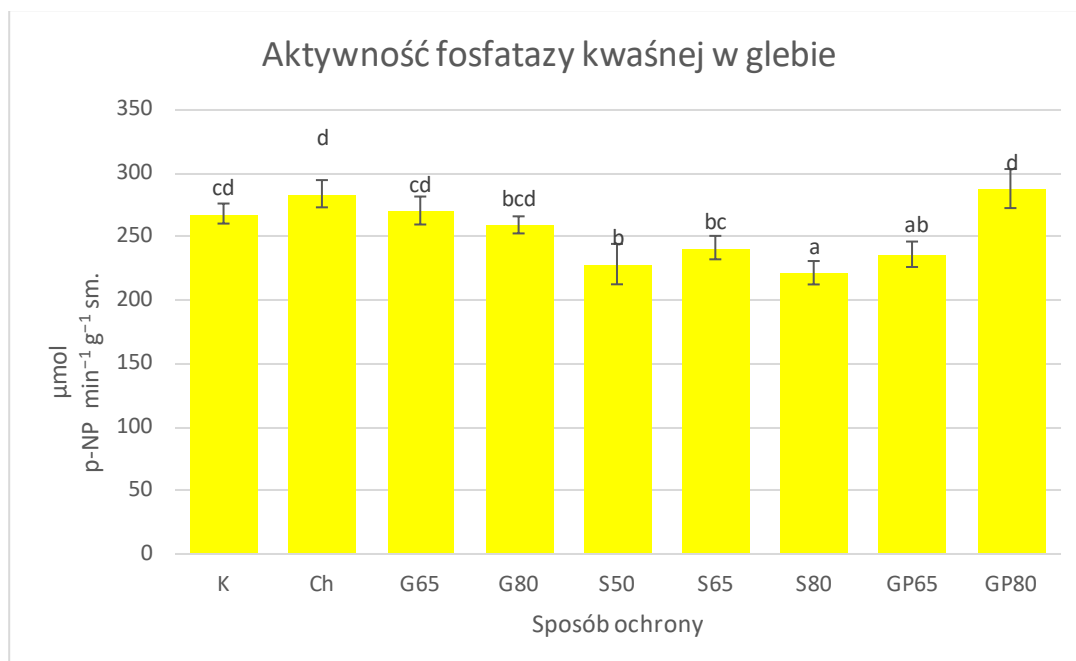


Rys. 29. Zawartość cynku [mg/kg] w częściach nadziemnych i korzeniach bobu zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie dla danej części rośliny oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

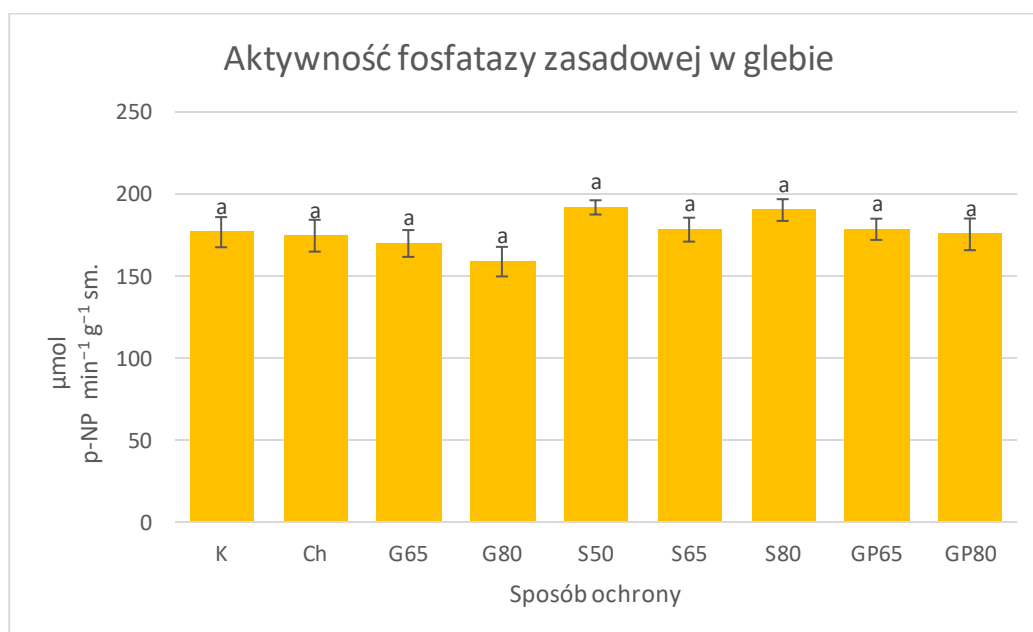
Analiza enzymów glebowych

W glebach agrocenoz nie ma naturalnej homeostazy, ponieważ w warunkach gospodarki rolnej człowiek dąży do pozyskania maksymalnego plonu. Wszelkie zabiegi uprawowe mają wpływ na właściwości gleby [Natywa i in. 2014]. Aktywność biochemiczna drobnoustrojów glebowych często uznawana jest za wczesny sygnał obniżenia lub poprawy jakości i produktywności gleby. Powszechnie znany jest udział drobnoustrojów w kształtowaniu żyzności i zdrowotności gleby, dlatego niezbędne jest poznanie oddziaływania czynników, które wpływają bezpośrednio na ich aktywność w glebie [Pociejska i in. 2013].

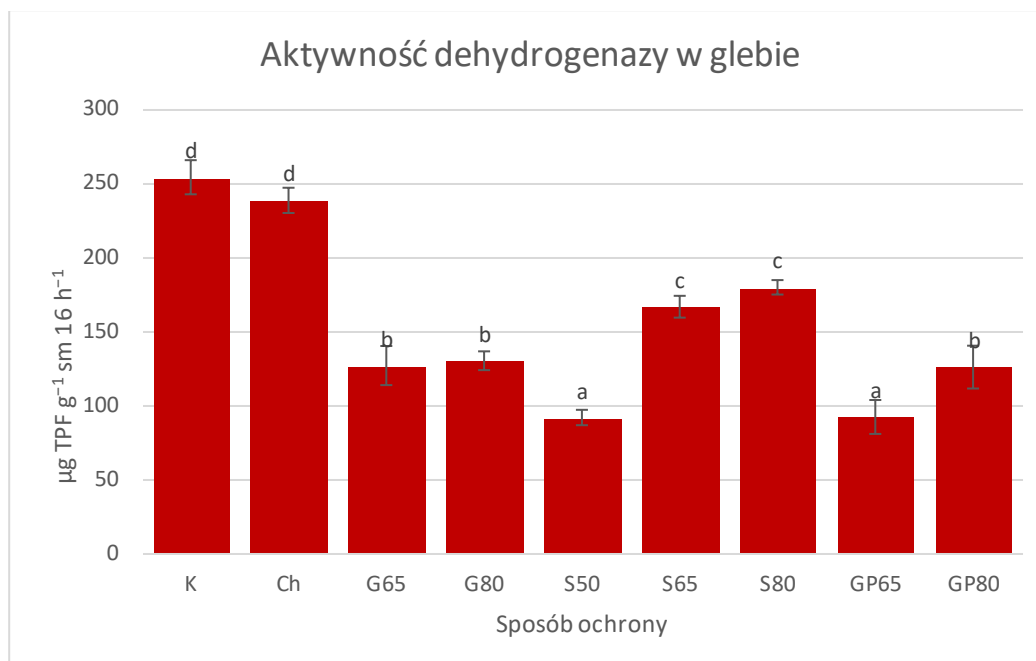
W przeprowadzonych badaniach określano aktywność fosfataz kwaśnej i zasadowej oraz aktywność dehydrogenaz i ureazy. Wykazano nieznaczny wzrost aktywności fosfatazy kwaśnej w obiektach chronionym chemicznie i z gorczycą białą GP80 i ureazy w obiektach ze smagliczką nadmorską S65 i S80 (rys. 30, 33). W przypadku fosfatazy zasadowej nie wykazano zmian aktywności tego enzymu w stosunku do aktywności tego enzymu w glebie obiektu kontrolnego (aktywność fosfatazy zasadowej nie różniła się w statystycznie istotny sposób, wykazano niewielkie różnice współczynnika ACR w stosunku do obiektu kontrolnego) (rys. 31, tab. 22). Zastosowane zabiegi nie obniżyły i nie podwyższyły w zasadniczy sposób aktywności enzymów związanych z obiegiem P i N. Aktywność dehydrogenaz w glebie obiektów z gorczycą i smagliczką była niższa niż w glebie obiektu kontrolnego, czego nie zaobserwowano w glebie obiektu z bobem podlegającego chemicznemu działaniu wybranych insektycydów (rys. 32.). Różnice w aktywności dehydrogenaz – zmniejszenie aktywności w glebie większości badanych obiektów wskazuje na przydatność szczególnie tej grupy enzymów do oceny zmian w środowisku glebowym pod wpływem uprawy roli, na co w swoich badaniach wskazywały Bielińska i Mocek [2012]. Badania wykonywano podczas jednego okresu wegetacyjnego i nie można jednoznacznie stwierdzić czy tendencje zmian aktywności enzymów zostaną utrzymane. Wskazaniem byłoby także rozszerzenie badań dotyczących aktywności mikrobiologicznej gleby. Jak wykazano już wcześniej [Kieliszewska-Rokicka 2001, Gianfreda i in. 2005, Mocek- Płociniak 2010] okresowe zmiany aktywności enzymów są związane ze zmianami wilgotności oraz natlenienia co szczególnie jest widoczne przy aktywności dehydrogenaz i nie zależą od niewielkich różnic w zawartości C i N. Dehydrogenazy są aktywne tylko w żywych komórkach i są wskaźnikami intensywności metabolizmu oddechowego w glebie. Dlatego też wykazano ścisłą ich zależność z liczebnością mikroorganizmów. Pawluczuk i Pech [1988] oraz Pawluczuk [1998] i Mocek-Płociniak [2010] donoszą o odmiennym, w zależności od gatunku rośliny, oddziaływaniu na aktywność enzymów i jest to prawdopodobnie związane ze składem wydzielin korzeniowych roślin, jakością i ilością resztek pożywnych oraz głębokością systemu korzeniowego.



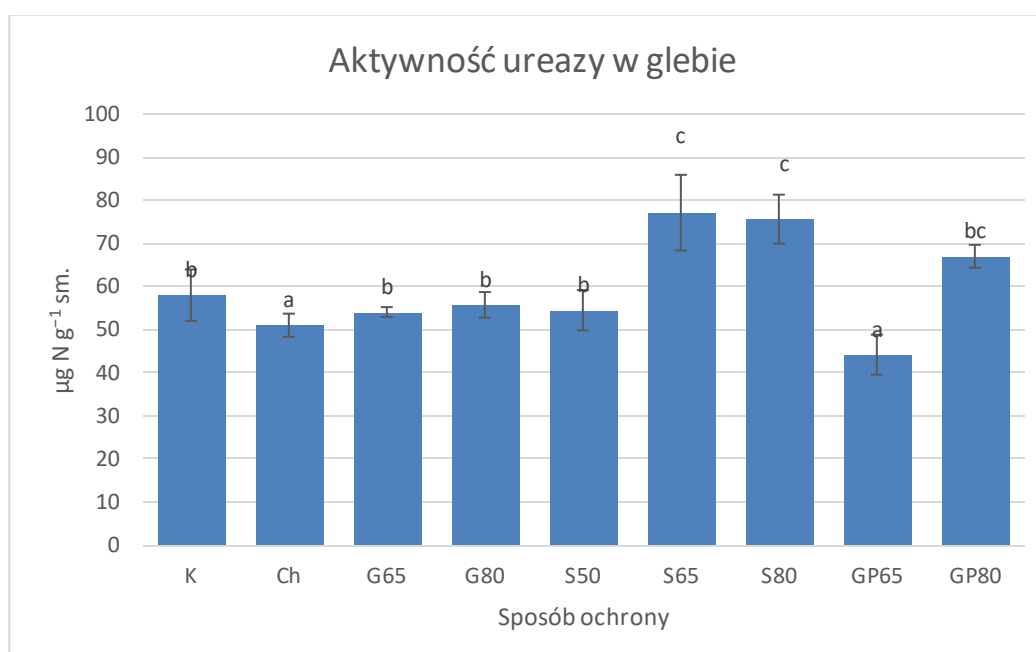
Rys. 30. Aktywność fosfatazy kwaśnej w glebie zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys. 31. Aktywność fosfatazy zasadowej w glebie zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys. 32. Aktywność dehydrogenazy w glebie zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.



Rys.33. Aktywność ureazy w glebie zależnie od sposobu ochrony. Oznaczenia jak na rys.1. Średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie przy $\alpha=0,05$.

Tab.22. Wartość wskaźnika ACR dla badanych obiektów.

enzym/obiekt	Ch	G65	G80	S50	S65	S80	GP65	GP80
Ure	-12,0	-6,7	-3,9	-6,0	33,1	30,5	-23,8	15,6
deh	-6,2	-50,1	-48,8	-63,9	-34,4	-29,3	-63,8	-50,5
fos.zas	-1,2	-3,9	-10,2	8,5	0,9	7,6	1,0	-0,7
fosf. Kw	-12,0	-6,7	-3,9	-6,0	33,1	30,5	-23,8	15,6

Oznaczenia jak na rys.1.

Efektywność ekonomiczna zabiegów ochrony roślin

Wszystkie z zastosowanych metod ochrony za wyjątkiem uprawy współrzędnej z gorczycą w rozstawie 80 cm okazały się opłacalne, o, o czym świadczą wartości wskaźnika W/K_z większe od 1 (tab. 23) Opłacalność sposobów ochrony roślin przedstawiona za pomocą orientacyjnego wskaźnika opłacalności E_1 wynosiła od 24 do 1039 kg i E_2 od 0,30 do 6,92%. Oznacza to, że na pokrycie kosztów faktycznych ochrony roślin należało przeznaczyć od 24 do 1039 kg nasion, co stanowiło od 0,30 do 6,92% zbioru. Zdecydowanie najniższe wartości tych wskaźników uzyskano dla ochrony z użyciem gorczycy białej jako rośliny towarzyszącej, o czym zdecydowała niska kosztowność takiego zabiegu. Jednak plon z obiektu G80 był niższy niż w przypadku obiektu niechronionego, a więc taki wariant ochrony okazał się zupełnie nieopłacalny. Wariant z gorczycą białą wysianą w rozstawie 65 cm wiązał się z najwyższą wartością wskaźnika W/K_z , - tutaj zadecydowała o tym z jednej strony niska kosztowność takiego wariantu ochrony, a z drugiej strony stosunkowo znaczna zwyżka plonu. Jednak wartość wskaźnika $W-K$ jednoznacznie wskazuje, że pomimo wysokich kosztów związanych z wstępną produkcją rozsady i późniejszym wysadzeniem, najbardziej opłacalna okazała się ochrona z wykorzystaniem smagliczki nadmorskiej jako rośliny towarzyszącej.

Tab. 23. Opłacalność ochrony bobu z użyciem różnych metod.

Sposób ochrony	W/K_z^*	$W-K$	$E_1=K_z/C$	$E_2=(E_1 \times 100)/P$
S50	6,8	48613	1039	7,37
S65	5,7	30099	799	6,92
S80	5,0	20717	649	6,36
G65	43,0	7980	24	0,30
G80	-12,8	-2622	24	0,36
GP65	5,3	7926	232	2,83
GP80	3,7	3912	179	2,34
Ch	2,8	648	46	0,65

*W – wartość uratowanego plonu

K_z – koszty faktyczne ochrony [PLN/ha]

C – cena produktu chronionego [PLN/kg]

P – plon uprawy [kg/ha]

Obliczenia wykonano przyjmując: średnią cenę za kg nasion bobu 8zł, koszt pracy przy produkcji rozsady smagliczki nadmorskiej i wysiewie gorczycy białej 12 zł/h, koszt pracy sadzarki do rozsady 100 zł/h, uwzględniono także koszty zakupu nasion, wielodoniczek i substratu do produkcji rozsady.

Podsumowanie i wnioski

1. Smagliczka nadmorska (*Lobularia maritima* L.) jako roślina towarzysząca w uprawie bobu:
 - a. przyczyniła się do istotnego ograniczenia liczebności mszycy burakowej (*Aphis fabae* Scop.) na bobie. Uzyskany efekt był podobny jak w przypadku zastosowania chemicznej ochrony bobu.
 - b. przyczyniła się do wzrostu stopnia uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików, ale wpłynęła na ograniczenie odsetka brodawek korzeniowych uszkodzonych przez larwy tych szkodników.
 - c. nie wpłynęła na stopień uszkodzenia nasion przez strąkowca bobowego.

- d. sprzyjała licznemu występowaniu naturalnych wrogów mszycy burakowej (głównie bzygowatych i biedronkowatych) na bobie pomimo niezbyt licznego występowania ofiar - mszyc. Dzięki temu występowanie mszyc było w znacznym stopniu ograniczone.
 - e. korzystnie wpłynęła na parametry morfologiczne bobu, co przełożyło się na efekt końcowy – plon nasion.
 - f. nie spowodowała większych zmian w składzie chemicznym roślin bobu. Obserwowano nieznaczny wzrost zawartości N, Ca, K w liściach oraz N w nasionach, natomiast zmniejszenie zawartości P w nasionach oraz Zn w liściach.
2. Gorczyca biała (*Sinapis alba* L.) jako roślina towarzysząca w uprawie bobu:
 - a. przyczyniła się do istotnego ograniczenia liczebności mszycy burakowej (*Aphis fabae* Scop.) na bobie, ale w mniejszym stopniu niż smagliczka nadmorska.
 - b. nie wpłynęła na stopień uszkodzenia liści bobu przez chrząszcze oprzędzików, odsetek brodawek korzeniowych uszkodzonych przez larwy tych szkodników oraz masę nasion uszkodzonych przez strąkowca bobowego.
 - c. sprzyjała licznemu występowaniu naturalnych wrogów mszycy burakowej (głównie bzygowatych i biedronkowatych) na bobie pomimo niezbyt licznego występowania ofiar – mszyc, jednak stosunek liczbowy drapieżcy do ofiary nie był tak korzystny jak w przypadku smagliczki nadmorskiej.
 - d. nie wpłynęła na większość parametrów morfologicznych bobu, dzięki zachowaniu większej rozstawy, jednak uzyskany plon nasion nie różnił się istotnie od tego, który uzyskano w obiekcie niechronionym.
 - e. nie spowodowała większych zmian w składzie chemicznym roślin bobu. Odnotowano nieznaczne obniżenie zawartości K i Zn w liściach oraz P i Zn w nasionach.
 3. Badania nad reakcją olfaktometryczną (odpowiedzią na bodźce zapachowe) badanych szkodników oraz wybranych ich wrogów naturalnych wykazały, że gorczyca biała działa odstraszańco jedynie wobec samic strąkowca bobowego. Smagliczka nadmorska odstrasza samice oprzędzika pręgowanego, samice i samce strąkowca bobowego, natomiast przywabia samice biedronki azjatyckiej. Powyższe wyniki zgadzają się z tendencjami zaobserwowanymi w warunkach polowych.
 4. Ze względu na brak konkurencyjności wzrostu smagliczki nadmorskiej wobec bobu, jak również braku wyraźnego wpływu większego zagęszczenia roślin bobu na ekspozycję kwiatów smagliczki dla owadów pożytecznych nie jest konieczne zwiększenie standardowej rozstawy bobu. Najwyższy plon nasion z jednostki powierzchni uzyskano przy rozstawie 50 cm. Może to jednak stanowić pewne utrudnienie przy mechanicznym niszczeniu chwastów.
 5. Zabieg przerywania gorczycy białej dla wyeliminowania konkurencji wobec rośliny głównej nie przyniósł oczekiwanych rezultatów – plon nasion z poletek, gdzie zastosowano ten zabieg i tam, gdzie go nie przeprowadzono był podobny i nie różnił się istotnie z obiektem niechronionym chemicznie.
 6. Analiza efektywności ekonomicznej zastosowanych sposobów ochrony wykazała opłacalność wszystkich metod za wyjątkiem uprawy bobu wspólnie z gorczycą białą w największej rozstawie (80 cm). Najkorzystniejsze rezultaty uzyskano jednak dla obiektu, gdzie jako sposób ochrony wykorzystano towarzystwo smagliczki nadmorskiej, przy zachowaniu standardowej rozstawy bobu, pomimo wysokiej kosztocłonności związanej z koniecznością produkcji wstępnej rozsady smagliczki oraz jej późniejszego wysadzenia.
 7. Biorąc pod uwagę uzyskane rezultaty można wskazać na duże potencjalne możliwości ochronne smagliczki nadmorskiej w ograniczaniu liczebności przede wszystkim tak groźnego szkodnika wielu roślin uprawnych jakim jest mszyca burakowa.
 8. Wykorzystanie roślin towarzyszących w uprawach bobu nie powodowało większych zmian aktywności enzymatycznej gleby, obserwowano jedynie różnice w aktywności bardziej

wrażliwych dehydrogenaz, co mogło być związane ze zmianami wilgotności oraz natlenienia gleby, składem wydzielin korzeniowych, czy głębokością systemu korzeniowego uprawianych roślin.

Przedstawione powyżej wnioski są podsumowaniem badań 1 – rocznych, które zaplanowano jako eksperyment 3-letni. W sezonie 2016 mszyca burakowa (szkodnik, który najbardziej modyfikuje plon nasion bobu, ale też wielu innych roślin uprawnych) pojawiła się ze znacznym opóźnieniem i w tej sytuacji obecność roślin przywabiających wrogów naturalnych tego szkodnika (tj. gorczycy białej i smagliczki nadmorskiej) spełniła swoją rolę znakomicie. W rezultacie liczebność drapieżców była wysoka już w początkowym okresie narastania populacji mszycy, co pozwoliło utrzymać ją na niskim poziomie. W przypadku wcześniejszego pojawienia się mszyc rezultaty ochronne mogą nie być aż tak dobre. Konieczne jest więc przetestowanie wykorzystania tych roślin w kolejnych latach, przy zróżnicowanych warunkach pogodowych. W przyszłości chcielibyśmy także przetestować skuteczność uprawy smagliczki w międzyrzędziach bobu, poprzez jej bezpośrednie wysiewanie wprost do gruntu, równocześnie z siewem bobu, co stanowiłoby znaczne uproszczenie (eliminacja pracochłonnego etapu przygotowania rozsady).

Warte podkreślenia jest również to, że w latach niewielkiej liczebności mszyc lub ich późniejszego pojawu wykorzystanie metod ochrony z udziałem roślin towarzyszących daje lepsze rezultaty niż konwencjonalna ochrona chemiczna, co wykazano w niniejszym eksperymencie.

Załącznikiem do niniejszego sprawozdania są materiały informacyjne do praktycznego wykorzystania, przeznaczone dla rolników w postaci informatora.

Literatura

1. Bańkowska R. 1963. Klucze do oznaczania owadów Polski, Część XXVII. Muchówki – Diptera. Zesz. 24 *Syrphidae*. PWN Warszawa, ss. 236.
2. Bielińska E.J., Mocek-Płociniak A. 2012. Wpływ systemu uprawy na aktywność enzymatyczną gleby. *Arch. Environ. Protect.* 38(1): 75–82.
3. Gianfreda L., Antonietta Rao M., Piotrowska A., Palumbo G., Colombo C. 2005. Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: intensive agricultural practices and organic pollution. *Sci Total Environ.* 2005 Apr 1;341(1-3):265-79.
4. Górny M., Grüm L., 1981. Metody stosowane w zoologii gleby. PWN, Warszawa ss. 483.
5. Kieliszewska-Rokicka B. 2001. Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności mikrobiologicznej gleby. W: *Drobnoustroje środowiska glebowego, aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne*. Red. H. Dahm, A. Pokojska-Burdziej. Marszałek, Toruń: 37-47.
6. Mocek- Płociniak A. 2010. Wykorzystanie aktywności enzymatycznej do oceny wpływu antropogenicznych zmian wywołanych przez metale ciężkie w środowisku glebowym. *Nauka. Przyroda, Technologie* 4 (6), #86.
7. Natywa M., Selwet M., Maciejewski T. 2014. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Fragm. Agron.* 31(2), 56–63.
8. Pawluczuk Z. 1998. Wpływ uwilgotnienia i temperatury na enzymatyczną aktywność gleb. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 145, Rol. 25: 19–30.
9. Pawluczuk Z., Pech K. 1988. Aktywność enzymatyczna gleby pod roślinami uprawianymi w monokulturze. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 145, Rol. 24: 39–49.
10. Pocijowska M., Natywa M., Majchrzak L., Cłapa T., Selwet M. 2013. Wpływ sposobu przygotowania stanowiska pod pszenicę jară na liczebność mikroorganizmów i aktywność biochemiczną gleby. *Polish Journal of Agronomy*, 15, 21–26.
11. Ranjith, A.M., 2007. An inexpensive olfactometer and wind tunnel for *Trichogramma chilonis* Ishii (Trichogrammatidae:Hymenoptera). *J. Trop. Agri.*, 45 (1-2): 63-65.

12. Seidenglanz M., Huňady I., Poslušná J., Loes A.K., 2011. Influence of intercropping with spring cereals on the occurrence of pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris, 1776) and their natural enemies in field pea (*Pisum sativum* L.). Plant Protect. Sci, 47, 25–36.
13. Schaller, M., Nentwig, W., 2000. Olfactory orientation of the seven-spot ladybird beetle, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): Attraction of adults to plants and conspecific females. Eur. J. Entomol. 97, 155-159.
14. Schinner F., Öhlinger R., Kandeler E., Margensin R (Eds), 1995. Methods in Soil Biology, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
15. Stanisław A. 1998. Przystępny kurs statystyki w oparciu o program Statistica PL na przykładach z medycyny. Wyd. „statSoft”, Kraków, ss.362.
16. Van Veen M. 2004. Hoverflies of Northwest Europe: identification keys to the *Syrphidae*. KNNV Publishing, Utrecht, ss. 256.
17. Vet, L.E.M., Van Lenteren, J.C., Meelis E., 1983. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. Physiol. Entomol., 8, 97-106.
18. Wnuk A. 2000. Rola bzygowatych (*Syrphidae*) w ograniczaniu liczebności mszyc, Ochrona Roślin, 9, 6–7.
19. Ukeh, D.A., Umotok S.B.A., 2007. Effects of host and non-host plant volatiles on the behavior of the Lesser Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* (Fab.). J. Entomol., 4 (6), 435-443.
20. Xian Y., Wang M., Chen W. 2015. Quantitative assessment on soil enzyme activities of heavy metal contaminated soils with various soil properties. Chemosphere, 139, 604–608.

Osoba odpowiedzialna za projekt badawczy: dr hab. inż. Janina Gospodarek
Tel. 12 662 44 00; email:rrjgospo@cyf-kr.edu.pl

Sprawozdanie z badań zrealizowanych w 2016 roku oraz materiały informacyjne dla rolników znajdują się na stronie internetowej: <http://wre.ur.krakow.pl/projekty-zrealizowane.html>

Nr decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR-re-msz-078-24/16 (242) z dnia 30 maja 2016 r.