Akademia Techniczno - Rolnicza

im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

w Bydgoszczy

Wydział Rolniczy

Magdalena Borowska

Wpływ wybranych regulatorów wzrostu i Ekolistu na plonowanie łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.)

Rozprawa doktorska wykonana
w Zakładzie Produkcji Nasiennej
Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin
pod kierunkiem
dr hab. inż. Janusza Prusińskiego
prof. nadzw. ATR

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy

000000088132

Bydgoszcz 2001

Bibliotek Gdańsk Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydg.
D 206

Mojemu Promotorowi

Panu Prof. dr hab. Januszowi Prusińskiemu

za pomoc, wsparcie i cierpliwość okazaną w trakcie

prowadzenia badań i pisania niniejszej pracy

Serdecznie dziękuję

Dziękuję

Pani dr inż. Ewie Jendrzejczak
za pomoc w statystycznym opracowaniu wyników badań

Rodzinie i Przyjaciołom
za słowa otuchy i wiarę w moje poczynania

Spis treści

1. Wstęp i przegląd literatury 6
2. Badania własne
2.1. Cel i metoda badań 21
2.2. Warunki prowadzenia doświadczenia
2.2.1. Warunki glebowe 24
2.2.2. Przebieg warunków meteorologicznych i rozwój roślin 25
3. Wyniki badań
3.1. Plon nasion 29
3.2. Strukturalne elementy plonowania
3.2.1. Liczba strąków
3.2.1.1. Liczba strąków z pędu głównego 30
3.2.1.2. Liczba strąków z pędów bocznych 31
3.2.1.3. Liczba strąków z jednej rośliny 32
3.2.2. Liczba nasion
3.2.2.1. Liczba nasion z pędu głównego 33
3.2.2.2. Liczba nasion z pędów bocznych 34
3.2.2.3. Liczba z jednej rośliny 35
3.2.3. Liczba nasion w strąku
3.2.3.1. Liczba nasion w strąku z pędu głównego 36
3.2.3.2. Liczba nasion w strąku z pędów bocznych 37
3.2.3.3. Liczba nasion w strąku z jednej rośliny 38
3.2.4. Masa nasion
3.2.4.1. Masa nasion z pędu głównego 39
3.2.4.2. Masa nasion z pędów bocznych 40
3.2.4.3. Masa nasion z jednaj rośliny 41
3.2.5. Masa tysiąca nasion 42
3.3. Skład chemiczny nasion
3.3.1. Zawartość białka ogólnego 43
3.3.2. Zawartość włókna surowego 44

3.3.3. Zawartość tłuszczu surowego....46
3.3.4. Zawartość popiołu....46
3.3.5. Zawartość fosforu....47
3.3.6. Zawartość potasu....48
3.3.7. Zawartość wapnia....49
3.3.8. Zawartość magnezu....50
3.4. Żywotność i wigor nasion
3.4.1. Zdolność kiełkowania....51
3.4.2. Długość kiełka....52
3.4.3. Indeks wigoru....53
3.4.4. Elektroprzewodnictwo wód nastoinowych....54
4. Dyskusja wyników....56
5. Wnioski....65
6. Literatura....66
7. Tabele i rysunki....72

1. Wstęp i przegląd literatury

Sprzyjające warunki przyrodnicze naszego kraju, a także przypuszczalne kierunki rozwoju produkcji roślinnej oraz handlu zagranicznego czynią z łubinu bardzo interesującą roślinę. Coraz częściej mówi się o tym, że na trudnych rynkach europejskich najłatwiejszy będzie dostęp dla żywności produkowanej w poprawnych ekologicznie warunkach. Łubin może stać się w tym wypadku istotnym ogniwem płodozmianu przygotowującym pola pod produkcję zbóż, a jednocześnie chroniącym wody powierzchniowe i gruntowe przed zanieczyszczeniem nadmiarem chemikaliów, zwłaszcza azotanów. Ponadto szerokie możliwości użytkowania i wykorzystywania białka stawiają łubin w grupie roślin niezbędnych w gospodarce rolnej, szczególnie w obliczu kryzysu w produkcji bydła rzeźnego wywołanego szerzeniem się BSE. Można spodziewać się, że oprócz importu soi, nasiona rodzimych gatunków roślin strączkowych staną się ważnym elementem bilansu białka roślinnego dla zwierząt nieprzeżuwających w Polsce.

Wartość gospodarcza łubinu żółtego wynika z największej wśród roślin strączkowych zawartości w nasionach białka o wysokiej wartości biologicznej, a także z jego przydatności do uprawy na glebach lekkich i bardzo lekkich, które stanowią w Polsce ponad 60% gruntów ornych (Sypniewski 1989). Dobrze znane właściwości łubinu żółtego i ich oddziaływanie na glebę polega na podnoszeniu jej żyzności, sprawności i kultury oraz zabezpieczaniu przed degradacją substancji organicznej. Cechy te w dobie silnie naruszonego naturalnego środowiska człowieka, stawiają łubin żółty na czele roślin ekologicznych (Święcicki 1993).

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w hodowli łubinu żółtego. Do uprawy wprowadzono odmiany samokończące i termoneutralne. Z cechą samokończenia wegetacji wiąże się większa równomierność dojrzewania i wierność plonowania, krótszy okres wegetacji i mniejsza liczba rozgałęzień, a także wyższy w porównaniu z formami tradycyjnymi współczynnik plonowania rolniczego (Nalborczyk i in. 1986). Z kolei termoneutralne odmiany łubinu żółtego mają mniejsze wymagania jarowizacyjne, odznaczają się krótszym okresem wegetacji oraz znaczną redukcją masy organów wegetatywnych (Święcicki 1987).

Obok wszechstronnych i ważnych gospodarczo zalet, a także korzystnego

wpływu na środowisko, tradycyjne odmiany łubinu posiadają też wady, wśród których ogromna przewaga organów wegetatywnych nad generatywnymi jest przyczyną ich dużej niestabilności plonowania (Kotecki 1990, Święcicki 1993). Przeciętne plony nasion łubinu żółtego w doświadczeniach COBORU na przestrzeni ostatnich lat wynoszą 1,61 t z ha (Wiatr 2001), jednakże w praktyce wahają się w szerokich granicach, od 0,8 do 2,2 t z ha (Paprocki i Mikołajczyk 1974, Sypniewski 1989, Święcicki i in. 1997). Byszewski (1968) ocenia potencjalny plon nasion tego gatunku w warunkach klimatycznych i glebowych naszego kraju na 6 t z ha. Możliwości produkcyjne łubinu żółtego są więc bardzo duże, jednak uzyskiwane w praktyce plony stanowią zaledwie 20-30% jego biologicznego potencjału produkcyjnego, mierzonego liczbą kwiatów na roślinie. Decydują o niej m.in. liczba pędów kwiatowych, liczba pięter w kwiatostanie i liczba kwiatów na poszczególnych piętrach, a także właściwości genetyczne odmiany i czynniki środowiska, wśród których przebieg warunków meteorologicznych odgrywa największą rolę. Rośliny uprawnych odmian łubinu żółtego wytwarzają bardzo dużo kwiatów; ich liczba na pędzie głównym dochodzi do 50 - 80, ale zaledwie kilka lub kilkanaście strąków pozostaje na roślinie do pełnej dojrzałości. Opadanie kwiatów, jak również zawiązków strąków jest u łubinu zjawiskiem powszechnym; jego nasilenie wzrasta stopniowo ku górze i jest największe na najwyższych piętrach kwiatostanu (Byszewski i Sadowska 1976, Pawłow i in. 1981). Selekcja potomstwa przez roślinę macierzystą i wytwarzanie nasion zróżnicowanych pod względem cech biologicznych, chemicznych i fizycznych jest dla niej korzystna, jednak dla producentów nasion zamieranie części generatywnych i zmienność cech zbieranych nasion ograniczają w znacznej mierze wykorzystanie potencjału biologicznego roślin uprawnych (Podlaski 1993).

Selektywne zamieranie pąków kwiatowych, kwiatów, owoców czy owocostanów jest jednym z najbardziej interesujących problemów biologii w ogóle, a biologii nasion w szczególności. Wybiórczemu zamieraniu towarzyszy zwykle zróżnicowany rozwój nasion uzależniony od ich położenia na roślinie, w owocu czy w owocostanie. Zamieranie części generatywnych zwiększa się w warunkach stresowych, jednak występuje również wtedy, gdy wzrost i rozwój roślin przebiega w optymalnych warunkach środowiskowych. Opadanie większości organów zachodzi na skutek zmian w niewielkiej strefie tzw. odcinającej, położonej u podstawy organu odpadającego.

Procesy separacyjne zaczynają się równolegle ze starzeniem lub uszkodzeniem organu, przy czym wskazuje się na szereg przyczyn odpowiedzialnych za to zjawisko (Rogozińska i Domański 1966).

Opadanie kwiatów i zawiązków strąków uważane jest za jedną z głównych przyczyn zmiennych i niskich plonów nasion łubinu żółtego. Dotychczasowe badania zmierzające do ustalenia przyczyn tego zjawiska wskazują na jego kompleksowy charakter (Addicott i in. 1955, Byszewski 1969, Van Steveninck 1957). Istnieją trzy niewykluczające się wzajemnie hipotezy, które głoszą, że zamieranie części generatywnych:

1. Jest spowodowane niedostatecznym w sensie jakościowym i ilościowym zapyleniem kwiatów.
2. Ma podłoże genetyczne, jest wynikiem działania genów letalnych i subletalnych.
3. Wynika z różnej dostępności asymilatów i substancji pokarmowych i (lub) zależy od hormonów roślinnych.

Według Podlaskiego (1993) najczęściej niedostateczne w sensie ilościowym zapylenie występuje u owadopylnych roślin uprawnych. Stephenson i in. (1980) twierdzą, że owoce i nasiona, które powstały w wyniku zapylenia małą ilością pyłku często charakteryzują się wolnym wzrostem i łatwiej zamierają. Na zamieranie i zróżnicowane wykształcenie nasion ma wpływ również jakość pyłku. Podlaski (1993) podaje, że łagiewki o największym wigorze, rosnące najszybciej, pierwsze wnikają do zalążni, dokonując zapłodnienia komórek jajowych. Dzięki temu najwcześniej powstałe zarodki uzyskują przewagę czasową nad rozwiniętymi później, co prowadzi do zróżnicowania rozwoju poszczególnych nasion i zamierania tych najsłabiej rozwiniętych. Brodowska (1962) w swoich badaniach nad kwitnieniem i zapylaniem łubinów stwierdziła, że żywotność pyłku i znamion łubinu żółtego jest mniejsza niż łubinu białego oraz, że zdolność kiełkowania i żywotność znamion są uzależnione od warunków ekologicznych. U łubinu żółtego odsetek kwiatów zapłodnionych w piątym i szóstym dniu ulega silnemu zmniejszeniu, a strąki z nich powstałe zwykle już nie rozwijają się normalnie. Według Byszewskiego (1969) u łubinu żółtego pyłek po wysypaniu się z pylników jest funkcjonalny przez 1-2 dni. Mackiewicz (1958) podaje, że pyłek z kwiatów dolnej części kwiatostanu jest bardziej żywotny niż pyłek z kwiatów położonych w części środkowej i górnej. Jedno-

cześnie autor ten stwierdził, iż pyłek z górnej części kwiatostanu pędu głównego i pędów bocznych jest normalnie rozwinięty i ma pełną zdolność do zapłodnienia, a przyczyn niezawiązywania strąków należy upatrywać w kompleksowym działaniu innych czynników.

Wiens (1984), Bawa i Buckley (1989) oraz Watson i Casper (1984) twierdzą, że zamieranie zarodków może mieć podłoże genetyczne i jest częstsze u roślin obcopylnych, co może być spowodowane działaniem genów letalnych i/lub subletalnych.

Bangerth (1989) na podstawie wyników badań fizjologicznych opracował dwa uzupełniające się modele wyjaśniające zamieranie części generatywnych roślin. Model pierwszy - współzawodnictwa zakłada, że tworzące się owoce i nasiona - akceptory asymilatów współzawodniczą o zasoby z wegetatywnymi częściami roślin. Niedostateczne zaopatrzenie części generatywnych w substancje pokarmowe w skrajnych przypadkach może prowadzić do ich zamierania, w mniej skrajnych – do niepełnego wykształcenia owoców bądź nasion.

Już kilkadziesiąt lat temu (Byszewski 1969) zjawisko opadania organów generatywnych wiązano z brakiem równowagi żywieniowej; uważano, że opadanie, zwłaszcza owoców, jest zależne od stosunku węglowodanów do azotu i tylko przy równomiernym zaopatrzeniu roślin w te związki, opadanie nie zachodzi.

Zgodnie z teorią przepływu masowego we floemie, kierunek przemieszczania się asymilatów wpływa także na przemieszczanie związków azotowych. Akceptory o dużej sile i pojemności wygrywają konkurencję o azot; stąd też w miarę zakwitania kwiatów położonych na coraz to wyższych piętrach w gronie, wyraźnie zaznacza się pomiędzy organami generatywnymi konkurencja o związki azotowe, którą wygrywają kwiaty rozwinięte najwcześniej (u podstawy kwiatostanu) i strąki z tych kwiatów powstałe. W trakcie rozwoju strąków, ich potrzeby azotowe stają się tak duże, że roślina nie jest w stanie dostarczyć odpowiednich ilości N poprzez system korzeniowy, co jest przyczyną opadania kwiatów i zawiązków strąków, przede wszystkim na górnych odcinkach kwiatostanu, gdzie sięgać może nawet 90% wszystkich kwiatów (Aufhammer i in. 1989).

Nalborczyk (1993) wiąże zjawisko opadania organów generatywnych z istnieniem współzawodnictwa o źródła energii wewnątrz rośliny pomiędzy metaboli-

zmem azotu i węgla. Mechanizmem fizjologicznym powodującym nasilone zrzucanie strąków jest stwierdzona konkurencja o asymilaty pomiędzy szybko i stale rosnącym stożkiem wzrostu łodygi, a rozwijającymi się w strąkach nasionami, bowiem faza kwitnienia i tworzenia owoców pokrywa się w czasie z bardzo intensywnym wzrostem wegetatywnym (Heath i in. 1994), między innymi z rozgałęzianiem się roślin, co u łubinu żółtego rozpoczyna się w okresie rozwoju pąków lub kwiatów na pędzie głównym. Listowski (1979) podaje, że w fazie generatywnej u łubinu istnieje kilka ośrodków konkurujących o składniki pokarmowe: korzeniowy, kwiatostanu głównego i kwiatostanów kątowych rozwijających się na pędach bocznych. „Prąd asymilacyjny" ku górze, w kierunku kwiatostanu głównego nie jest dostatecznie silny i stąd tendencja do opadania kwiatów. Prace niektórych autorów wykazują, że opadanie kwiatów związane jest ze stosunkiem liczby liści do liczby kwiatów na roślinie (Pawłow i in. 1981), jak również, że poprzez defoliację można regulować proces kwitnienia i owocowania łubinu. W badaniach Byszewskiego i Szklarskiej (1969) zaobserwowano, że najwięcej kwiatów pozostawało na roślinach, które miały około 25 liści. W wyniku defoliacji uzyskano większą liczbę strąków, zwłaszcza na wyższych piętrach owocostanu oraz wyraźnie więcej nasion w strąku z roślin defoliowanych niż nie poddanych temu zabiegowi.

Składniki pokarmowe są pobierane przez rośliny łubinu równomiernie aż do wytworzenia pąków kwiatowych i zakwitnięcia, po czym dynamika tego procesu wzrasta, zwłaszcza podczas zawiązywania strąków i wypełniania nasion (Listowski 1979, Byszewski i in. 1990). W wyniku lepszego zaopatrzenia w składniki pokarmowe zwiększa się u roślin strączkowych liczba kwiatów oraz lepsze jest zawiązywanie i wykształcanie strąków i nasion, co wpływa na zwiększenie plonu nasion i poprawienie ich wartości biologicznej (Ziółek i Kulig 1996). Według Mazura (1991) nie jest całkowicie wyjaśniona kwestia, czy azot przyswojony symbiotycznie zaspokaja w całości wymagania roślin motylkowych na ten składnik. Przeważa jednak pogląd, że jeżeli roślina motylkowa ma optymalne warunki rozwoju, to wiązanie N_2 pokrywa jej zapotrzebowanie na azot. Tymczasem wiadomo, że w fazie generatywnej symbiotyczne wiązanie N_2 zmniejsza się na skutek spadku aktywności nitrogenazy, enzymu biorącego udział w wiązaniu wolnego azotu (Ruszkowska i in. 1991). Ogromnie ważny dla symbiotycznego wiązania N_2 jest stały dopływ asymilatów

z liści rośliny-gospodarza do brodawek korzeniowych, gdyż są one substratem dla cyklu kwasów trójkarboksylowych w bakteroidach, a także dostarczają łańcuchów węglowych niezbędnych do syntezy aminokwasów i amidów (Ruszkowska 1991). Nakłady energetyczne na symbiotyczne wiązanie N_2 przez rośliny strączkowe mogą wahać się od 24 do 52,5 moli ATP na jeden mol związanego N_2, a łączne zużycie asymilatów przez brodawki i bakterie wynosi średnio około 20% całkowitej ilości produktów fotosyntezy wytworzonych przez roślinę w okresie wegetacji (Nalborczyk 1993). Może to powodować niedostateczne pokrycie zapotrzebowania na azot w czasie rozwoju strąków i wypełniania nasion (Aufhammer i in. 1989, Nalborczyk 1993). Wielu autorów twierdzi, że duże stężenie w glebie azotu mineralnego hamuje symbiotyczne wiązanie N_2 (Strzelec 1972, Wojcieska i in. 1993), a nawożenie łubinu żółtego azotem mineralnym z reguły nie przynosi zwyżki plonu nasion (Gromadziński 1989, Wilczek 1993, Szukała 1994).

Specyfiką żywienia mineralnego roślin strączkowych jest ich większe zapotrzebowanie w porównaniu z roślinami niewiążącymi azotu na P, Co i Mo. Wynika to z większego udziału tych pierwiastków w procesach regeneracji ATP (fosfor) oraz w procesach enzymatycznego wiązania N_2 (kobalt i molibden). Rośliny strączkowe wymagają również wyższego poziomu Ca, S i Zn (Pate, cyt. Nalborczyk 1993). Brak mikroelementów szczególnie wyraźnie występuje na glebach lekkich, typowych dla łubinu (Byszewski i in. 1990). Spośród mikroelementów największe znaczenie w nawożeniu roślin strączkowych mają bor, miedź, mangan i molibden, przy czym największą efektywność uzyskuje się przy dolistnym ich stosowaniu (Byszewski i Sadowska 1976, Songin i Czyż 1991). Zaletą dolistnego stosowania mikroelementów jest większa efektywność uwarunkowana brakiem strat, jakie występują w środowisku glebowym w wyniku wymywania, uwsteczniania lub trwałej kumulacji (Czyż 1993).

Szukalski (1979) podaje, że bor uczestniczy w biologicznym procesie wiązania azotu, stymuluje tworzenie brodawek i odpowiada za transport do nich węglowodanów. Brak boru powoduje obniżenie zawartości auksyn, czego dalszym następstwem może być zahamowany transport asymilatów (Rogozińska, Domański 1966, Starck 1998). Od zawartości w glebie dostępnego boru zależy wzrost roślin oraz rozwój organów generatywnych. Szczególnie wrażliwy na jego niedobór

jest pyłek kwiatowy. Optymalna zawartość tego mikroelementu w pyłku kwiatowym wpływa dodatnio na zawiązywanie nasion łubinu żółtego oraz na jego plon i jakość (Warchołowa 1988). Ślusarczyk i in. (1989) wykazali, że średnia liczba strąków na roślinie której podano 60 mg H_3BO_3 wynosiła 15,7 i była 5 razy większa od liczby strąków na roślinach nie nawożonych borem. W polowych badaniach Wilczka i in. (1996) plonowanie łubinu żółtego nawożonego borem w formie boraksu wzrosło o 11% w stosunku do kontroli.

Miedź wpływa na zwiększenie masy brodawek korzeniowych i przyspiesza w nich syntezę aminokwasów (Seliga 1993, 1996). Weryszko-Chmielewska (1989) podaje, że szczególnie charakterystycznymi objawami deficytu miedzi są zaburzenia w powstawaniu i żywotności pyłku łubinu żółtego, a niedobór miedzi prowadzi do zmniejszenia rozmiarów owoców i nasion. Cu podana roślinom łubinu wpływała na istotny (o 23%) wzrost plonu nasion (Harasimowicz-Hermann 1992, 1996 b).

Mangan wpływa na natężenie fotosyntezy, przyswajanie azotu, a także na biosyntezę białka (Szukalski 1979). Harasimowicz-Hermann (1996 b) stwierdziła, że nawożenie roślin łubinu żółtego manganem wpłynęło na wzrost plonów nasion o 8% w porównaniu do kontroli.

Molibden odgrywa dużą rolę w redukcji azotanów oraz wiązaniu wolnego azotu przez bakterie symbiotyczne, stąd jego większe zapotrzebowanie u roślin motylkowych. Pierwiastek ten niezbędny jest w przemianach fosforu, reakcjach oksydoredukcyjnych, wpływa na syntezę chlorofilu i witamin (Ruszkowska 1991), a jego deficyt powoduje zmniejszenie produkcji pyłku i mniejszą jego żywotność (Starck 1998). Nawożenie molibdenem w badaniach Wilczka i Ćwintala (1994) wpłynęło na 11% wzrost plonu nasion łubinu żółtego. Późniejsze badania Wilczka i in. (1996), a także Harasimowicz-Hermann (1988) potwierdziły korzystny wpływ molibdenu na plonowanie łubinu; w trzyletnich badaniach wspomniani autorzy uzyskali średnią zwyżkę plonów nasion o ponad 11 i 12%.

W licznych doświadczeniach mikroelementy stosowano łącznie lub jako mieszanki wieloskładnikowe. We wspomnianych wcześniej badaniach Wilczka i in. (1996) łączne zastosowanie boru i molibdenu spowodowało wzrost plonów nasion łubinu żółtego o 15,7%, a mieszanina mikroelementów (B, Mn, Mo) w badaniach Ziółka i in. (1992) zwiększyła plon nasion bobiku o 10-12%. Nawozy wieloskładnikowe -

Agrosol-S, Insol-6, Mikrovit-1 (Kulig i Ziółek 1996) zastosowane na rośliny bobiku tuż przed kwitnieniem powodowały zwyżkę plonów nasion w stosunku do kontroli o 10,7%. Także Byszewski i Sadowska (1976) stosując dolistne dokarmianie łubinu żółtego preparatem Wuxal zawierającym makro- i mikroelementy otrzymali plony nasion o 22% wyższe niż z obiektów kontrolnych. Odmienne wyniki z dolistnym dokarmianiem nawozami mikroelementowymi uzyskano u innych gatunków roślin strączkowych; zastosowanie wieloskładnikowych nawozów mikroelementowych nie różnicowało strukturalnych elementów plonowania bobiku i grochu (Księżak i in. 1993) oraz łubinu białego (Księżak i in., 1994) czego efektem był brak różnic w plonie nasion roślin dokarmianych i kontrolnych.

Dolistne dokarmianie roślin mikroelementami może wpływać również na skład chemiczny zebranych z nich nasion. W badaniach Koteckiego (1991) zastosowanie manganu i molibdenu spowodowało wzrost zawartości tych pierwiastków w nasionach. Podobne wyniki otrzymała Harasimowicz-Hermann (1996 a); w nasionach seradeli dokarmianej borem, miedzią i molibdenem stwierdzono istotnie wyższe zawartości tych pierwiastków. Byszewski i in. (1974) dokarmiając rośliny łubinu żółtego wieloskładnikowym preparatem Wuxal stwierdzili jednak istotnie niższą zawartość białka w nasionach.

Niedobór makro- i mikroelementów może wpływać niekorzystnie na skład chemiczny i właściwości fizjologiczne zbieranych nasion (Górecki, Grzesiuk 1994), jednak brak jest w tym względzie wyników badań ścisłych doświadczeń polowych. Jedynie Wilczek i Ćwintal (1994) otrzymali istotny wzrost zdolności kiełkowania nasion łubinu żółtego w stosunku do kontroli po zastosowaniu molibdenu.

Model drugi (dominacji) mówi, że o zamieraniu i opadaniu części generatywnych decydują hormony roślinne. Nasiona i owoce powstałe w pierwszej kolejności są zdolne do hamowania wzrostu i rozwoju wytworzonych później. Zwolennicy tego modelu wskazują, że w momencie, gdy zaczynają się procesy aborcyjne (4-10 dni po zapłodnieniu) zamierające oraz rozwijające się normalnie nasiona nie różnią się zawartością rozpuszczalnych węglowodanów, skrobi i kwasów nukleinowych. W związku z tym trudno przypuszczać, że to ograniczone zasoby są przyczyną opadania organów generatywnych (Sharma i in. 1990).

Starsze organy generatywne kontrolują rozwój organów młodszych nie tylko

na zasadzie konkurencji o składniki pokarmowe. Stwierdzono, że ekstrakty z młodych, rozwijających się owoców łubinu żółtego i soi, poprzez substancję o charakterze inhibitora wzrostu, indukowały aborcję owoców położonych na rozgałęzieniach dalszego rzędu (Van Steveninck 1957). Jednym z takich inhibitorów okazał się odkryty później kwas abscysynowy - ABA (Porter i in. 1966, Porter 1977). Wysunięto przypuszczenie, że wcześniej powstałe organy generatywne mogą produkować substancję o charakterze inhibitora dla pąków kwiatowych i młodych owoców (Tamas i in. 1979, Rylott i Smith 1990). Według Sage i Webster (1990) wyższa zawartość ABA w młodszych owocach kwiatostanu fasoli stymuluje ich opadanie. Usunięcie owoców starszych spowodowało 50% spadek zawartości ABA w owocach młodszych. Potwierdza to fakt, że ze wzrostem poziomu kwasu abscysynowego związane jest również zrzucanie organów generatywnych, choć rola ABA w kontroli tego zjawiska nie jest jasna i nie do końca poznana (Addicot i in., cyt. Jankiewicz 1997).

Wielu autorów wiąże zjawisko opadania kwiatów i zawiązków strąków łubinu z substancjami wzrostowymi w roślinie, a zastosowanie regulatorów wzrostu może przynajmniej częściowo nasilenie tego zjawiska zmniejszyć (Byszewski 1969, Nalborczyk 1993).

Overbeek (cyt. Jankiewicz 1997) podaje definicję „chemicznych regulatorów roślinnych": są to „związki organiczne, które w bardzo małych ilościach (wykluczających ich działanie żywieniowe) pobudzają, hamują lub w inny sposób modyfikują procesy fizjologiczne roślin". Do regulatorów roślinnych zalicza się zarówno substancje endogenne, powstające w roślinie, jak i egzogenne, podawane z zewnątrz, syntetyczne. Hormony roślinne (fitohormony) są to endogenne regulatory roślinne, transportowane w roślinie z miejsc wytwarzania do miejsc działania.

Auksyny były pierwszymi hormonami roślinnymi, jakie odkryto i opisano; są one wytwarzane głównie w młodych częściach rośliny, w wierzchołkach pędu, w rozwijających się liściach i w młodych owocach (Jankiewicz 1997). Najważniejsza rola endogennych auksyn polega na pobudzaniu wzrostu wydłużeniowego łodyg, hamowaniu rozwoju pąków bocznych na łodydze, pobudzaniu kambium i współdziałaniu z innymi regulatorami w tworzeniu systemu przewodzenia u roślin. Ważną właściwością auksyn jest to, że tkanka, w której się one znajdują w dostatecznej koncentracji stanowi miejsce przyciągania substancji pokarmowych, czyli powstaje

tak zwany „zlew fizjologiczny" (Seth i in., cyt. Jankiewicz 1997). Tkanka bogata w auksynę stanowi też miejsce przyciągania innych hormonów. Ponadto wiele regulatorów wzrostu może działać tylko (albo głównie) w obecności auksyny (Pieniążek, Jankiewicz 1966). Auksyny hamują zrzucanie organów, np. liści i owoców (Addicott 1982, Jankiewicz 1985). Efekt ten okazał się szczególnie ważny dla sadownictwa. Od wielu lat opryskiwanie auksyną jest stosowane jako zabieg zapobiegający przedwczesnemu opadaniu jabłek. Także u pomidora, u którego łatwo opadają zarówno kwiaty jak i owoce, zjawisku temu zapobiega spryskanie roślin auksyną z gibereliną (Jankiewicz 1997).

Według Bangertha (1989), hormonem bezpośrednio odpowiedzialnym za opadanie części generatywnych jest kwas indolilo-3-octowy - IAA. Szybkie przemieszczanie się IAA z powstałego w pierwszej kolejności, inaczej mówiąc, dominującego organu powoduje zahamowanie wycofywania IAA z później wytworzonych owoców i nasion. Prawdopodobnie zahamowanie odpływu IAA stymuluje powstanie warstwy odcinającej i opadanie części generatywnych. IAA może również stymulować transport asymilatów do organów dominujących. Według Addicott i in. (1955) czynnikiem regulującym odcinanie zawiązków młodych owoców i liści jest gradient stężenia auksyny: odcinanie występuje wówczas, gdy poziom auksyny poniżej strefy odcinania jest wyższy niż jej stężenie powyżej tej strefy.

Byszewski i Szklarska (1969) w badaniach nad opryskiwaniem kwitnących roślin łubinu żółtego Betoksanem i Pomonitem (preparatami zawierającymi kwas alfa-naftylooctowy) uzyskali plony nasion wyższe od kontroli o 29% i 16,2%, a także większą liczbę strąków i nasion na roślinie. Oprysk auksyną - kwasem idolilo 3 - octowym w doświadczeniu z łubinem żółtym stosowali też Pawłow i in. (1981) uzyskując wzrost plonu nasion prawie o 50%. Rośliny fasoli po jednokrotnym zastosowaniu kwasu indolilo 3-octowego plonowały wyżej od kontroli o 13% (Koter i in. 1983), a liczba nasion w strąku wzrosła o 22% u roślin opryskanych dwukrotnie w porównaniu do jednorazowego zastosowania tego regulatora. Klasa i in. (1996 a) stosując kwas indolilomasłowy - IBA na kwitnące rośliny uzyskali istotne zwiększenie plonowania bobiku. Także w badaniach Nowaka i in. (1997) bobik opryskany kwasem α-naftylooctowym - NAA plonował o 12% wyższej w porównaniu do kontroli. Rylott i Smith (1990) stwierdzili, że poziom endogennej auksyny w rozwijających się

kwiatach bobu jest za niski, co może być przyczyną opadania zarówno samych kwiatów, jak i rozwijających się z nich strąków.

Gibereliny stanowią bardzo liczną i wciąż powiększającą się grupę związków hormonalnych o skomplikowanej strukturze chemicznej. Organami produkującymi gibereliny w największych ilościach są części wierzchołkowe korzeni, najmłodsze liście, węzły u traw i pędów roślin dwuliściennych, części kwiatów, a także rozwijające się nasiona. W nasieniu bogatym źródłem giberelin jest płynny endosperm i liścienie, skąd są one transportowane do zawiązków pędu i szybko powiększającego się owocu (Jankiewicz 1997). W kwiatach głównym źródłem giberelin są rosnące pręciki. Przypuszcza się, że hormon ten zapewnia żywotność pyłku, a po zapłodnieniu, żywotność komórki jajowej.

Bellucci i in. (1982) uważają, iż zastosowanie kwasu giberelinowego na początku kwitnienia bobiku powoduje pożądaną zmianę rozdziału asymilatów na korzyść rozwijających się strąków. Stosując metodę znakowanego $^{14}CO_2$ wspomniani autorzy wykazali, że w wyniku działania GA_3 rośliny gromadziły więcej asymilatów w organach generatywnych, niż rośliny nie traktowane tym regulatorem. Efektem potraktowania bobiku roztworem gibereliny było zwiększenie przeciętnej liczby strąków na roślinie o 18-25%, liczby nasion o 19-33%, a plonu końcowego o 22-40%. Murty i Karan Singh (1983) wykazali, że traktowanie bobiku gibereliną wpływa na zmniejszenie opadania kwiatów w porównaniu do nietraktowanej kontroli. Inne doświadczenia prowadzone z użyciem GA_3 (Kellerhals i Keller 1984) pokazały, że giberelina nie tylko wpłynęła na zwiększenie plonu nasion o 40%, ale i na wydłużenie dolnych i górnych międzywęźli, przy jednoczesnym skróceniu środkowych. Nowak i in. (1997) stosując GA_3 na kwitnące rośliny bobiku uzyskali wzrost plonu nasion o 9%. Również doświadczenia Kotera i in. (1983) nad zastosowaniem gibereliny w uprawie fasoli pokazały jej dodatni wpływ na rozwój i dojrzewanie roślin tego gatunku. W porównaniu z kontrolą, jednokrotny oprysk gibereliną w początkowym okresie wiązania pąków kwiatowych spowodował wzrost plonu strąków o 16%, a nasion o 22%. Jednakże Burkhard i Keller (1983) nie stwierdzili wpływu gibereliny na plon nasion i jego komponenty u bobiku; zwiększeniu uległa jedynie podatność roślin na wyleganie. Także wyniki Klasy i in. (1996 b) nie potwierdzają korzystnego oddziaływania tego hormonu na plonowanie bobiku.

Miejscem syntezy cytokinin są wierzchołki korzeni oraz rozwijające się organy pędu roślin, zwłaszcza owoce i nasiona. Wysoka zawartość cytokinin w danym organie powoduje skierowanie do niego znacznych ilości asymilatów i związków mineralnych, ponadto opóźniają one procesy starzenia się roślin (Górecki i in. 1999). Cytokininy, zależnie od miejsca podania egzogennej substancji wzrostowej i jej stężenia, mogą wpływać na opóźnianie jak i na przyspieszanie odcinania ogonków liściowych. U niektórych gatunków biorą one udział w procesach związanych z inicjacją pąków kwiatowych i ze zrzucaniem zawiązków owocowych (Borkowska, cyt. Jankiewicz 1997). Rylott i Smith (1990) zwrócili uwagę, że cytokinina jest nieaktywna w warunkach zbyt niskiego poziomu auksyn.

Pawłow i in. (1981) udowodnili, że opryskiwanie roślin łubinu żółtego roztworem cytokininy, 6-benzyloaminopuryny - BAP w okresie od początku do końca kwitnienia pędu głównego wpłynęło na zwiększenie plonu nasion średnio aż o 49%. Także aplikacja BAP na kwiaty pędu głównego łubinu wąskolistnego (Atkins i Pigeaire 1993) zapobiegała prawie całkowicie opadaniu kwiatów w porównaniu z ponad 50% ich opadaniem na roślinach kontrolnych; w konsekwencji wzrastała liczba strąków i plon nasion przypadający na roślinę. Podobne wyniki uzyskali w badaniach nad soją Peterson i in. (1990); oprysk szczytowych gron roślin soi roztworem BAP wpłynął na istotne zwiększenie ogólnej liczby strąków i nasion z jednej rośliny; w efekcie, po zastosowaniu tego regulatora uzyskano prawie sześciokrotny wzrost plonu nasion. Oprysk benzyloadeniną - BA w fazie kwitnienia roślin spowodował 12% wzrost plonu nasion bobiku (Nowak i in. 1997).

Znane jest łączne stosowanie regulatorów wzrostu w różnych uprawach sadowniczych, warzywniczych, kwiaciarskich i rolniczych. W warzywnictwie giberelina z auksyną stosowane są w celu zapobiegania zrzucania kwiatów pomidora (Leonard i Kinet 1982). Również u śliw mieszanina gibereliny z auksynami indukowała utrzymanie owoców na drzewie i ich dobry wzrost (Jankiewicz 1997). Gibereliny same mają słabą zdolność przemieszczania się w roślinie, ale transport ich ułatwia nawet nieznaczna ilość IAA (Grochowska i Karaszewska 1976). W badaniach Klasy i in. (1996 b) nie stwierdzono korzystnego oddziaływania mieszaniny IBA+GA_3 na analizowane elementy plonowania bobiku. Natomiast w doświadczeniu Nowaka i in. (1997) oprysk roślin bobiku NAA+BA spowodował 9% wzrost plonu nasion w porówna-

niu do roślin kontrolnych; zwiększeniu uległa również liczba strąków (o 8%) i liczba nasion z jednego pędu (o 9%).

Niewiele jest w literaturze danych dotyczących wpływu regulatorów wzrostu na skład chemiczny i wartość siewną nasion. Wiadomo jednak, że zastosowanie fitohormonów tuż przed kwitnieniem roślin i w fazie zawiązywania i rozwoju owoców może wpływać korzystnie na wigor nasion, skład chemiczny i bilans fitohormonów w nasionach (Górecki i Grzesiuk 1994). Sharma (1982) udowodnił korzystny wpływ kinetyny na wigor nasion bobiku.

Oprócz dostępności składników pokarmowych i roli hormonów roślinnych o odsetku opadających kwiatów i owoców łubinu decydować mogą cechy samego strąka, a także występowanie chorób i szkodników. Według Tomaszewskiej (1953) duży wpływ na opadanie i częściowo na pękanie strąka ma budowa szypułki owocowej, a szczególnie jej dna. Silniejsza i grubsza szypułka owocowa, czy też dobrze wykształcone elementy sklerenchymatyczne wiążące strąk z szypułką, zapewniają mniejsze opadanie strąków. Cechy nieopadania i niepękania owoców są zaletami roślin uprawnych będących w kulturze, natomiast pękanie i opadanie oraz osypywanie się nasion jest charakterystyczne dla roślin dzikich, prymitywnych. Wśród roślin uprawnych zjawiska te dotyczą między innymi łubinu, zwłaszcza wąskolistnego (Wiatr 1999).

Według niektórych autorów przyczyną nie zawiązywania strąków mogą być choroby wirusowe (Mackiewicz 1958, Błaszczak 1964); rośliny zawirusowane są słabe, mają utrudniony transport składników odżywczych w górne partie kwiatostanu, w efekcie czego ich pyłek jest mniej żywotny, a to zmniejsza odsetek kwiatów zapłodnionych i ma zasadniczy wpływ na plon nasion łubinu. Frencel (1998) zwraca uwagę, że na zamieranie organów generatywnych ma wpływ *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., sprawca antraknozy. Duże nasilenie infekcji w czasie kwitnienia i zawiązywania strąków powoduje ich obumieranie i bardzo duże straty plonu w uprawach nasiennych łubinu.

Jednym z czynników zewnętrznych wpływających na opadanie kwiatów łubinu mogą być też drobne owady z rodzaju *Cicadula* i *Thrips* (Mackiewicz 1958), które nakłuwają kwiaty i powodują ich zamieranie.

Duże znaczenie dla zjawiska opadania kwiatów łubinu żółtego mają ponadto

warunki ekologiczne, głównie wilgotność gleby i długość dnia. Niedobór wody wpływa szczególnie ujemnie na łubin w początkowych fazach rozwoju i podczas kształtowania organów generatywnych (Barbacki 1972, Byszewski i in. 1990, Sypniewski 1989). Według Koteckiego (1990) niedobory wilgoci podczas kwitnienia mają korzystny wpływ na zawartość białka w nasionach, obniżają jednak silnie plony. Gataulina i Trishkin (1988) podają, że łubinu żółty i wąskolistny wskutek intensywnych opadów po okresie suszy zwiększają wzrost wegetatywny kosztem organów generatywnych. Deszczowanie trzech gatunków łubinów w badaniach Szukały (1994) dawkami wody od 50-60 mm do 115 mm w okresie wegetacyjnym było nieskuteczne; nie uzyskano przyrostu plonu nasion, ale obserwowano wzrost długości roślin, liczby rozgałęzień, masy pojedynczej rośliny oraz liczby niedojrzałych strąków na roślinie. Zdaniem Gatauliny (1990) intensywniejszy wzrost organów wegetatywnych w warunkach nawadniania jest następstwem wiązania większej ilości azotu. Obserwacje Byszewskiego i Szklarskiej (1962) wskazują, że przy większej wilgotności gleby i skróconym okresie światła dziennego rośliny wytwarzają dużo kwiatów, ale zaledwie 7 do 12% z nich zawiązuje strąki. Natomiast w warunkach mniejszej wilgotności gleby i przy dłuższym dniu, rośliny wykształcają mniej kwiatów, ale 17–24% z nich wytwarza strąki, w wyniku czego ostateczny plon nasion jest wyższy. W tych samych badaniach stwierdzono, że opadanie kwiatów jest mniejsze, gdy rośliny sieje się wcześniej i rzadziej. Według Koczowskiej (1995) wysoka temperatura w połączeniu z niedoborem opadów wyraźnie ograniczają możliwości wiązania strąków i wykształcania nasion przez rośliny łubinu żółtego.

Reasumując można stwierdzić, że wysokość i wierność plonowania roślin strączkowych, w tym również łubinu żółtego zależy od szeregu czynników działających kompleksowo na utrzymanie na roślinie jak największej liczby owoców i nasion. Do najważniejszych z nich zaliczyć można odżywianie roślin i gospodarkę hormonalną, a także przebieg warunków atmosferycznych.

Przeprowadzone badania własne są próbą zwiększenia wysokości i jakości plonu nasion łubinu żółtego poprzez utrzymanie na roślinie jak największej liczby strąków. Hipoteza badawcza zakłada, że:

- zwiększenie stężenia wybranych regulatorów wzrostu w okresie nasilenia procesów opadania kwiatów i zawiązków strąków będzie zapobiegało

lub ograniczało to niekorzystne zjawisko,

- oprysk roślin mieszaniną regulatorów roślinnych wykazujących działanie dopełniające powinno zwiększyć ich efektywność w zapobieganiu opadania organów generatywnych,
- oprysk Ekolistem – wieloskładnikowym nawozem dolistnym pozwoli na lepsze pokrycie zapotrzebowania roślin na niektóre makro i mikroelementy w okresie słabnącej wydajności symbiozy, a także przyczyni się do ochrony roślin i przedłużenia fotosyntezy w okresie wypełniania nasion,
- zastosowane w doświadczeniu regulatory wzrostu oraz wieloskładnikowy nawóz dolistny poprzez kształtowanie procesów życiowych roślin mogą wpłynąć na ich rozwój, a także na skład chemiczny, wartość siewną i wigor zebranych nasion.

2. Badania własne

2.1. Cel i metoda badań

Badania własne miały określić reakcję łubinu żółtego na regulatory wzrostu oraz mikro i makroskładniki zastosowane w formie oprysku na początku kwitnienia w celu ograniczenia zjawiska opadania organów generatywnych, a tym samym zwiększenia produkcyjności roślin, wartości pokarmowej nasion, ich żywotności i wigoru.

Badania wykonano na polu doświadczalnym Stacji Badawczej ATR w Mochełku, w laboratorium chemicznym Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin i w laboratorium nasiennym Zakładu Produkcji Nasiennej w latach 1997 – 1999.

Przedmiotem badań była nowa odmiana łubinu żółtego - 'Teo' (wyhodowana w SHR w Wiatrowie i wpisana do Rejestru w 1994 roku), jedna z najwyżej plonujących odmian w badaniach COBORU w latach 1994-1996. 'Teo' jest odmianą tradycyjną, przydatną do uprawy na nasiona, w zmniejszonym stopniu reagującą na opóźniony termin siewu, wcześnie zakwitającą i dojrzewającą, o dobrej równomierności dojrzewania. Rośliny charakteryzują się niską wysokością i tradycyjnym tempem wzrostu, jasnymi nasionami bez marmurku o masie tysiąca sztuk 136 g (COBORU 1994).

Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe zakładano w układzie losowanych podbloków w czterech powtórzeniach z obiektem kontrolnym. Dawki badanych substancji ustalono na podstawie danych literaturowych.

Schemat doświadczenia

Czynnik I – regulatory wzrostu/Ekolist:

- auksyna – kwas indolilo 3-masłowy (**A**),
- cytokinina – 6-benzyloaminopuryna (**C**),
- giberelina – kwas giberelinowy (**G**),
- auksyna + cytokinina (**A+C**),
- auksyna + giberelina (**A+G**),
- cytokinina + giberelina (**C+G**),
- auksyna + cytokinina + giberelina (**A+C+G**),
- Ekolist Standard (**Ek**) – dolistny, wieloskładnikowy preparat plono-

twórczo - grzybobójczy zawierający w 1 litrze: 120g N, 65g K, 20g Mg, 0,5g Ca, 5g S, 5g B, 5g Cu, 3g Zn, 1g Fe, 0,5g Mn, 0,02g Mo; a także krzemionkę koloidalną, kobalt, tytan i wanad.

- obiekt kontrolny – bez oprysków

Czynnik II - dawki zastosowanych substancji (niska, średnia, wysoka):

- A - 20, 40, 60 $mg \cdot l^{-1}$,
- C - 20, 40, 60 $mg \cdot l^{-1}$,
- G - 40, 80, 120 $mg \cdot l^{-1}$,
- A+C - 20+20, 40+40, 60+60 $mg \cdot l^{-1}$,
- A+G - 20+40, 40+80, 60+120 $mg \cdot l^{-1}$,
- C+G - 20+40, 40+80, 60+120 $mg \cdot l^{-1}$,
- A+C+G - 20+20+40, 40+40+80, 60+60+120 $mg \cdot l^{-1}$,
- Ek - 3, 6, 9 $l \cdot ha^{-1}$.

Kwas indolilo 3-masłowy – IBA oraz 6-benzyloaminopuryna – BAP pochodziły z SIGMA-ALDRICH CHEMIE Gmbh, kwas giberelinowy w formie preparatu Gibrescol z Polfa-Kutno, Ekolist Standard z PPHU EKOPLON S.A. Kielce.

Charakterystykę zastosowanego materiału siewnego przedstawiono w tabeli 1. Wysiewano 100 kiełkujących nasion na 1 m^2, na głębokość 3 – 4 cm, w rzędy co 20 cm.

Tabela 1. Charakterystyka materiału siewnego

Rok badań	Pochodzenie, stopień kwalifikacji	Zdolność kiełkowania, %	MTN, g	Norma wysiewu, $kg \cdot ha^{-1}$
1997	SHR Wierzenica, O	82	117	143
1998	SHR Wiatrowo, O	85	134	174
1999	SHR Wiatrowo, O	90	146	165

Powierzchnia poletka do siewu wynosiła 18 m^2, do zbioru 14,4 m^2. Bezpośrednio po siewie stosowano Afalon 50 WP w dawce 1,2 l w 300 l wody na ha, a po wschodach w fazie 3 – 4 liści - Goltix 70WP w dawce 4 kg w 500 l wody na ha. Każdego roku po wschodach roślin dokonywano dwukrotnego bronowania zasiewów w poprzek rzędów. W celu zapobieżenia antraknozie w 1998 zastosowano na rośliny mieszankę Ronilanu 50 WP z Merpanem 50 WP w dawce po 2 $kg \cdot ha^{-1}$,

a w 1999 roku zasiewy opryskano Sarfunem 500 SC w dawce 0,7 $l \cdot ha^{-1}$. Obsada roślin przed zbiorem w kolejnych latach wynosiła: 82, 70 i 85 roślin na $1m^2$. Zbioru jednoetapowego dokonywano kombajnem poletkowym Wintersteiger oznaczając plon nasion przy 15% zawartości wody. W 1998 roku z powodu obfitych opadów konieczna była desykacja roślin preparatem Reglone w dawce 3 $l \cdot ha^{-1}$.

Oprysku badanymi substancjami dokonano przy użyciu prototypowego opryskiwacza plecakowego ze stałym ciśnieniem, tuż po otwarciu pierwszych kwiatów na pędzie głównym tj. 25 czerwca w 1997 roku, 14 czerwca w 1998 roku i 10 czerwca w 1999 roku, stosując ustalone dawki w 400 litrach wody na ha.

Wykonywano następujące obserwacje i pomiary:

- daty pojawiania się kolejnych faz rozwojowych,
- liczby kwiatów na pędzie głównym i pędach bocznych 20 roślin na poletkach kontrolnych,
- strukturalnych elementów plonowania na 20 losowo wybranych roślinach z każdego poletka,
- żywotności nasion w standardowym teście kiełkowania i długości kiełka w cm po 10 dniach; w teście kiełkowania wysiewano 8 x 25 nasion z plonu każdego poletka na podwójną warstwę bibuły filtracyjnej średniej i wstawiano pionowo do cylindrów wypełnionych wodą destylowaną o temperaturze 20°C,
- indeksu wigoru nasion jako iloczynu średniej zdolności kiełkowania w % i średniej długości kiełka w cm,
- wigoru nasion metodą konduktometrii wód nastoinowych; w tym celu 2 x 50 nasion z plonu każdego poletka poddawano pęcznieniu w 250 ml wody destylowanej; pomiaru elektroprzewodnictwa wód nastoinowych dokonywano po 24 godzinach w temperaturze 20°C za pomocą konduktometru OK 104 Radelkis. Wyniki podano w $\mu S \cdot cm^{-1} \cdot g^{-1}$ absolutnie suchej masy nasion.
- składu chemicznego nasion, który obejmował oznaczenie zawartości:
  - azotu ogólnego (białko surowe) - metodą Kjeldahla,
  - włókna surowego – zmodyfikowaną metodą Henneberga i Stohmanna

- wapnia, magnezu i potasu - metodą fotometryczną,
- fosforu ogólnego - metodą wanado – molibdenową,
- popiołu – metodą wagową.

W Samodzielnej Pracowni Gorzelniczej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Spożywczego w Bydgoszczy oznaczono w nasionach zawartość tłuszczu surowego metodą Soxhleta.

Uzyskane wyniki poddano weryfikacji statystycznej. Obliczenia wykonano przy pomocy pakietu statystycznego AWAR z Zakładu Metodyki Badań i Informatyki IUNG w Puławach. Zastosowano analizę wariancji dla bloków kompletnie zrandomizowanych z obiektem kontrolnym. Przy porównaniu działania dawek zastosowanych regulatorów wzrostu i Ekolistu w stosunku do obiektu kontrolnego wykorzystano test Dunneta, a wyniki przedstawiono w procentach. Dla oceny istotności różnic między obiektami zastosowano test Tukey'a przy $p=0,95$. Wpływ dawek substancji średnio dla wielolecia, niezależnie od ich rzeczywistej wielkości przedstawiono graficznie według skali porządkowej ze stopniowaniem: „kontrola", „dawka niska", „dawka średnia", „dawka wysoka". Dla krzywych określających korzystne z punktu widzenia rolniczego cechy i wykazujących przebieg paraboliczny obliczono równania regresji (tylko przy istotnym R) w celu określenia wartości maksymalnej zmiennej zależnej badanej cechy. Opracowanie graficzne przygotowano przy pomocy pakietu statystycznego STATISTICA for Windows StatSoft. Inc. (1997).

2.2. Warunki prowadzenia doświadczenia

2.2.1. Warunki glebowe

Doświadczenie zakładano każdorazowo po kukurydzy, na glebie kompleksu żytniego dobrego, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVb. Wiosną stosowano 80 kg P_2O_5 w postaci 48% superfosfatu potrójnego granulowanego i 120 kg K_2O w postaci 57% soli potasowej na ha. Nie stosowano nawożenia azotowego. Przed ostatecznym przygotowaniem roli do siewu wysiewano na pole Nitraginę zmieszaną z sypką glebą. Do zaprawiania wykorzystano zaprawą nasienną Funaben T w dawce 200 g na 100 kg nasion.

Warunki glebowe (tab. 2) w kolejnych latach badań były korzystne dla łubinu. Zwraca uwagę nieco za wysokie pH, a także bardzo niska zawartość boru i niska - miedzi, mikroelementów ważnych dla łubinu żółtego.

Tabela 2. Charakterystyka warunków glebowych

Rok badań	pH w 1M KCl	Zawartość (mg·100 g^{-1} gleby)		Zawartość (mg·kg^{-1} gleby)				
		P	K	B	Cu	Mn	Zn	Fe
1997	6,1	3,8	16,6	0,3	1,4	172,1	7,1	568,3
1998	6,8	5,2	16,2	0,3	1,4	164,2	5,7	597,5
1999	6,9	7,5	18,1	0,5	1,7	197,3	5,7	722,7

Zawartość w glebie: b. niska - niska - średnia - wysoka - b. wysoka -

2.2.2. Przebieg warunków meteorologicznych i rozwój roślin

Miesięczny rozkład średniej temperatury powietrza i sumy opadów w latach 1997-1999 przedstawiono w formie diagramów klimatycznych wg Waltera na rys. 1, a przebieg faz rozwojowych roślin w tabeli 3.

Chłodny i umiarkowanie wilgotny kwiecień w 1997 roku opóźnił kiełkowanie nasion i wschody roślin, a znaczne opady w maju przedłużyły rozwój wegetatywny i opóźniły zakwitanie łubinu, które rozpoczęło się dopiero 21. czerwca. Ciepła i deszczowa pogoda w końcu czerwca sprzyjała kwitnieniu roślin; średnia liczba kwiatów na pędzie głównym wynosiła 35, a na pędach bocznych - 48. W lipcu suma opadów przekraczała średnią wieloletnią aż o 35 mm, co utrudniało dojrzewanie roślin i mimo, że w trzeciej dekadzie lipca i sierpniu wystąpił najpierw okresu półsuszy, a potem suszy, rośliny osiągnęły pełną dojrzałość dopiero na początku września.

W 1998 roku ciepły i umiarkowanie wilgotny kwiecień sprzyjał równomiernym i szybkim wschodom, które nastąpiły po 22 dniach od siewu. Podobne warunki w maju przyczyniły się do dobrego rozwoju wegetatywnego roślin i wcześniejszego niż w roku poprzednim zakwitania (10. czerwca). Znaczna ilość opadów w czerwcu sprzyjała kwitnieniu (na pędzie głównym rośliny wykształciły 30, a na pędach bocz-

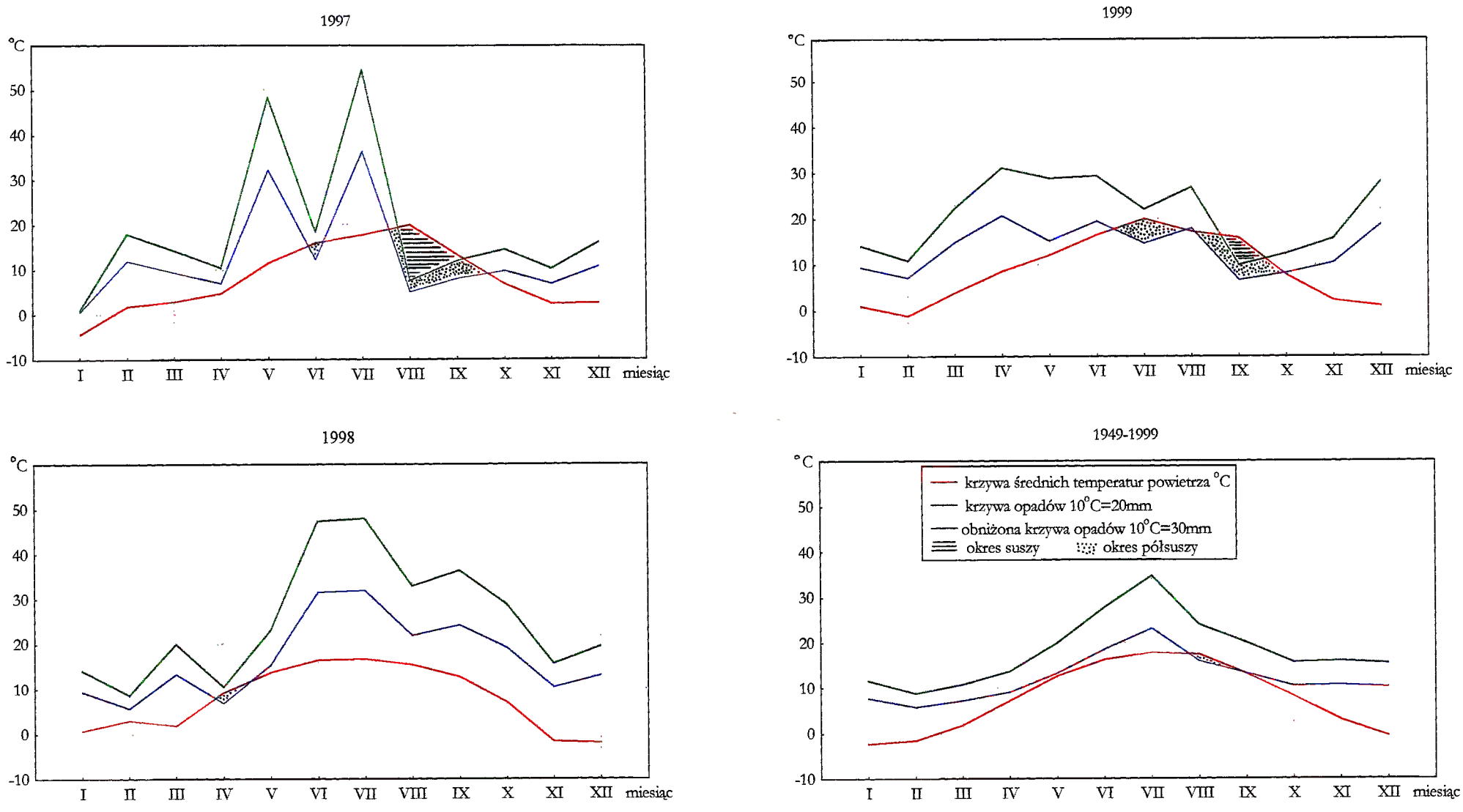
nych 50 kwiatów), natomiast w lipcu i w sierpniu - rozwojowi antraknozy, a także utrudniała dojrzewanie i wysychanie strąków, toteż przed zbiorem rośliny poddano desykacji.

Wysokie opady i wyższa od wieloletniej temperatura w kwietniu korzystnie kształtowały wschody w 1999 roku. Dobry rozwój wegetatywny zapewnił roślinom przebieg pogody w maju. Wystąpienie okresu półsuszy pod koniec czerwca i w pierwszej dekadzie lipca nie zakłóciło fazy kwitnienia; rośliny łubinu wykształciły średnio na pędzie głównym 30, a na pędach bocznych 40 kwiatów. Ciepły i suchy lipiec i sierpień przyczyniły się do szybkiego i równomiernego dojrzewania strąków.

Reasumując, okres badań charakteryzował się korzystnymi dla łubinu żółtego warunkami meteorologicznymi. Rozkład opadów i temperatury sprzyjał w szczególności rozwojowi wegetatywnemu w latach 1997 i 1999, kwitnieniu w latach 1997 i 1998, a dojrzewaniu w 1997 i 1999. Żaden z zastosowanych regulatorów wzrostu i Ekolist zastosowane w zróżnicowanych dawkach nie wpływały na przebieg kwitnienia, ani na zakończenie dojrzewania. Ocena bonitacyjna nasilenia antraknozy w 1998 roku (w latach 1997 i 1999 jej objawy obserwowano na pojedynczych roślinach) nie ujawniła wpływu zastosowanych substancji na porażenie roślin przez *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

Tabela 3. Przebieg rozwoju roślin łubinu żółtego na tle warunków hydrotermicznych

1997			
Faza rozwoju rośliny	Od - do	Liczba dni	Współczynnik Seljaninowa
Siew – początek wschodów	03. 04 – 04. 05	31	1,23
Wschody – początek kwitnienia	05. 05 – 21. 06	47	1,48
Początek kwitnienia – koniec kwitnienia	22. 06 – 10. 07	18	1,78
Koniec kwitnienia – dojrzałość pełna	11. 07 – 09. 09	60	0,32
Długość okresu wegetacji	**3. 04 – 09. 09**	**156**	**1,28**
1998			
Siew – początek wschodów	04. 04 – 26. 04	22	0,90
Wschody – początek kwitnienia	27.04 – 10. 06	44	1,13
Początek kwitnienia – koniec kwitnienia	11. 06 – 25. 06	15	2,39
Koniec kwitnienia – dojrzałość pełna	26. 06 – 20. 08	60	1,63
Długość okresu wegetacji	**04. 04 – 20. 08**	**137**	**1,44**
1999			
Siew – początek wschodów	04. 04 – 27. 04	23	3,70
Wschody – początek kwitnienia	28.04 – 10. 06	43	1,27
Początek kwitnienia – koniec kwitnienia	11. 06 – 29. 06	19	1,13
Koniec kwitnienia – dojrzałość pełna	30. 06 – 20. 08	56	0,70
Długość okresu wegetacji	**4. 04 – 20. 08**	**137**	**1,12**



Rys. 1. Przebieg warunków meteorologicznych w latach badań w Stacji Badawczej Mochełek (wg metody Waltera)

3. Wyniki badań

3.1. Plon nasion

Średni plon nasion łubinu żółtego (tab. 4) w trzyletnim cyklu doświadczalnym po zabiegu opryskiwania roślin regulatorami wzrostu i Ekolistem wyniósł 1,86 $t \cdot ha^{-1}$ i był istotnie wyższy, o 7,5% niż plon zebrany z obiektu kontrolnego – 1,73 $t \cdot ha^{-1}$. W kolejnych latach badań oraz w wieloleciu wystąpiły istotne różnice w działaniu testowanych substancji na plonowanie łubinu żółtego. W wieloleciu okazało się, że potraktowanie roślin Ekolistem pozwoliło na uzyskanie istotnie wyższego plonu nasion niż regulatorami wzrostu i/lub ich kombinacjami. W 1997 roku podobne plony nasion zebrano po zastosowaniu auksyny, cytokininy, auksyny z cytokininą i Ekolistu, istotnie wyższe niż po zastosowaniu pozostałych testowanych substancji. Warto zauważyć, że giberelina oraz wszystkie jej połączenia dwu lub trójskładnikowe nie sprzyjały wysokiemu plonowaniu łubinu żółtego w tym roku. W 1998 roku istotnie najwyższe plony łubinu żółtego uzyskano po zastosowaniu Ekolistu; spośród porównywanych hormonów cytokinina z giberelinią pozwoliły na uzyskanie istotnie wyższego plonu nasion niż sama cytokinina. W 1999 roku łubin żółty opryskany Ekolistem, auksyną i auksyną z cytokininą, plonował istotnie wyżej niż potraktowany giberelinią i wszystkimi kombinacjami z jej udziałem. W latach 1998 i 1999 plonotwórczy efekt zastosowanych substancji wzrostowych zależał istotnie także od ich dawki. Auksyna w obu latach i auksyna z cytokininą w 1999 roku zastosowane w dawce wysokiej pozwalały na uzyskanie plonu nasion istotnie wyższego niż przy dawce niskiej. Ekolist w latach 1998 i 1999 oraz auksyna z cytokininą w 1998 i cytokinina w 1999 roku użyte w dawce średniej i wysokiej wpływały istotnie lepiej na plonowanie łubinu niż w dawce niskiej.

Porównując wpływ dawek testowanych środków (rys. 2) stwierdzono, że istotnie wyższe niż z obiektu kontrolnego plony nasion w 1997 roku zebrano po opryskaniu roślin wysoką dawką auksyny i cytokininy oraz średnią i wysoką dawką Ekolistu, w 1998 roku ponownie wysoką dawką auksyny a także gibereliny i cytokininy z giberelinią oraz wszystkimi dawkami Ekolistu, a w 1999 roku, po zastosowaniu wysokiej dawki auksyny, cytokininy i auksyny z cytokininą oraz wszystkich dawek Ekolistu.

Analiza plonu nasion łubinu w zależności od dawki zastosowanego preparatu w wieloleciu (rys. 3) wykazuje korzystne działanie wzrastających dawek auksyny i Ekolistu i w nieco mniejszym stopniu - pozostałych regulatorów wzrostu, z wyjątkiem mieszaniny auksyny z giberelinią, po której obserwowano tendencję spadkową plonowania.

3.2. Strukturalne elementy plonowania

3.2.1. Liczba strąków

3.2.1.1. Liczba strąków z pędu głównego

Średnia liczba strąków wykształconych na pędzie głównym jednej rośliny łubinu żółtego (tab. 5) uzyskana w cyklu badawczym po zastosowaniu wszystkich testowanych substancji wynosiła 12,6 i nie różniła się istotnie od liczby strąków zebranych z roślin kontrolnych (11,6). Podobne nieistotne różnice stwierdzono w dwóch pierwszych latach badań. Natomiast w 1999 roku zastosowane substancje spowodowały istotny, nieco ponad 14% wzrost średniej liczby zebranych strąków w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Ocena działania poszczególnych substancji w wieloleciu wskazuje, że najkorzystniej na liczbę strąków z pędu głównego działały: Ekolist, auksyna i jej połączenie z cytokininą oraz cytokinina. Podobne rezultaty uzyskano w 1997 roku. W 1998 roku auksyna i Ekolist wpłynęły na istotny wzrost wartości omawianej cechy w stosunku do efektu gibereliny i wszystkich połączeń z jej udziałem, a w 1999 roku w stosunku do wszystkich pozostałych regulatorów i ich kombinacji.

Współdziałanie preparatu i jego dawki w wieloleciu okazało się nieistotne, natomiast w roku 1997 po zastosowaniu wysokiej dawki auksyny stwierdzono istotnie więcej strąków na pędzie głównym niż po użyciu dawki niskiej i średniej a w 1999 - niskiej. Dla pozostałych regulatorów wzrostu i Ekolistu wystąpiły nieliczne współdziałania z dawką, najczęściej niepowtarzalne w latach lub wyraźnie nieukierunkowane.

Analiza działania poszczególnych substancji użytych w doświadczeniu w porównaniu do obiektu kontrolnego (rys. 4), wskazuje, że w 1997 roku istotnie większą liczbę strąków z pędu głównego łubinu żółtego stwierdzono po zastosowaniu wszystkich dawek Ekolistu, średniej i wysokiej dawki auksyny z cytokininą oraz wy-

sokiej dawki samej auksyny i samej cytokininy. Natomiast średnia dawka auksyny z cytokininą i giberelinią wpłynęła na istotne obniżenie w stosunku do kontroli liczby strąków z pędu głównego łubinu żółtego. Wpływ pozostałych dawek tej mieszaniny jak również gibereliny, auksyny z giberelinią i cytokininy z giberelinią był w tym roku również niekorzystny, jednak liczba strąków w stosunku do kontroli pozostawała w granicach błędu statystycznego. W 1998 roku żadna z dawek badanych substancji nie różnicowała istotnie liczby strąków z pędu głównego w porównaniu do obiektu kontrolnego. Z kolei w 1999 roku, podobnie jak w 1997, zanotowano ponownie istotnie większą od kontroli liczbą strąków z roślin łubinu żółtego traktowanych wszystkimi trzema dawkami Ekolistu i auksyny oraz jej kombinacji z cytokininą, a także średnią i wysoką dawką samej cytokininy.

Wyniki za wielolecie (rys. 5) wskazują, że wzrastające dawki Ekolistu, auksyny, auksyny z cytokininą i cytokininy wpływały na zwiększenie liczby strąków wykształconych na pędzie głównym łubinu żółtego. Średnia liczba strąków na pędzie głównym roślin łubinu żółtego potraktowanych pozostałymi regulatorami wzrostu wykazywała w stosunku do kontroli trend spadkowy w miarę zwiększania dawek.

3.2.1.2. Liczba strąków z pędów bocznych

Średnia liczba strąków z pędów bocznych jednej rośliny łubinu żółtego (tab. 6) w cyklu badawczym po zastosowaniu testowanych substancji wynosiła 2,01 i nie różniła się istotnie od liczby strąków zebranych z pędów bocznych roślin z poletek kontrolnych - 2,22. W latach 1998 i 1999 ich liczba była mniejsza niż 1, natomiast w 1997 roku wynosiła 4,37 na roślinach traktowanych badanymi substancjami i 5,43 na roślinach kontrolnych. Nie zanotowano ani w syntezie, ani w kolejnych latach badań istotnego wpływu badanych substancji i ich dawek na liczbę strąków wykształconych na pędach bocznych łubinu żółtego. Można jedynie zauważyć, że wpływ gibereliny na tę cechę był korzystniejszy niż innych badanych substancji.

Analiza wpływu dawki zastosowanych preparatów w porównaniu do obiektu kontrolnego (rys. 6), wskazuje na znaczne zróżnicowanie uzyskanych wyników. W 1998 roku z roślin opryskanych niską dawką gibereliny i Ekolistu zebrano istotnie więcej strąków niż z roślin kontrolnych. W roku 1999 podobne efekty uzyskano stosując wysokie dawki gibereliny i auksyny z cytokininą.

Rozpatrując wpływ dawki testowanych preparatów na liczbę strąków z pędów bocznych za wielolecie (rys. 7) można zauważyć, że wzrastającym dawkom gibereliny towarzyszył wzrost, a pozostałym regulatorom spadek liczby strąków wykształconych na pędach bocznych łubinu żółtego.

3.2.1.3. Liczba strąków z jednej rośliny

Wpływ badanych w doświadczeniu substancji na liczbę strąków z jednej rośliny łubinu żółtego (tab. 7) w porównaniu do roślin kontrolnych był w wieloleciu nieistotny. Podobną nieistotną zależność stwierdzono też w latach 1997 i 1998. Natomiast w 1999 roku istotnie więcej strąków na roślinie łubinu żółtego otrzymano po ich potraktowaniu badanymi substancjami niż na roślinach kontrolnych. Wyniki badań za wielolecie pokazały, że oprysk roślin łubinu żółtego Ekolistem i auksyną pozwolił na utrzymanie przez roślinę istotnie najwięcej strąków. Z porównywanych regulatorów wzrostu i ich kombinacji niekorzystnie na liczbę strąków na jednej roślinie oddziaływała giberelina i wszystkie jej połączenia z innymi hormonami. W 1997 roku również po zastosowaniu Ekolistu i auksyny stwierdzono najwięcej strąków, ale istotnie tylko w porównaniu z giberelinią i jej kombinacjami z pozostałymi regulatorami. Z kolei w 1998 roku Ekolist w porównaniu z giberelinią i jej połączeniami z auksyną i cytokininą, a w 1999 roku auksyna i Ekolist były substancjami, po zastosowaniu których zebrano z jednej rośliny łubinu żółtego istotnie więcej strąków niż po pozostałych, użytych w tych latach substancji.

Tylko w 1998 roku wystąpiło istotne współdziałanie testowanych substancji i ich dawek. Niska i wysoka dawka gibereliny oraz średnia i wysoka cytokininy z giberelinią wpływały na istotne zwiększenie liczby strąków w stosunku do efektu dawek pozostałych tych regulatorów.

Porównując działanie wpływu dawki (rys. 8) badanych preparatów w stosunku do obiektu kontrolnego można stwierdzić, iż: w 1997 roku tylko wysoka dawka Ekolistu spowodowała istotne zwiększenie liczby strąków na jednej roślinie łubinu żółtego, a giberelina oraz wszystkie mieszanki z jej udziałem wykazywały tendencje do zmniejszania liczby strąków z rośliny. W roku 1998 nie zanotowano istotnego oddziaływania na tę cechę dawki żadnego z preparatów, a w 1999 wszystkie dawki auksyny, auksyny z cytokininą i Ekolistu oraz średnia i wysoka dawka cytokininy

istotnie zwiększyły liczbę strąków zebranych z jednej rośliny.

W wieloleciu obserwowano prawie liniowe zwiększanie liczby strąków na jednej roślinie łubinu żółtego pod wpływem Ekolistu, auksyny, cytokininy, auksyny cytokininą oraz ich spadek pod wpływem pozostałych regulatorów wzrostu (rys. 9).

3.2.2. Liczba nasion

3.2.2.1. Liczba nasion z pędu głównego

Średnia liczba nasion zebranych z pędu głównego jednej rośliny łubinu żółtego (tab. 8) po zastosowaniu badanych regulatorów wzrostu i Ekolistu wyniosła 45,8 i była istotnie wyższa, o 8% niż liczba nasion zebrana z roślin kontrolnych - 42,4. Podobną jak w wieloleciu zależność zanotowano także w 1999 roku. W latach 1997 i 1999 oraz średnio w cyklu badawczym, liczba nasion zebranych z pędu głównego łubinu żółtego była istotnie różnicowana przez badane regulatory wzrostu. W wieloleciu istotnie więcej nasion uzyskano z roślin opryskanych auksyną, cytokininą, auksyną z cytokininą i Ekolistem niż z roślin traktowanych giberelinią, cytokininą z giberelinią i kombinacją trzech regulatorów. W 1997 roku auksyna, jej połączenie z cytokininą i Ekolist wpłynęły korzystniej na liczbę nasion z pędu głównego niż giberelina i wszystkie jej połączenia z pozostałymi hormonami. Z kolei w 1999 roku istotnie wyższą liczbę nasion z pędu głównego otrzymano po zastosowaniu cytokininy i Ekolistu niż po traktowaniu roślin giberelinią i jej wszystkimi kombinacjami z auksyną, cytokininą i auksyną z cytokininą.

Tylko w 1998 roku wpływ zastosowanych substancji na liczbę nasion zebranych z pędu głównego łubinu żółtego zależał istotnie od ich dawki. Zwiększenie dawki z niskiej do wysokiej gibereliny oraz auksyny z cytokininą i giberelinią wpłynęło na istotny spadek a auksyny z giberelinią, cytokininy z giberelinią i Ekolistu – wzrost liczby nasion z jednej rośliny.

Porównanie każdej z dawek stosowanych w doświadczeniu regulatorów wzrostu i Ekolistu w stosunku do obiektu kontrolnego (rys. 10) ujawniło, że w 1997 roku wysoka dawka auksyny, niska auksyny z cytokininą oraz średnia i wysoka Ekolistu wpłynęły na istotny wzrost, a średnia i wysoka dawki auksyny z cytokininą i giberelinią, na istotny spadek liczby nasion z pędu głównego łubinu żółtego.

W 1998 roku istotnie więcej nasion z pędu głównego w porównaniu do kontroli zebrano tylko z roślin traktowanych niską dawką gibereliny. Natomiast w 1999 roku istotny wpływ na wzrost liczby nasion z pędu głównego uzyskano po zastosowaniu wysokich dawek auksyny, cytokininy i auksyny z cytokininą oraz wszystkich dawek Ekolistu.

W wieloleciu można zauważyć, że wzrastające dawki auksyny i Ekolistu stosowane na rośliny łubinu żółtego powodowały liniowy, a cytokininy i auksyny z cytokininą (w dawkach zbliżonych do ich wartości średnich) paraboliczny wzrost liczby nasion z pędu głównego łubinu żółtego (rys. 11).

	Równanie regresji	$x_{max.}$	$y_{max.}$
C	$y_C=42,681+0,415x-0,0049x^2$, R=0,983	42 $mg \cdot l^{-1}$	51
A+C	$y_{A+C}=42,783+0,397x-0,047x^2$, R=0,966	42+42 $mg \cdot l^{-1}$	51

3.2.2.2. Liczba nasion z pędów bocznych

Liczba nasion zebrana z pędów bocznych jednej rośliny łubinu żółtego (tab. 9) po zastosowaniu badanych regulatorów wzrostu i Ekolistu wyniosła w wieloleciu 5,95 i była nieistotnie, o niespełna 9% niższa od liczby nasion zebranych z pędów bocznych roślin kontrolnych – 6,51. Podobne nieistotne zależności obserwowano we wszystkich latach badań, chociaż w 1998 i 1999 nieco więcej nasion zebrano z roślin traktowanych niż z kontrolnych. Również wpływ poszczególnych preparatów na badaną cechę w wieloleciu i w 1997 roku był nieistotny. W 1998 roku istotnie więcej nasion z pędów bocznych zebrano po zastosowaniu gibereliny niż auksyny, auksyny z cytokininą, cytokininy z giberelinią oraz kombinacji wszystkich regulatorów i Ekolistu. Z kolei w 1999 roku zastosowanie Ekolistu wpłynęło na utrzymanie istotnie większej liczby nasion na pędach bocznych niż gdy rośliny potraktowano cytokininą z giberelinią oraz auksyną z cytokininą i giberelinią.

Dawki zastosowanych regulatorów wzrostu i Ekolistu, średnio w wieloleciu, a także w latach 1997 i 1999 nie różnicowały istotnie liczby nasion zebranych z pędów bocznych łubinu. Tylko w 1998 roku stwierdzono, że auksyna z giberelinią i Ekolist zastosowane w dawkach wysokich pozwoliły na wykształcenie istotnie większej liczby nasion na pędach bocznych niż w dawce niskiej i średniej; z kolei wpływ dawek gibereliny był dokładnie odwrotny.

Istotne różnice w działaniu dawek testowanych preparatów w stosunku do obiektu kontrolnego (rys. 12) wykazano tylko w 1998 roku, kiedy istotnie więcej nasion z pędów bocznych łubinu żółtego zebrano stosując niską dawkę gibereliny i cytokininy, średnią auksyny, auksyny z cytokininą i z giberelinią oraz wysoką dawkę auksyny z giberelinią i Ekolistu.

Po większości regulatorów wzrostu zastosowanych w dawce niskiej obserwowano zmniejszenie liczby nasion (rys. 13), a przy zwiększaniu do średnich i wysokich dawek gibereliny i Ekolistu i w mniejszym stopniu cytokininy i auksyny z cytokininą i giberelinią obserwowano tendencje do wzrostu liczby nasion na pędach bocznych łubinu żółtego. Tylko dla auksyny największą liczbę nasion na pędach bocznych uzyskano po opryskaniu roślin niską dawką tego regulatora.

	Równanie regresji	$x_{max.}$	$y_{max.}$
A	$y_A=6,727+0,03596x-0,000803x^2$, R=0,655	22,4 $mg \cdot l^{-1}$	7,1

3.2.2.3. Liczba nasion z jednej rośliny

Średnia w wieloleciu liczba nasion wykształconych na jednej roślinie łubinu żółtego (tab. 10) po zastosowaniu badanych regulatorów wzrostu, ich kombinacji i Ekolistu wynosiła 51,9 i była nieco wyższa, o niespełna 6%, od liczby nasion zebranych z roślin kontrolnych (48,9). Tylko w 1999 roku zebrano istotnie więcej nasion z roślin traktowanych niż kontrolnych (o 16,4%).

Synteza z trzech lat badań oraz wyniki z 1999 roku wskazują, że z jednej rośliny łubinu żółtego traktowanej Ekolistem zebrano istotnie więcej nasion niż z roślin opryskanych giberelinią i wszystkimi kombinacjami z jej udziałem. W 1997 roku z roślin opryskanych auksyną i Ekolistem zebrano statystycznie podobną liczbę nasion, istotnie więcej niż z roślin traktowanych giberelinią i wszystkimi jej kombinacjami. Natomiast w 1998 roku zastosowanie cytokininy pozwoliło uzyskać istotnie więcej nasion, niż gdy rośliny opryskano auksyną z giberelinią, cytokininą z giberelinią oraz kombinacją trzech regulatorów. Istotne współdziałanie między zastosowanymi substancjami a wysokością ich dawek odnotowano tylko w 1998 roku. Wzrost dawek gibereliny z niskiej do średniej i wysokiej oraz spadek dawek cytokininy z giberelinią z wysokiej i średniej do niskiej wpłynęły na istotne zmniejszenie liczby zebranych nasion z jednej rośliny łubinu żółtego.

Porównując wpływ wysokości dawki regulatorów wzrostu i Ekolistu (rys. 14) można stwierdzić, że w 1998 zastosowanie niskiej dawki gibereliny pozwoliło na zebranie istotnie większej liczby nasion niż z roślin kontrolnych. Natomiast w 1999 roku podobny efekt uzyskano po oprysku roślin wysokimi dawkami auksyny, cytokininy i auksyny z cytokininą oraz wszystkimi dawkami Ekolistu. Tylko w 1997 roku zastosowane dawki nie zmieniły istotnie w stosunku do obiektu kontrolnego liczby nasion zebranych z jednej rośliny łubinu żółtego.

Analiza trendu liczby nasion wykształconych na jednej roślinie łubinu żółtego w wieloleciu wykazała korzystny wpływ (zależność prawie liniowa) na tę cechę wzrastających dawek auksyny i Ekolistu (rys. 15). Po zastosowaniu cytokininy i auksyny z cytokininą w dawce zbliżonej do jej wartości średniej zebrano od 55 do 57 nasion.

	Równanie regresji	$x_{max.}$	$y_{max.}$
C	$y_C=49,379+0,342x-0,00357x^2$, R=0,949	47 $mg \cdot l^{-1}$	57
A+C	$y_{A+C}=49,154+0,307x-0,00371x^2$, R=0,975	41+41 $mg \cdot l^{-1}$	55

3.2.3. Liczba nasion w strąku

3.2.3.1. Liczba nasion w strąku z pędu głównego

Średnia liczba nasion w strąku zebranym z pędu głównego łubinu żółtego (tab. 11) po zastosowaniu badanych regulatorów wzrostu i Ekolistu wyniosła w wieloleciu - 3,79 i nie różniła się istotnie od liczby nasion w strąku roślin zebranych z poletek kontrolnych - 3,75. Podobne nieistotne zależności obserwowano w kolejnych latach badań. Analiza działania testowanych środków i ich dawek w 3 - letnim okresie badawczym nie wykazała istotnego zróżnicowania liczby nasion w strąku. Tylko w 1998 roku po zastosowaniu gibereliny stwierdzono istotnie więcej nasion w strąku, niż gdy rośliny potraktowano auksyną, auksyną z cytokininą, Ekolistem i wszystkimi trzema regulatorami jednocześnie. W tym samym roku odnotowano istotne współdziałanie dawek i zastosowanych regulatorów wzrostu. Z roślin traktowanych niską dawką gibereliny i auksyny z cytokininą uzyskano istotnie więcej nasion w strąku, niż z roślin potraktowanych wysoką dawką tych substancji.

Porównanie działania dawek substancji użytych w doświadczeniu w stosunku do obiektu kontrolnego (rys. 16) nie wykazało istotnych różnic w liczbie nasion

w strąku w żadnym z lat badań.

W wieloleciu, najwięcej nasion w strąku z pędu głównego (4,1) uzyskano po zastosowaniu niskich dawek gibereliny i cytokininy i zbliżonych do średnich dawek auksyny z gibereliną i cytokininy z gibereliną (rys. 17).

	Równanie regresji	$x_{max.}$	$y_{max.}$
G	$y_G=3,821+0,01046x-0,000096x^2$, R=0,712	54,5 $mg \cdot l^{-1}$	4,1
C	$y_C=3,781+0,02048x-0,000367x^2$, R=0,908	27,9 $mg \cdot l^{-1}$	4,1
A+G	$y_{A+G}=3,742+0,20935x-0,04175x^2$, R=0,986	50,2 + 100,4 $mg \cdot l^{-1}$	4,0
A+C+G	$y_{A+C+G}=3,737+0,1879x-0,0625x^2$, R=0,917	30+ 30+ 60 $mg \cdot l^{-1}$	3,9
A+C	$y_{A+C}=3,764+0,00724x-0,00017x^2$, R=0,940	21,7+21,7 $mg \cdot l^{-1}$	3,4

3.2.3.2. Liczba nasion w strąku z pędów bocznych

W kolejnych latach badań i średnio w wieloleciu liczba nasion w strąku wykształconym na pędach bocznych łubinu żółtego (tab. 12) po opryskaniu roślin badanymi substancjami wynosiła 2,87 i nie różniła się istotnie od liczby nasion w strąku pochodzącym z pędów bocznych roślin kontrolnych – 2,99. Tylko w 1999 roku zanotowano istotne różnice we wpływie poszczególnych preparatów na omawianą cechę. Po zastosowaniu Ekolistu stwierdzono istotnie więcej nasion w strąku, niż gdy rośliny opryskano giberelinią, cytokininą z giberelinią i kombinacją wszystkich regulatorów. W 1997 roku zanotowano istotną interakcję między zastosowanymi czynnikami; okazało się, że liczba nasion w strąku roślin opryskanych wysoką dawką cytokininy była istotnie wyższa niż po zastosowaniu dawki niskiej i średniej tego regulatora.

Wpływ wielkości dawki regulatorów wzrostu i Ekolistu na omawianą cechę w stosunku do obiektu kontrolnego okazał się istotny tylko w 1997 roku (rys. 18), kiedy wysoka dawka cytokininy oraz średnia dawka mieszaniny wszystkich regulatorów wzrostu a także Ekolistem wpłynęły na istotny wzrost w porównaniu do uzyskanej z roślin kontrolnych liczby nasion w strąku wykształconym na pędach bocznych jednej rośliny łubinu żółtego.

Także analiza w wieloleciu (rys. 19) nie pokazała kierunkowego charakteru zmian liczby nasion w strąku pędów bocznych pod wpływem wzrastających dawek zastosowanych regulatorów wzrostu i Ekolistu. Można jednak zauważyć wyraźne

zróżnicowanie wpływu dawki cytokininy (4,0 nasiona przy dawce 31,3 $mg \cdot l^{-1}$) i gibereliny (wraz ze wzrostem dawki obserwowano liniowy spadek liczby nasion w strąku).

	Równanie regresji	$x_{max.}$	$y_{max.}$
C	$y_C=2,93+0,0682x-0,00109x^2$, R=0,962	31,3 $mg \cdot l^{-1}$	4

3.2.3.3. Liczba nasion w strąku z jednej rośliny

W kolejnych latach badań średnia wieloletnia liczba nasion w strąku wykształconym na jednej roślinie łubinu żółtego (tab. 13) po zastosowaniu regulatorów wzrostu i Ekolistu wynosiła 3,56 wobec 3,59 w strąku zebranym z roślin kontrolnych. Po zastosowaniu auksyny z giberelinią otrzymano w wieloleciu istotnie więcej nasion w strąku, niż gdy rośliny potraktowano auksyną lub Ekolistem. W 1998 roku w strąku pochodzącym z rośliny opryskanej giberelinią stwierdzono istotnie więcej nasion niż z roślin traktowanych auksyną, Ekolistem i kombinacją trzech hormonów. Z kolei w 1999 roku istotnie więcej nasion w strąku uzyskano po zabiegu opryskania roślin roztworem auksyny z cytokininą i giberelinią niż auksyny i Ekolistu. Tylko w 1998 roku wystąpiło istotne współdziałanie badanych regulatorów wzrostu z wysokością ich dawek. Udowodniono statystycznie, że wzrost dawki gibereliny i auksyny z cytokininą z niskiej do wysokiej spowodował istotne obniżenie liczby nasion w strąku łubinu żółtego. Efekt działania pozostałych regulatorów i Ekolistu na tę cechę pozostawał niezależny od ich dawki.

Porównanie wpływu dawek stosowanych substancji (rys. 20) nie ujawniło w żadnym z lat badań istotnych różnic w liczbie nasion w strąku łubinu żółtego zebranych z roślin traktowanych i kontrolnych.

Analiza trendu z wielolecia (rys. 21) wskazała tendencje do zmniejszania liczby nasion w strąku po zastosowaniu wzrastających dawek auksyny i Ekolistu. Dla pozostałych regulatorów wzrostu obserwowano niewielką tendencję do wzrostu liczby nasion w strąku łubinu żółtego po zastosowaniu niskich i tendencję do spadku – po zastosowaniu wysokich dawek, z wyjątkiem auksyny z giberelinią i cytokininy z giberelinią. Największą liczbę nasion w strąku (3,8) uzyskano po zastosowaniu 51,2 $mg \cdot l^{-1}$ gibereliny i 29,2+29,2+58,4 $mg \cdot l^{-1}$, odpowiednio auksyny, cytokininy i gibereliny.

	Równanie regresji	x max.	y max.
G	$y_G=3,654+0,00935x-0,000093x^2$, R=0,762	51,2 $mg \cdot l^{-1}$	3,8
A+C+G	$y_{A+C+G}=3,541+0,2849x-0,0975x^2$, R=0,920	29,2+29,2+58,4 $mg \cdot l^{-1}$	3,8
A+G	$y_{A+G}=3,5838+0,1718x-0,034x^2$, R=0,987	50,4+100,8 $mg \cdot l^{-1}$	3,7
C	$y_C=3,607+0,01206x-0,000256x^2$, R=0,953	23,5 $mg \cdot l^{-1}$	3,7

3.2.4. Masa nasion

3.2.4.1. Masa nasion z pędu głównego

Średnia wieloletnia masa nasion zebrana z pędu głównego rośliny łubinu żółtego (tab. 14) opryskanej regulatorami wzrostu i Ekolistem wyniosła 5,19 g i różniła się istotnie od masy nasion uzyskanej z roślin kontrolnych (5,04 g). Tylko w 1999 roku rośliny poddane działaniu testowanych substancji charakteryzowały się istotnie wyższą masą nasion z pędu głównego niż rośliny kontrolne. We wszystkich latach badań i w syntezie stwierdzono zróżnicowany wpływ regulatorów wzrostu i Ekolistu na masę nasion wytworzonych na pędzie głównym łubinu żółtego. W wieloleciu zastosowanie auksyny, cytokininy, ich połączenia i Ekolistu wpłynęło na zwiększenie w stosunku do efektu pozostałych regulatorów i ich kombinacji masy nasion z pędu głównego. W 1997 roku również najlepsze rezultaty otrzymano po zastosowaniu auksyny, auksyny z cytokininą i Ekolistu. Z kolei w 1998 roku istotnie wyższą masę nasion z pędu głównego uzyskano po opryskaniu roślin auksyną i Ekolistem niż cytokininą, gibereliną i wszystkimi kombinacjami z jej udziałem. Rok 1999 charakteryzował się istotnie korzystniejszym wpływem na omawianą cechę auksyny, cytokininy, auksyny z cytokininą i Ekolistem niż pozostałych substancji testowanych w doświadczeniu. Tylko w 1998 roku badane substancje wykazały odmienne działanie w zależności od dawki; z roślin potraktowanych wysoką dawką cytokininy z gibereliną i auksyny z cytokininą zebrano istotnie wyższą masę nasion z pędu głównego łubinu żółtego, niż gdy hormony te zastosowano w dawce niskiej.

Porównanie działania wysokości dawek preparatów stosowanych w doświadczeniu do obiektu kontrolnego (rys. 22) wykazuje, że w 1999 roku zastosowanie auksyny, cytokininy, auksyny z cytokininą i Ekolistu we wszystkich dawkach wpłynęło na istotny wzrost masy nasion z pędu głównego. W 1998 roku stwierdzono istotnie niekorzystny w porównaniu do kontroli wpływ średniej dawki auksyny

z giberelinią a także niskiej dawki cytokininy z giberelinią na masę nasion z pędu głównego łubinu żółtego. Tego typu tendencje (nieistotne) odnotowano też w stosunku do gibereliny i wszystkich zabiegów z jej udziałem w 1997 roku; w tym roku tylko wysoka dawka Ekolistu wpłynęła na istotny w stosunku do kontroli wzrost masy nasion z pędu głównego łubinu żółtego.

Z analizy trendu masy nasion z pędu głównego łubinu żółtego w wieloleciu (rys. 23) wynika zdecydowanie korzystny wpływ na ten strukturalny element plonowania wzrastających dawek auksyny, jej połączenia z cytokininą i Ekolistu (ponad 6,0g nasion uzyskano po potraktowaniu roślin wysokimi dawkami tych substancji) oraz korzystny – cytokininy (5,5g przy dawce średniej). Niekorzystnie na masę nasion z pędu głównego wpływały wzrastające dawki gibereliny, auksyny z giberelinią, i auksyny z cytokininą i z giberelinią.

	Równanie regresji	$x_{max.}$	$y_{max.}$
A	$y_A=5,12+0,035x-0,0003x^2$, R=0,911	58,3 $mg \cdot l^{-1}$	6,1
Ek	$y_{Ek}=5,066+0,273x-0,0181x^2$, R=0,989	7,5 $l \cdot ha^{-1}$	6,1
A+C	$y_{A+C}=5,094+0,0397x-0,0004x^2$, R=0,948	49,6 $mg \cdot l^{-1}$+49,6 $mg \cdot l^{-1}$	6,0
C	$y_C=5,028+0,0245x-0,0003x^2$, R=0,992	40,8 $mg \cdot l^{-1}$	5,5

3.2.4.2. Masa nasion z pędów bocznych

Średnia masa nasion zebrana z pędów bocznych łubinu żółtego (tab. 15) po zabiegu opryskiwania roślin regulatorami wzrostu i Ekolistem wyniosła w wieloleciu 0,74 g i nie różniła się istotnie od masy nasion otrzymanych z roślin kontrolnych – 0,72 g. Podobne nieistotne zależności stwierdzono we wszystkich latach badań. Nie stwierdzono też istotnych różnic w działaniu na tę cechę poszczególnych regulatorów wzrostu, ich mieszanin i Ekolistu. Ani w wieloleciu, ani w żadnym z lat badań działanie testowanych substancji nie zależało istotnie od ich dawek.

W żadnym z lat badań zastosowane dawki regulatorów wzrostu i Ekolistu nie różnicowały istotnie w stosunku do kontroli masy nasion wykształconych na pędach bocznych łubinu żółtego (rys. 24). Podobnie jak dla liczby nasion, również ich masa zebrana z pędów bocznych podlegały dość dużym, aczkolwiek nieistotnym wahaniom.

Obserwacja kierunku zmian masy nasion z pędów bocznych w wieloleciu

(rys. 25) wskazuje na tendencję do jej zwiększania pod wpływem rosnących dawek gibereliny. Po użyciu auksyny maksymalną masę nasion z pędów bocznych uzyskano przy dawce 28,3 $mg \cdot l^{-1}$.

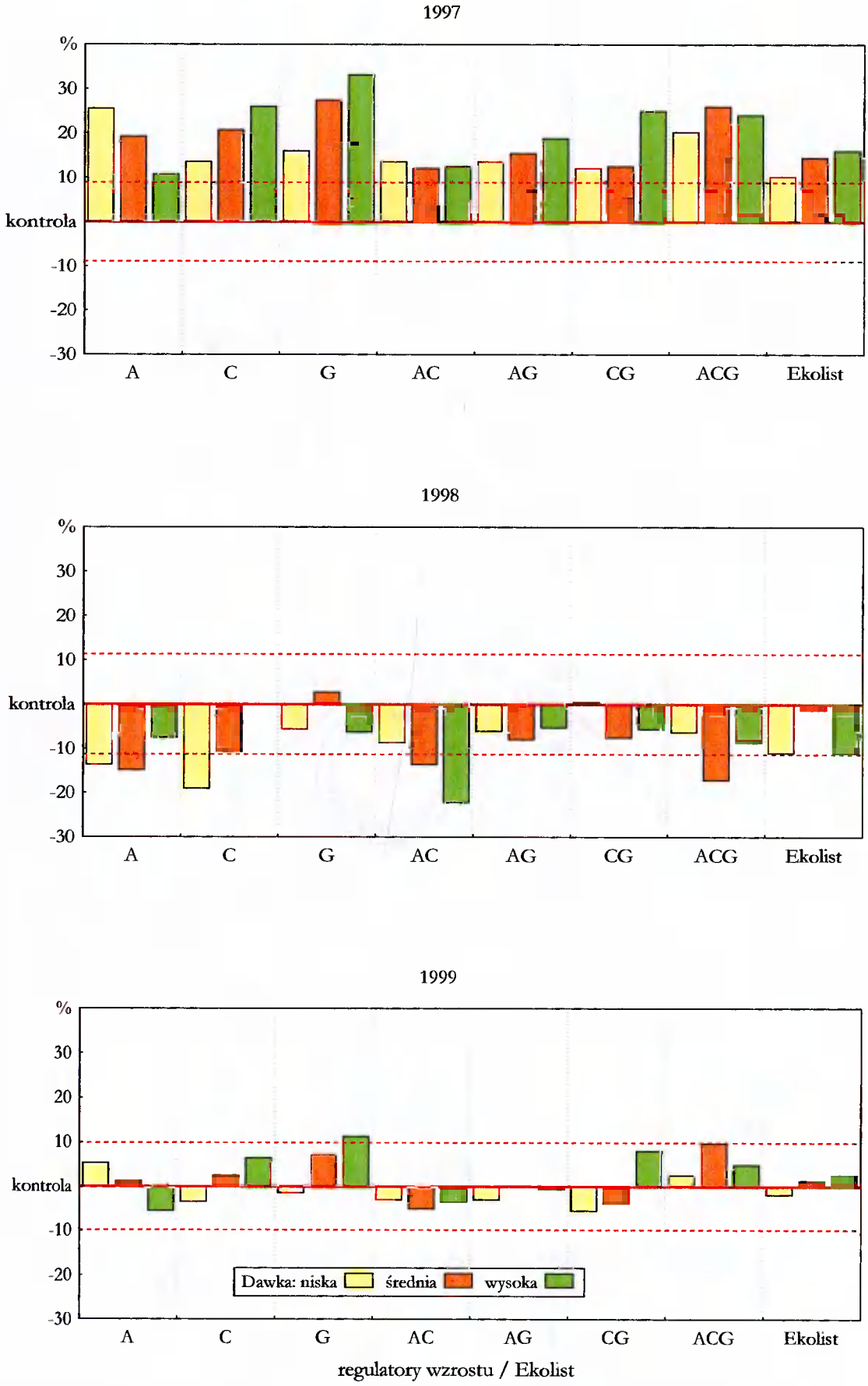
	Równanie regresji	$x_{max.}$	$y_{max.}$
A	$y_A=0,753+0,007425x-0,000131x^2$, R=0,581	28,3 $mg \cdot l^{-1}$	0,86

3.2.4.3. Masa nasion z jednej rośliny

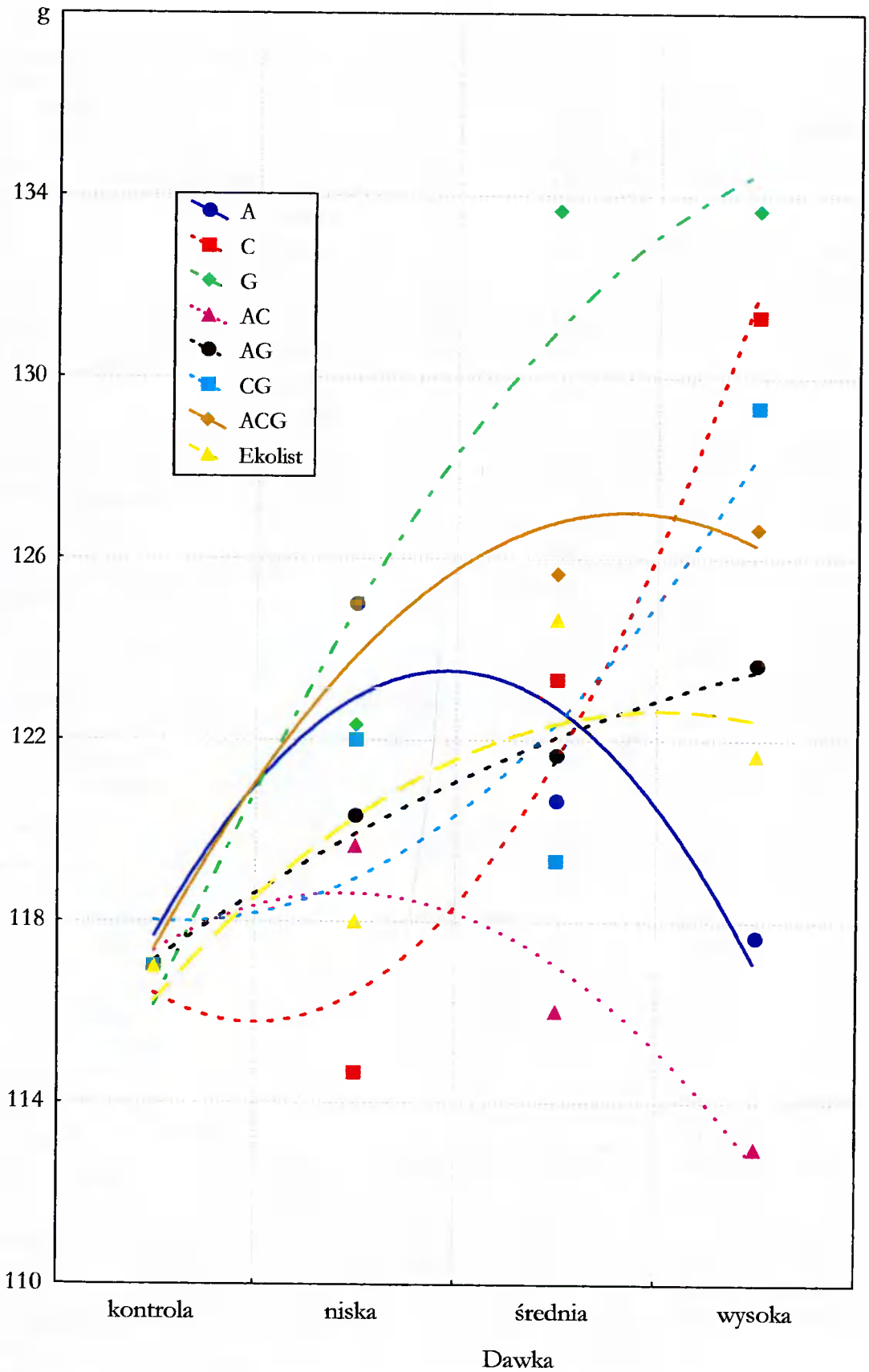
Po zastosowaniu badanych regulatorów wzrostu i Ekolistu średnia masa nasion zebranych z jednej rośliny łubinu żółtego (tab. 16) była najwyższa w 1997 roku, a najniższa w 1998 roku; w wieloleciu wyniosła 5,92 g i nie różniła się istotnie od masy nasion zebranych z roślin kontrolnych – 5,76 g. Różnice istotne stwierdzono tylko w 1999 roku, kiedy masa nasion z roślin poddanych zabiegom była istotnie, o 15,2% wyższa niż zebrana z roślin kontrolnych. Analiza statystyczna dla trzech lat badań udowodniła zróżnicowany wpływ testowanych substancji na masę nasion z jednej rośliny łubinu żółtego; auksyna i Ekolist wpłynęły na istotny wzrost masy nasion z jednej rośliny w porównaniu do efektów gibereliny i jej kombinacji z pozostałymi regulatorami. W 1997 roku tylko Ekolist w porównaniu z giberelinią i zabiegami z jej udziałem, a w 1998 w porównaniu z cytokininą i mieszaniną trzech regulatorów wpływał na istotny wzrost masy nasion. Z kolei w roku 1999 wpływ auksyny, cytokininy, połączenia obu tych substancji i Ekolistu był podobny, a masa nasion z rośliny była istotnie wyższa od efektów działania pozostałych regulatorów testowanych w doświadczeniu.

Tylko w roku 1998 udowodniono istotny wpływ dawki zastosowanych substancji na masę nasion z jednej rośliny łubinu żółtego. Z jednej rośliny łubinu żółtego opryskanej średnią i wysoką dawką cytokininy z giberelinią zebrano istotnie wyższą masę nasion niż po zastosowaniu tej mieszaniny w dawce niskiej.

Analiza wpływu dawek zastosowanych substancji w stosunku do obiektu kontrolnego (rys. 26) pozwala stwierdzić korzystny wpływ wysokiej dawki Ekolistu w 1997 roku i wszystkich dawek tego nawozu w 1999 roku, w którym notowano też wzrost w stosunku do kontroli masy nasion z jednej rośliny łubinu żółtego traktowanej wszystkimi dawkami auksyny, cytokininy oraz auksyny z cytokininą. Jednakże w 1998 roku średnia dawka auksyny z giberelinią oraz niska cytokininy z giberelinią



Rys. 28. Masa tysiąca nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



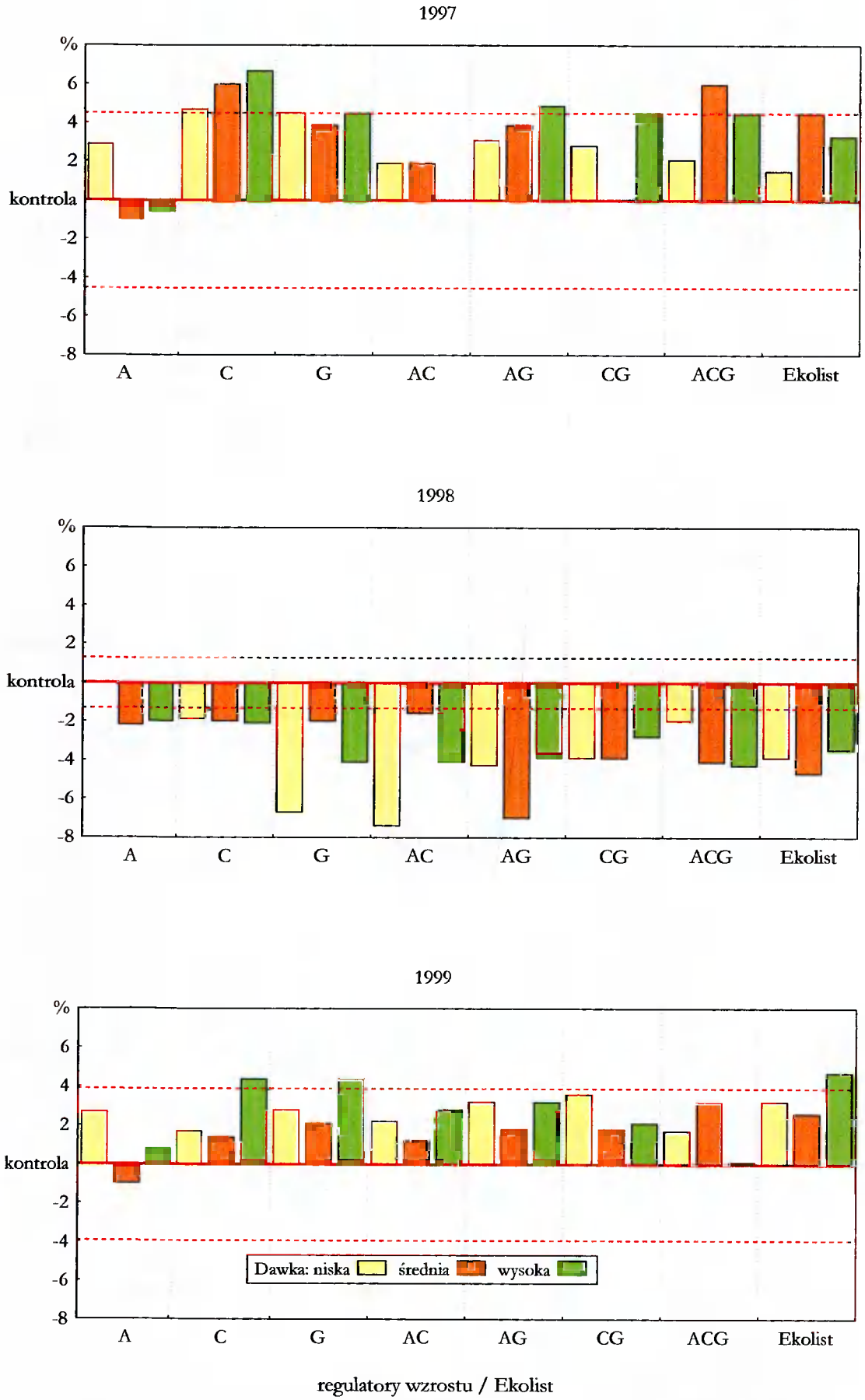
Rys. 29. Masa tysiąca nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 18. Zawartość białka ogólnego w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

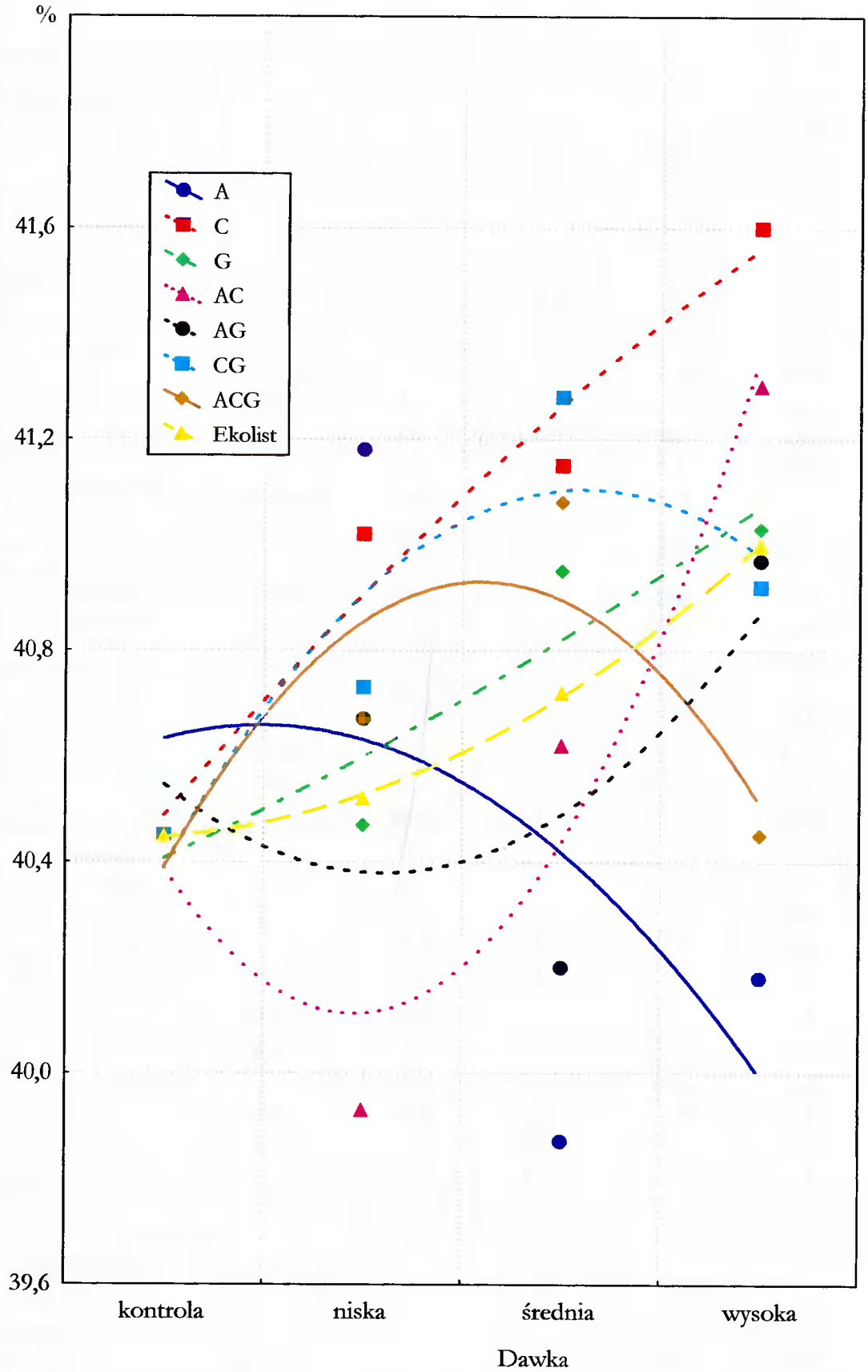
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**39,8**	**42,7**	**39,0**	**40,5**
Auksyna (A)	niska	40,9	42,7	40,0	**41,2**
	średnia	39,4	41,7	38,6	**39,9**
	wysoka	39,5	41,8	39,3	**40,2**
Średnia		**39,9**	**42,1**	**39,3**	**40,4**
Cytokinina (C)	niska	41,6	41,9	39,6	**41,0**
	średnia	42,2	41,8	39,5	**41,2**
	wysoka	42,4	41,8	40,7	**41,6**
Średnia		**42,1**	**41,8**	**39,9**	**41,3**
Giberelina (G)	niska	41,6	39,8	40,1	**40,5**
	średnia	41,3	41,8	39,8	**41,0**
	wysoka	41,6	40,9	40,7	**41,0**
Średnia		**41,5**	**40,8**	**40,2**	**40,8**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	40,5	39,5	39,8	**39,9**
	średnia	40,5	42,0	39,4	**40,6**
	wysoka	43,0	40,9	40,1	**41,3**
Średnia		**41,3**	**40,8**	**39,8**	**40,6**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	41,0	40,8	40,2	**40,7**
	średnia	41,3	39,7	39,7	**40,2**
	wysoka	41,7	41,0	40,2	**41,0**
Średnia		**41,3**	**40,5**	**40,0**	**40,6**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	40,9	41,0	40,4	**40,7**
	średnia	43,2	41,0	39,7	**41,3**
	wysoka	41,6	41,5	39,8	**40,9**
Średnia		**41,9**	**41,2**	**39,9**	**41,0**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	40,6	41,8	39,6	**40,7**
	średnia	42,2	40,9	40,2	**41,1**
	wysoka	41,6	40,8	39,0	**40,5**
Średnia		**41,4**	**41,2**	**39,6**	**40,7**
Ekolist (Ek)	niska	40,4	41,0	40,2	**40,5**
	średnia	41,6	40,7	40,0	**40,7**
	wysoka	41,1	41,2	40,8	**41,0**
Średnia		**41,0**	**40,9**	**40,3**	**40,7**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**41,3**	**41,2**	**39,9**	**40,8**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	0,87	0,26	0,73	**nieist.**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	1,14	0,34	0,89	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	1,49	0,44	nieist.	**nieist.**



Rys. 30. Zawartość białka ogólnego w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



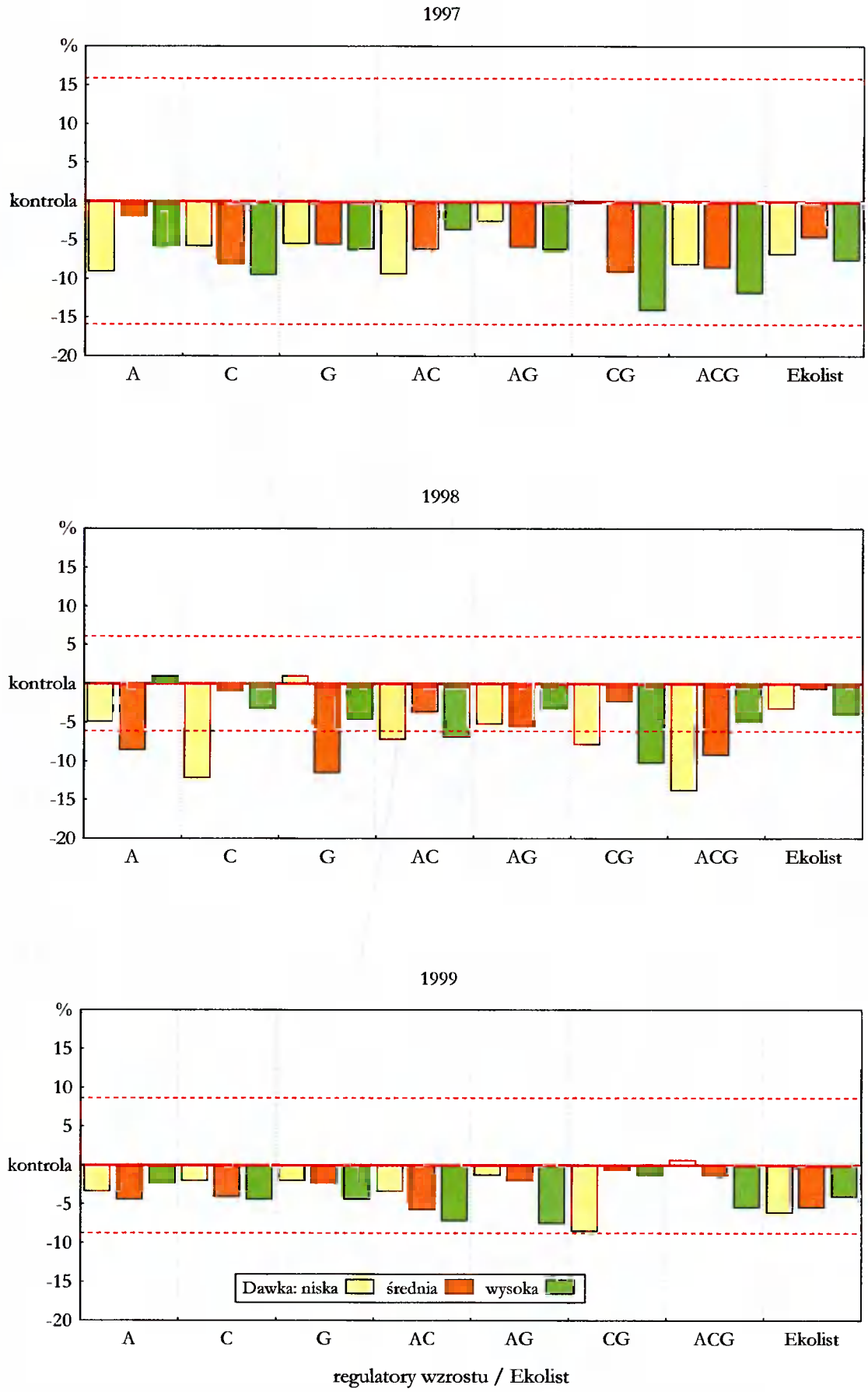
Rys. 31. Zawartość białka w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 19. Zawartość włókna surowego w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

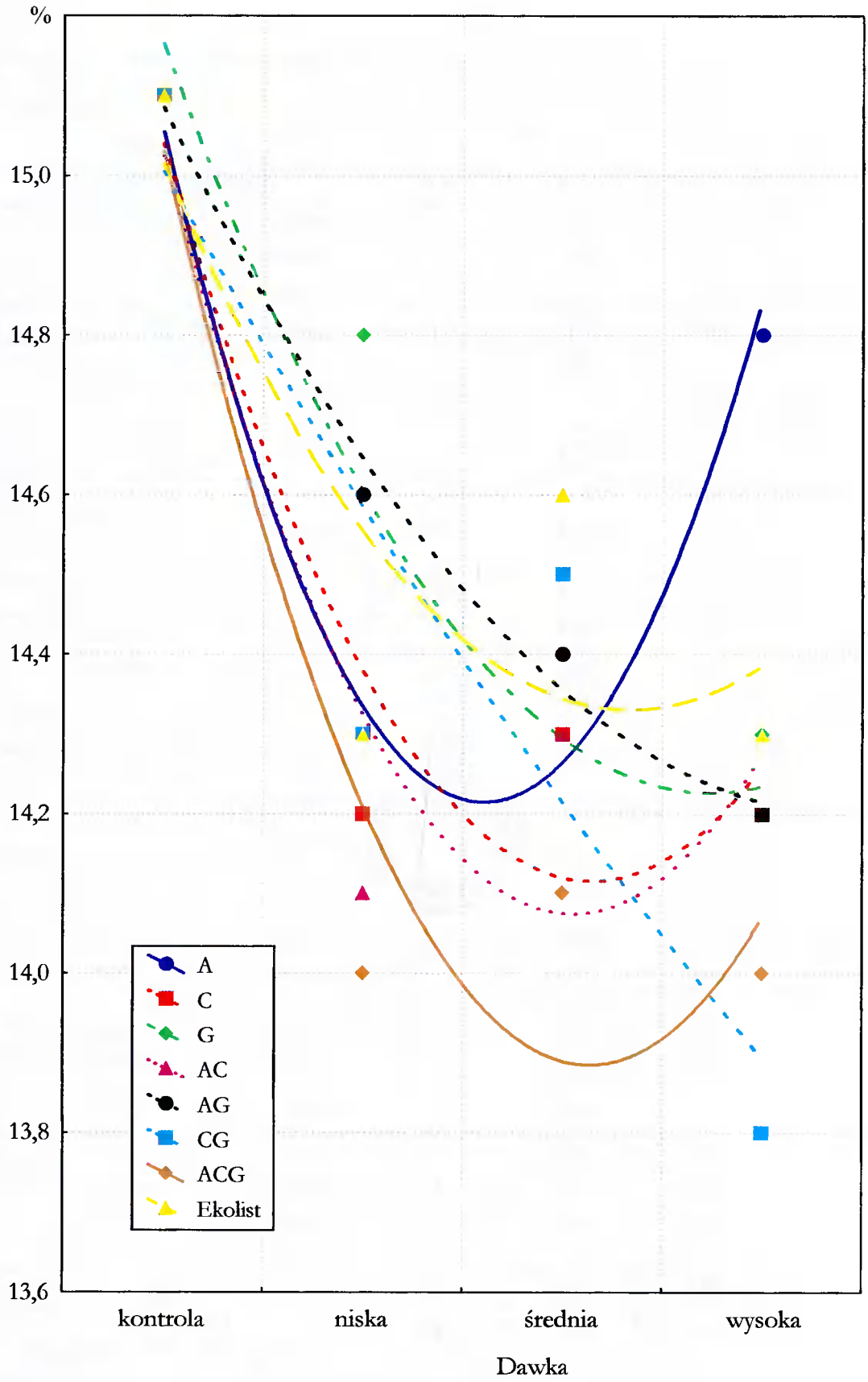
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**15,4**	**15,2**	**14,7**	**15,1**
Auksyna (A)	niska	14,0	14,5	14,2	**14,2**
	średnia	15,1	13,9	14,1	**14,4**
	wysoka	14,5	15,4	14,4	**14,8**
Średnia		**14,5**	**14,6**	**14,2**	**14,5**
Cytokinina (C)	niska	14,5	13,7	14,4	**14,2**
	średnia	14,1	15,1	14,1	**14,4**
	wysoka	13,9	14,7	14,1	**14,2**
Średnia		**14,2**	**14,5**	**14,2**	**14,3**
Giberelina (G)	niska	14,5	15,4	14,4	**14,8**
	średnia	14,5	13,5	14,4	**14,1**
	wysoka	14,4	14,5	14,1	**14,3**
Średnia		**14,5**	**14,4**	**14,3**	**14,4**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	13,9	14,1	14,2	**14,1**
	średnia	14,4	14,7	13,9	**14,3**
	wysoka	14,8	14,2	13,7	**14,2**
Średnia		**14,4**	**14,3**	**13,9**	**14,2**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	15,0	14,4	14,5	**14,6**
	średnia	14,5	14,4	14,4	**14,4**
	wysoka	14,4	14,7	13,6	**14,2**
Średnia		**14,6**	**14,5**	**14,2**	**14,4**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	15,3	14,0	13,5	**14,3**
	średnia	14,0	14,9	14,6	**14,5**
	wysoka	13,2	13,7	14,5	**13,8**
Średnia		**14,2**	**14,2**	**14,2**	**14,2**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	14,1	13,1	14,8	**14,0**
	średnia	14,1	13,8	14,5	**14,1**
	wysoka	13,6	14,5	13,9	**14,0**
Średnia		**13,9**	**13,8**	**14,4**	**14,0**
Ekolist (Ek)	niska	14,3	14,7	13,8	**14,3**
	średnia	14,7	15,1	13,9	**14,6**
	wysoka	14,2	14,6	14,1	**14,3**
Średnia		**14,4**	**14,8**	**13,9**	**14,4**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**14,3**	**14,4**	**14,2**	**14,3**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	0,41	nieist.	**0,41**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	nieist.	0,52	nieist.	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	nieist.	0,68	nieist.	**nieist.**



Rys. 32. Zawartość włókna surowego w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



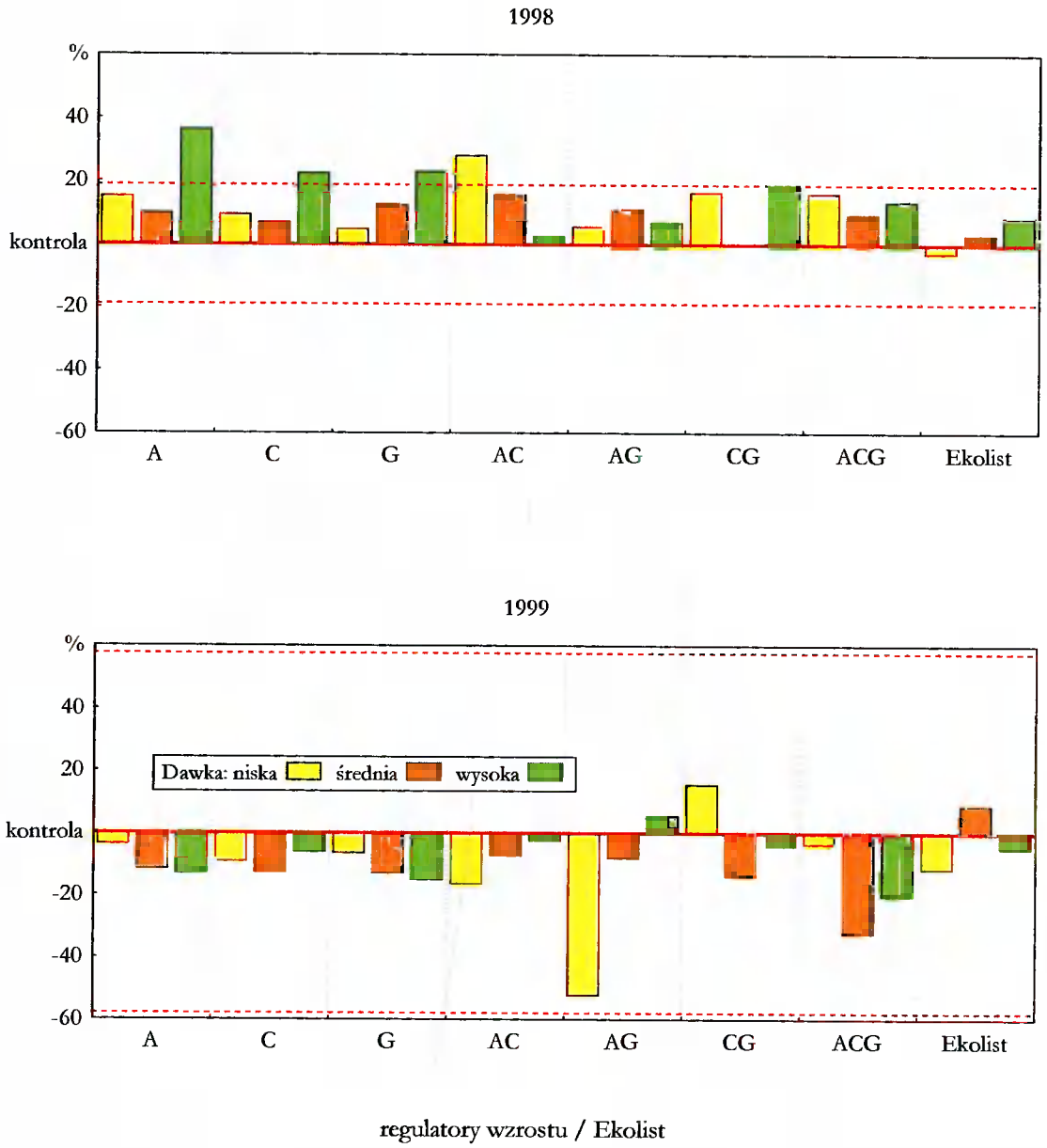
Rys. 33. Zawartość włókna surowego w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 20. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

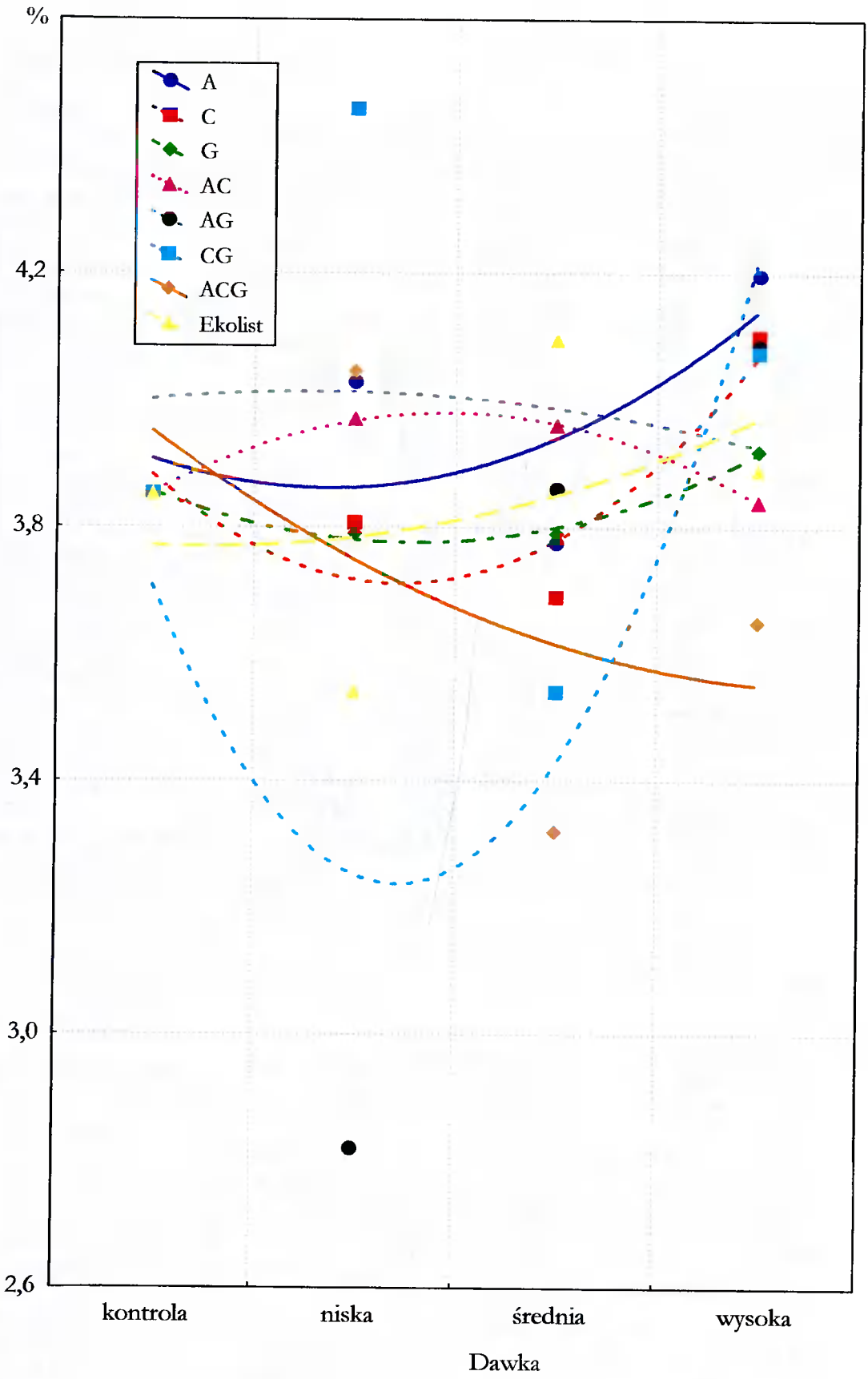
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata		Średnia
		1998	1999	
Obiekt kontrolny		**3,41**	**4,30**	**3,85**
Auksyna (A)	niska	3,92	4,14	**4,03**
	średnia	3,75	3,80	**3,78**
	wysoka	4,66	3,74	**4,20**
Średnia		**4,11**	**3,89**	**4,00**
Cytokinina (C)	niska	3,73	3,89	**3,81**
	średnia	3,65	3,74	**3,69**
	wysoka	4,18	4,02	**4,10**
Średnia		**3,85**	**3,88**	**3,87**
Giberelina (G)	niska	3,57	4,01	**3,79**
	średnia	3,84	3,74	**3,79**
	wysoka	4,20	3,65	**3,92**
Średnia		**3,87**	**3,80**	**3,83**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	4,37	3,58	**3,97**
	średnia	3,95	3,98	**3,96**
	wysoka	3,50	4,18	**3,84**
Średnia		**3,94**	**3,91**	**3,92**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	3,60	2,05	**2,82**
	średnia	3,79	3,94	**3,86**
	wysoka	3,64	4,53	**4,09**
Średnia		**3,68**	**3,51**	**3,59**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	3,97	4,96	**4,46**
	średnia	3,40	3,69	**3,45**
	wysoka	4,05	4,11	**4,08**
Średnia		**3,80**	**4,25**	**4,00**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	3,96	4,14	**4,05**
	średnia	3,73	2,90	**3,32**
	wysoka	3,88	3,42	**3,65**
Średnia		**3,86**	**3,49**	**3,67**
Ekolist (Ek)	niska	3,31	3,79	**3,55**
	średnia	3,51	4,68	**4,10**
	wysoka	3,70	4,08	**3,89**
Średnia		**3,50**	**4,18**	**3,84**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**3,83**	**3,86**	**3,84**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	nieist.	**nieist.**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	nieist.	nieist.	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	0,574	nieist.	**nieist.**



Rys. 34. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



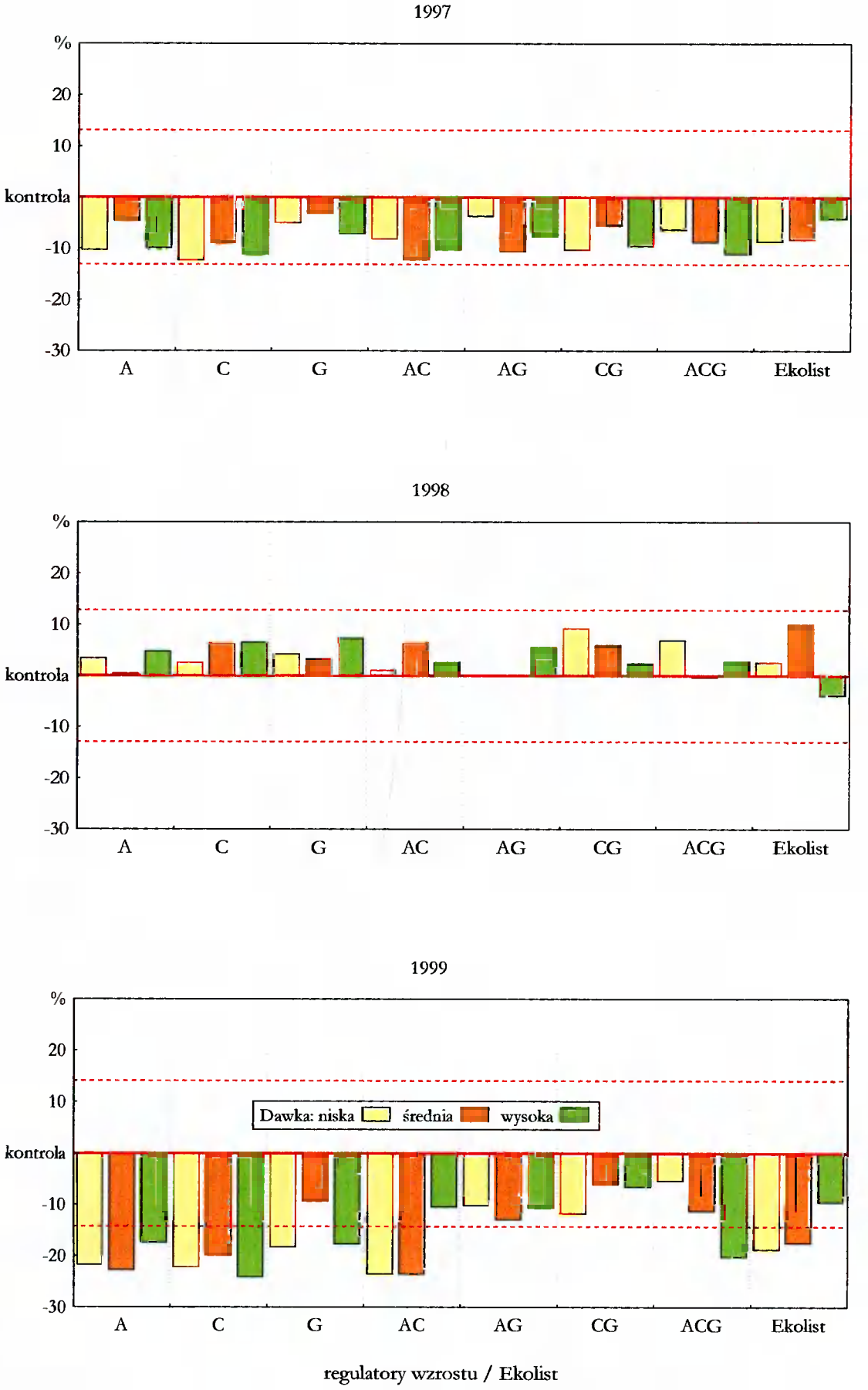
Rys. 35. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 21. Zawartość popiołu w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

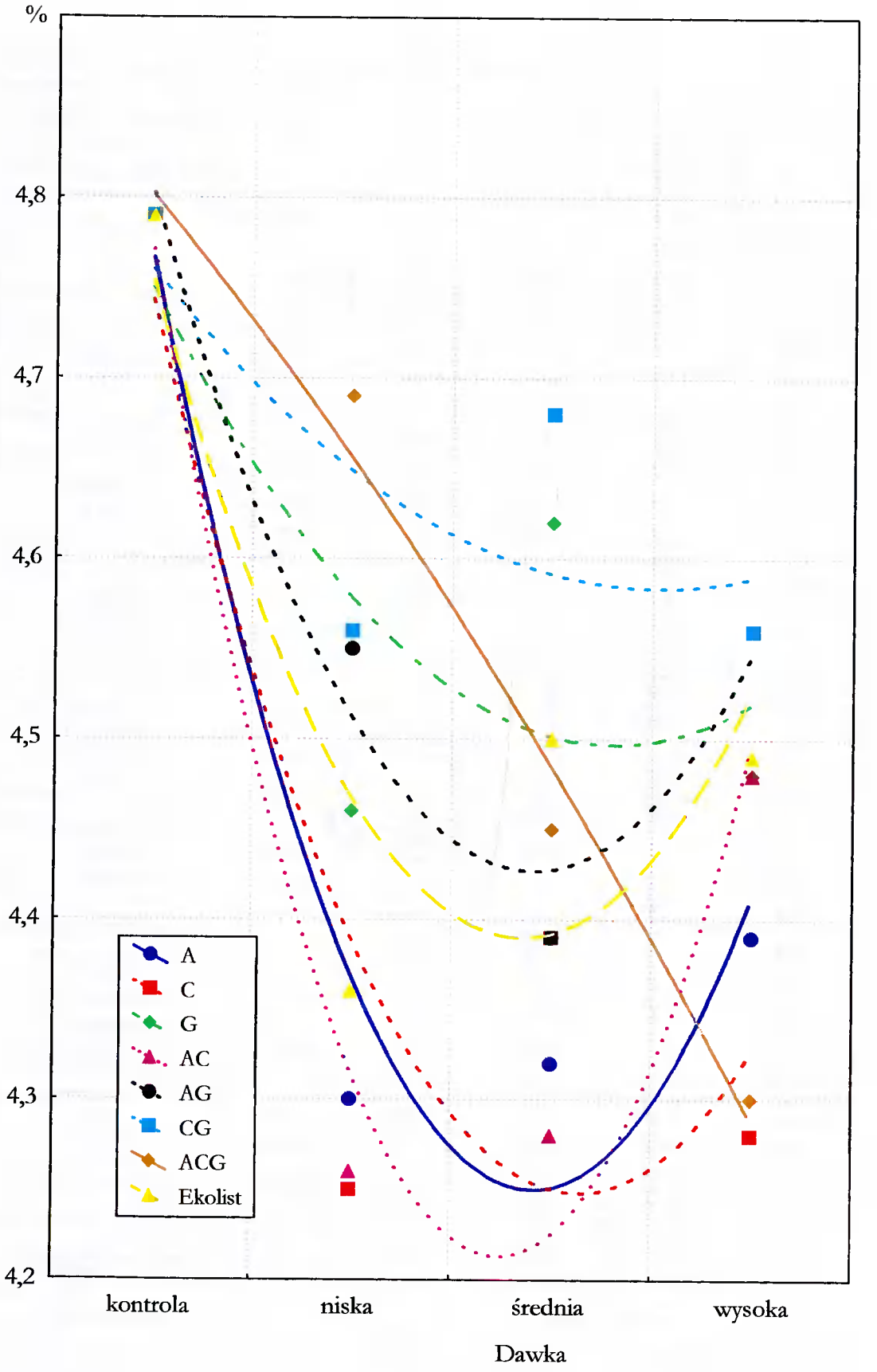
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**4,74**	**4,46**	**5,16**	**4,79**
Auksyna (A)	niska	4,25	4,61	4,04	**4,30**
	średnia	4,51	4,48	3,98	**4,32**
	wysoka	4,26	4,67	4,26	**4,40**
Średnia		**4,34**	**4,59**	**4,09**	**4,34**
Cytokinina (C)	niska	4,15	4,58	4,01	**4,25**
	średnia	4,31	4,74	4,13	**4,39**
	wysoka	4,20	4,75	3,91	**4,29**
Średnia		**4,22**	**4,69**	**4,02**	**4,31**
Giberelina (G)	niska	4,50	4,65	4,22	**4,46**
	średnia	4,58	4,61	4,68	**4,62**
	wysoka	4,40	4,79	4,25	**4,48**
Średnia		**4,49**	**4,68**	**4,38**	**4,52**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	4,35	4,51	3,93	**4,26**
	średnia	4,15	4,75	3,94	**4,28**
	wysoka	4,25	4,58	4,62	**4,48**
Średnia		**4,25**	**4,61**	**4,16**	**4,34**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	4,56	4,47	4,63	**4,55**
	średnia	4,23	4,46	4,49	**4,39**
	wysoka	4,37	4,71	4,61	**4,56**
Średnia		**4,38**	**4,54**	**4,58**	**4,50**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	4,25	4,87	4,55	**4,56**
	średnia	4,47	4,73	4,85	**4,68**
	wysoka	4,28	4,57	4,82	**4,56**
Średnia		**4,33**	**4,72**	**4,74**	**4,60**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	4,43	4,77	4,88	**4,69**
	średnia	4,32	4,44	4,58	**4,45**
	wysoka	4,21	4,58	4,12	**4,30**
Średnia		**4,32**	**4,60**	**4,52**	**4,48**
Ekolist (Ek)	niska	4,32	4,58	4,19	**4,36**
	średnia	4,34	4,91	4,26	**4,50**
	wysoka	4,53	4,28	4,67	**4,49**
Średnia		**4,40**	**4,59**	**4,37**	**4,45**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**4,34**	**4,63**	**4,36**	**4,44**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	nieist.	0,290	**0,160**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	nieist.	nieist.	0,370	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	nieist.	nieist.	0,480	**nieist.**



Rys. 36. Zawartość popiołu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



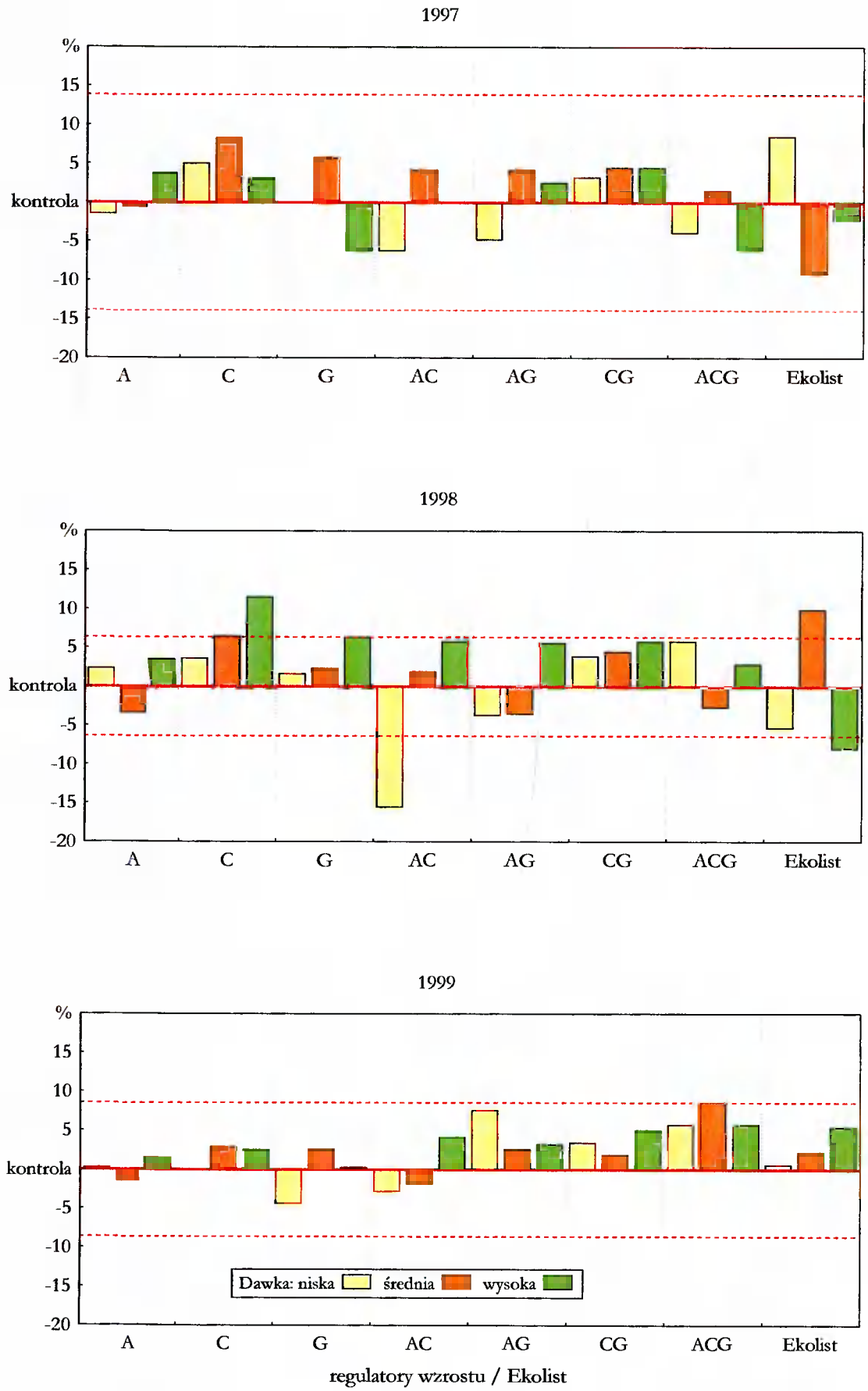
Rys. 37. Zawartość popiołu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 22. Zawartość fosforu w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

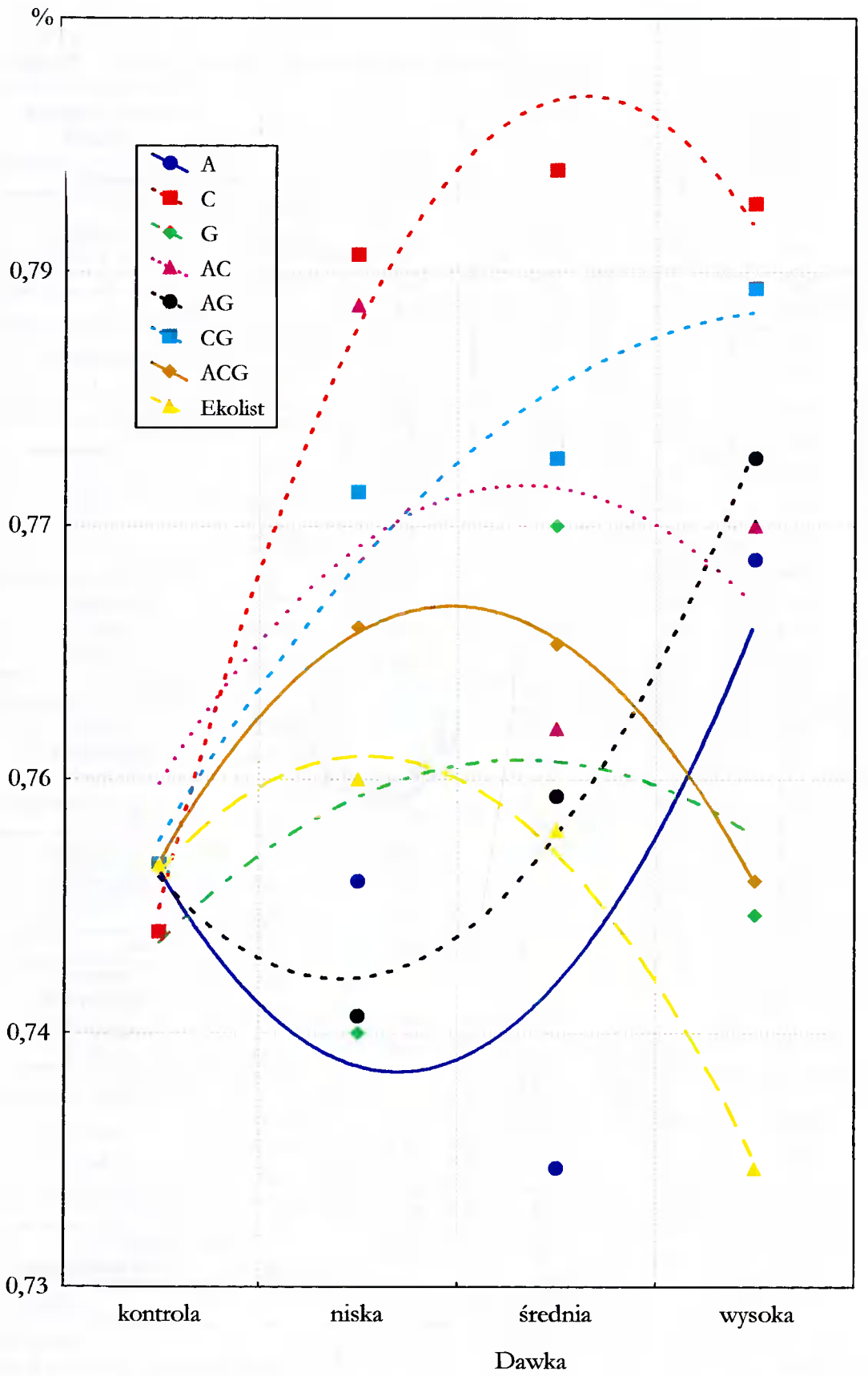
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**0,78**	**0,77**	**0,69**	**0,75**
Auksyna (A)	niska	0,77	0,79	0,69	**0,75**
	średnia	0,78	0,75	0,68	**0,73**
	wysoka	0,81	0,80	0,70	**0,77**
Średnia		**0,79**	**0,78**	**0,69**	**0,75**
Cytokinina (C)	niska	0,82	0,80	0,69	**0,77**
	średnia	0,85	0,82	0,71	**0,79**
	wysoka	0,81	0,86	0,70	**0,79**
Średnia		**0,82**	**0,83**	**0,70**	**0,78**
Giberelina (G)	niska	0,78	0,78	0,66	**0,74**
	średnia	0,83	0,79	0,70	**0,77**
	wysoka	0,73	0,82	0,69	**0,75**
Średnia		**0,78**	**0,80**	**0,68**	**0,75**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	0,73	0,65	0,67	**0,68**
	średnia	0,81	0,79	0,67	**0,76**
	wysoka	0,78	0,82	0,71	**0,77**
Średnia		**0,78**	**0,75**	**0,68**	**0,74**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	0,74	0,74	0,74	**0,74**
	średnia	0,81	0,74	0,70	**0,75**
	wysoka	0,80	0,81	0,71	**0,77**
Średnia		**0,79**	**0,77**	**0,72**	**0,76**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	0,81	0,80	0,71	**0,77**
	średnia	0,82	0,81	0,70	**0,77**
	wysoka	0,82	0,82	0,72	**0,78**
Średnia		**0,81**	**0,81**	**0,71**	**0,78**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	0,75	0,82	0,73	**0,76**
	średnia	0,79	0,75	0,75	**0,76**
	wysoka	0,73	0,79	0,73	**0,75**
Średnia		**0,76**	**0,79**	**0,73**	**0,76**
Ekolist (Ek)	niska	0,85	0,73	0,69	**0,76**
	średnia	0,71	0,85	0,70	**0,75**
	wysoka	0,76	0,71	0,72	**0,73**
Średnia		**0,77**	**0,76**	**0,70**	**0,75**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**0,79**	**0,77**	**0,69**	**0,75**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	nieist.	nieist.	**nieist.**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	nieist.	0,030	0,040	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	0,088	0,040	nieist.	**nieist.**



Rys. 38. Zawartość fosforu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



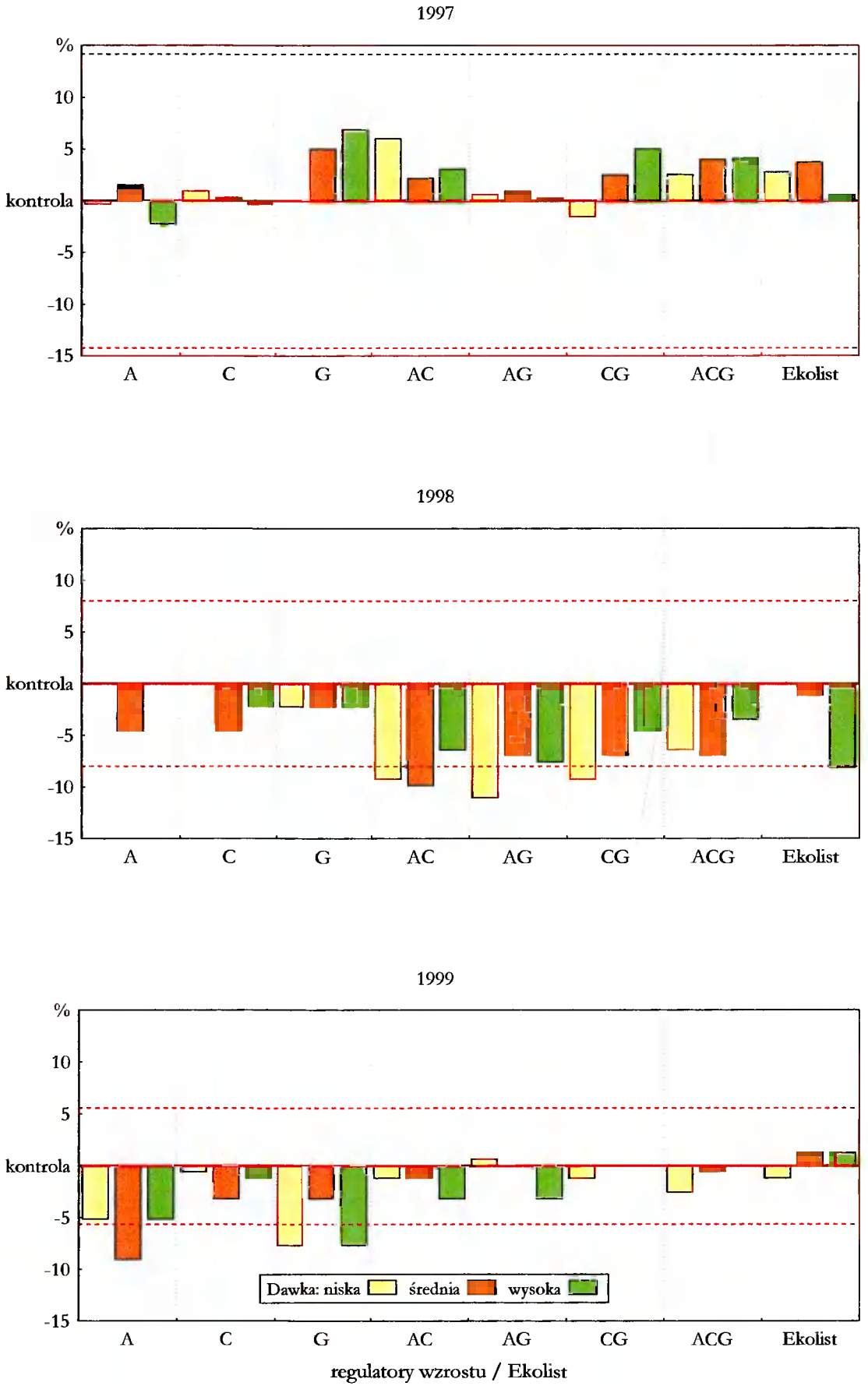
Rys. 39. Zawartość fosforu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 23. Zawartość potasu w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

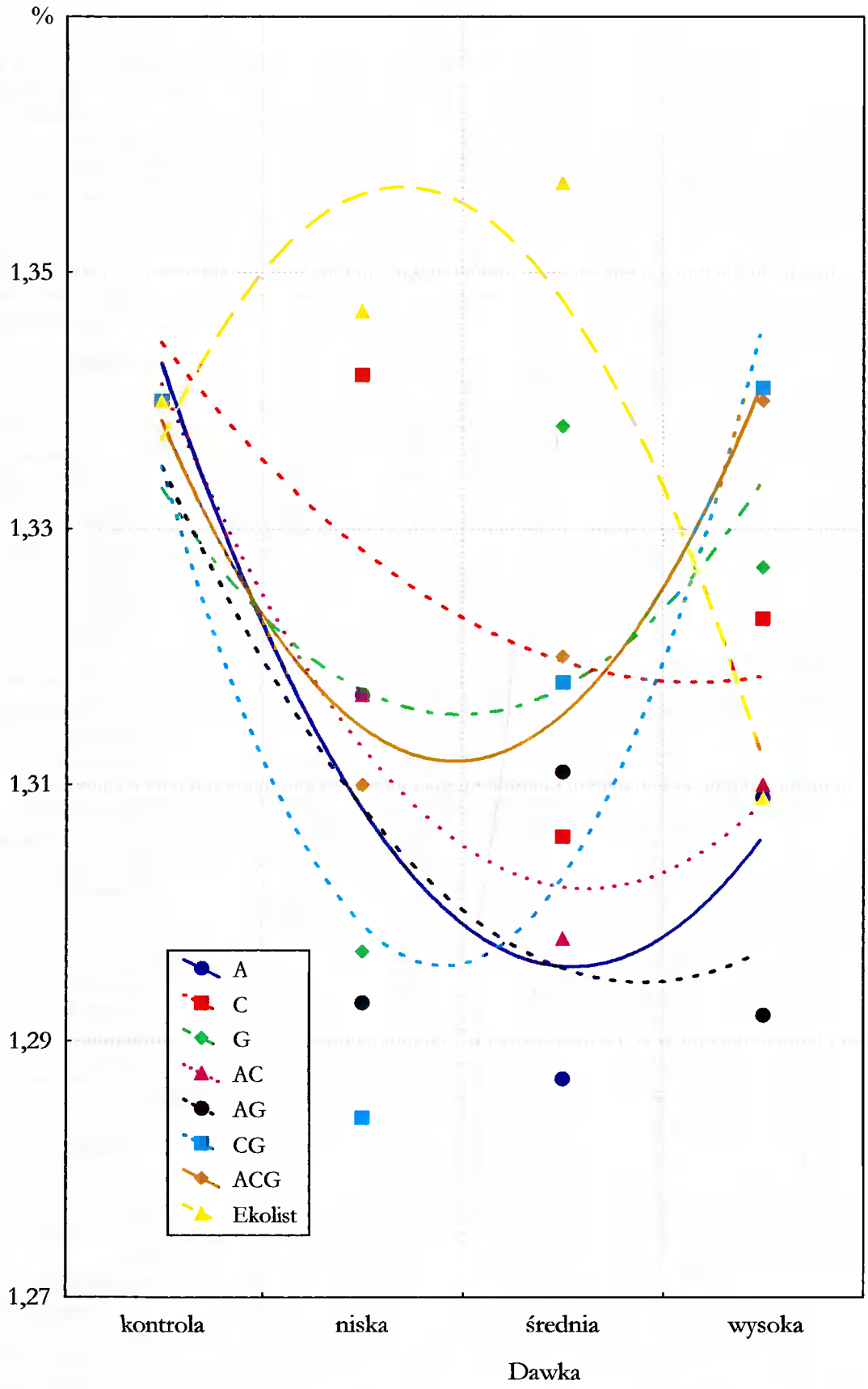
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**1,32**	**1,43**	**1,28**	**1,34**
Auksyna (A)	niska	1,31	1,43	1,21	**1,32**
	średnia	1,34	1,36	1,16	**1,29**
	wysoka	1,29	1,43	1,21	**1,31**
Średnia		**1,31**	**1,41**	**1,20**	**1,30**
Cytokinina (C)	niska	1,33	1,43	1,27	**1,34**
	średnia	1,32	1,36	1,24	**1,31**
	wysoka	1,31	1,40	1,26	**1,32**
Średnia		**1,32**	**1,40**	**1,26**	**1,32**
Giberelina (G)	niska	1,32	1,40	1,18	**1,30**
	średnia	1,38	1,40	1,24	**1,34**
	wysoka	1,41	1,40	1,18	**1,33**
Średnia		**1,37**	**1,40**	**1,20**	**1,32**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	1,40	1,30	1,26	**1,32**
	średnia	1,35	1,29	1,26	**1,30**
	wysoka	1,36	1,34	1,24	**1,31**
Średnia		**1,37**	**1,31**	**1,25**	**1,31**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	1,32	1,27	1,29	**1,29**
	średnia	1,33	1,33	1,28	**1,31**
	wysoka	1,32	1,32	1,24	**1,29**
Średnia		**1,32**	**1,31**	**1,27**	**1,30**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	1,30	1,30	1,26	**1,28**
	średnia	1,35	1,33	1,28	**1,32**
	wysoka	1,38	1,36	1,28	**1,34**
Średnia		**1,34**	**1,33**	**1,27**	**1,31**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	1,35	1,34	1,25	**1,31**
	średnia	1,37	1,33	1,27	**1,32**
	wysoka	1,37	1,38	1,28	**1,34**
Średnia		**1,36**	**1,35**	**1,26**	**1,32**
Ekolist (Ek)	niska	1,35	1,43	1,26	**1,35**
	średnia	1,37	1,41	1,29	**1,36**
	wysoka	1,32	1,31	1,29	**1,31**
Średnia		**1,35**	**1,38**	**1,28**	**1,34**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**1,32**	**1,36**	**1,25**	**1,34**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	0,05	nieist.	**nieist.**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	nieist.	0,07	0,04	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	nieist.	0,09	0,05	**nieist.**



Rys. 40. Zawartość potasu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



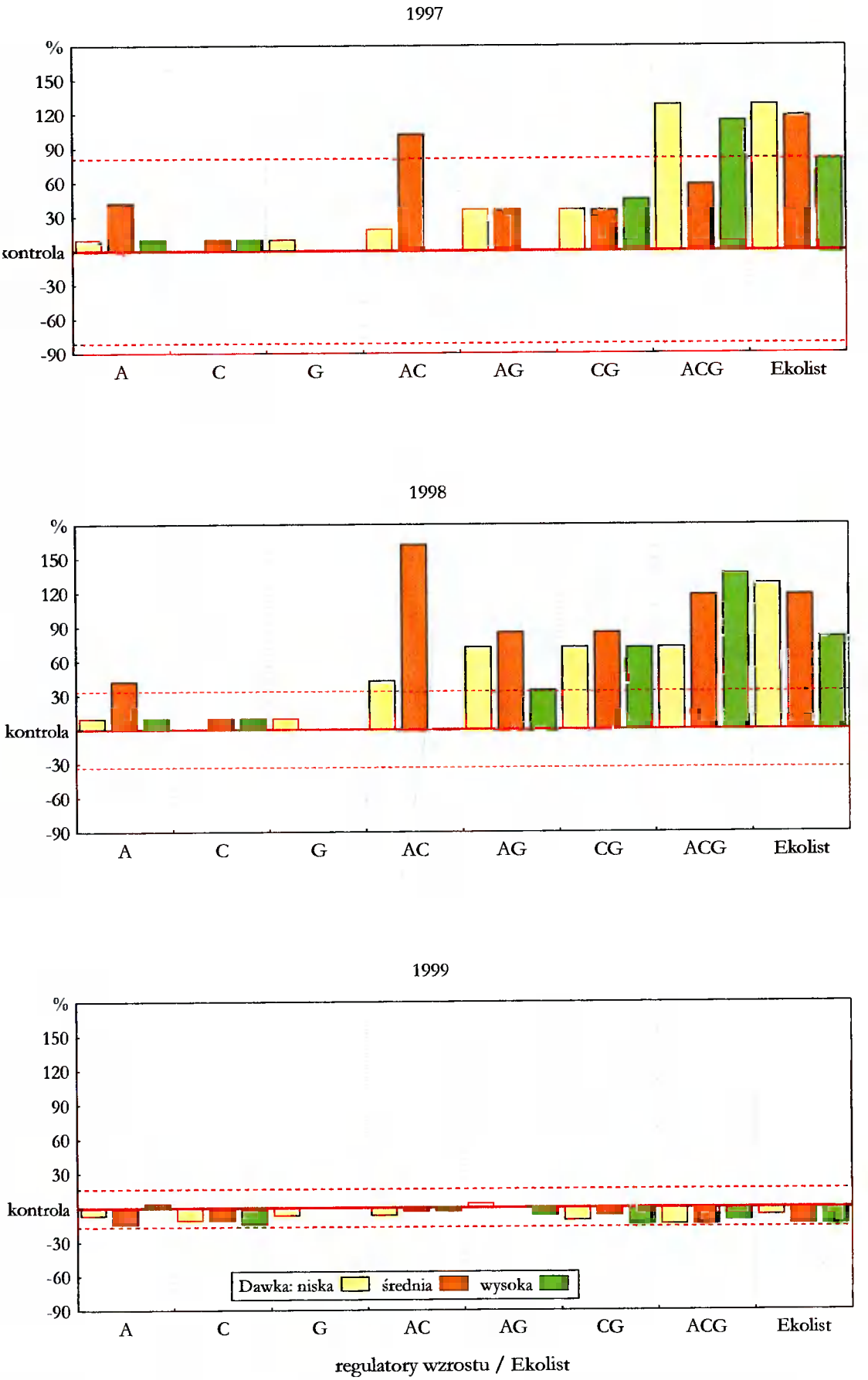
Rys. 41. Zawartość potasu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 24. Zawartość wapnia w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

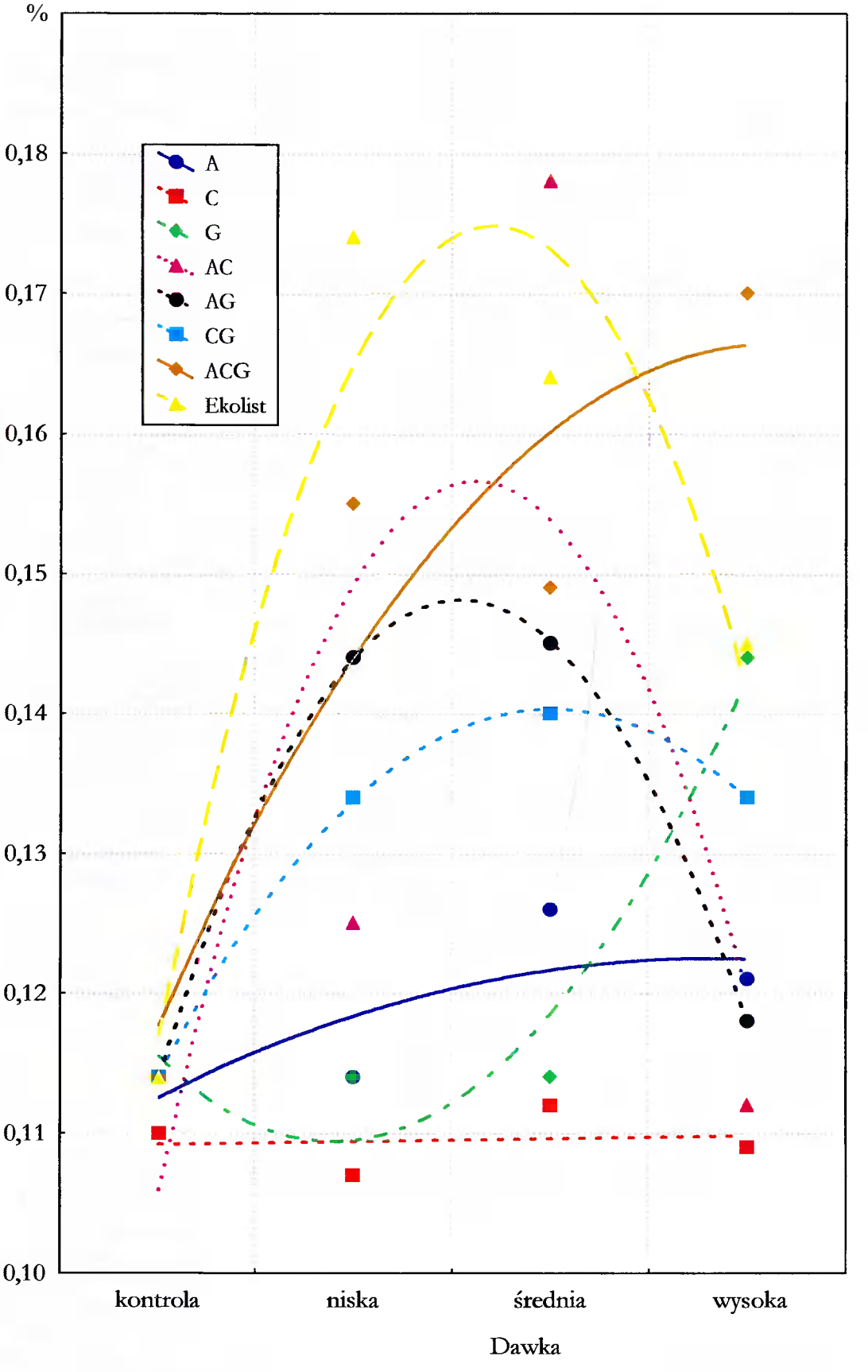
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**0,08**	**0,08**	**0,19**	**0,11**
Auksyna (A)	niska	0,08	0,08	0,18	**0,11**
	średnia	0,11	0,11	0,16	**0,13**
	wysoka	0,08	0,08	0,20	**0,12**
Średnia		**0,09**	**0,09**	**0,18**	**0,12**
Cytokinina (C)	niska	0,08	0,08	0,17	**0,11**
	średnia	0,08	0,08	0,17	**0,11**
	wysoka	0,08	0,08	0,16	**0,11**
Średnia		**0,08**	**0,08**	**0,17**	**0,11**
Giberelina (G)	niska	0,08	0,08	0,18	**0,11**
	średnia	0,08	0,08	0,19	**0,11**
	wysoka	0,08	0,08	0,19	**0,11**
Średnia		**0,08**	**0,08**	**0,19**	**0,11**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	0,09	0,11	0,18	**0,13**
	średnia	0,15	0,20	0,19	**0,18**
	wysoka	0,08	0,07	0,19	**0,11**
Średnia		**0,11**	**0,13**	**0,18**	**0,14**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	0,10	0,13	0,20	**0,14**
	średnia	0,10	0,14	0,19	**0,15**
	wysoka	0,08	0,10	0,18	**0,12**
Średnia		**0,09**	**0,12**	**0,19**	**0,14**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	0,10	0,13	0,17	**0,13**
	średnia	0,10	0,14	0,18	**0,14**
	wysoka	0,11	0,13	0,16	**0,13**
Średnia		**0,10**	**0,13**	**0,17**	**0,14**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	0,17	0,13	0,16	**0,16**
	średnia	0,12	0,16	0,16	**0,15**
	wysoka	0,16	0,18	0,17	**0,17**
Średnia		**0,15**	**0,16**	**0,17**	**0,16**
Ekolist (Ek)	niska	0,17	0,17	0,18	**0,17**
	średnia	0,16	0,16	0,16	**0,16**
	wysoka	0,14	0,14	0,16	**0,15**
Średnia		**0,16**	**0,16**	**0,17**	**0,16**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**0,11**	**0,12**	**0,18**	**0,13**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	0,020	nieist.	**nieist.**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	0,0600	0,026	0,012	**0,0370**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	nieist.	0,034	0,016	**nieist.**



Rys. 42. Zawartość wapnia w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



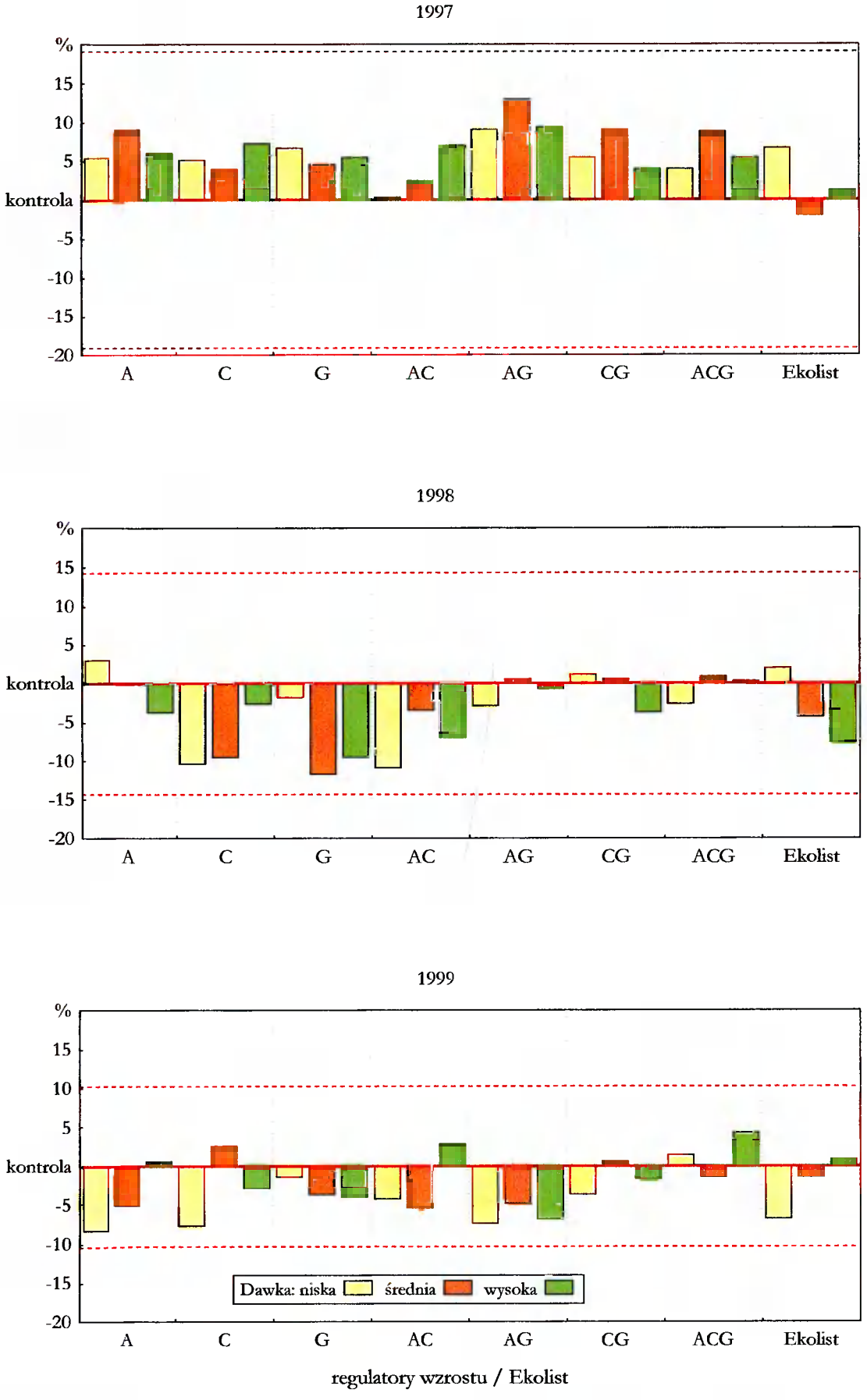
Rys. 43. Zawartość wapnia w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 25. Zawartość magnezu w nasionach łubinu żółtego w % s. m.

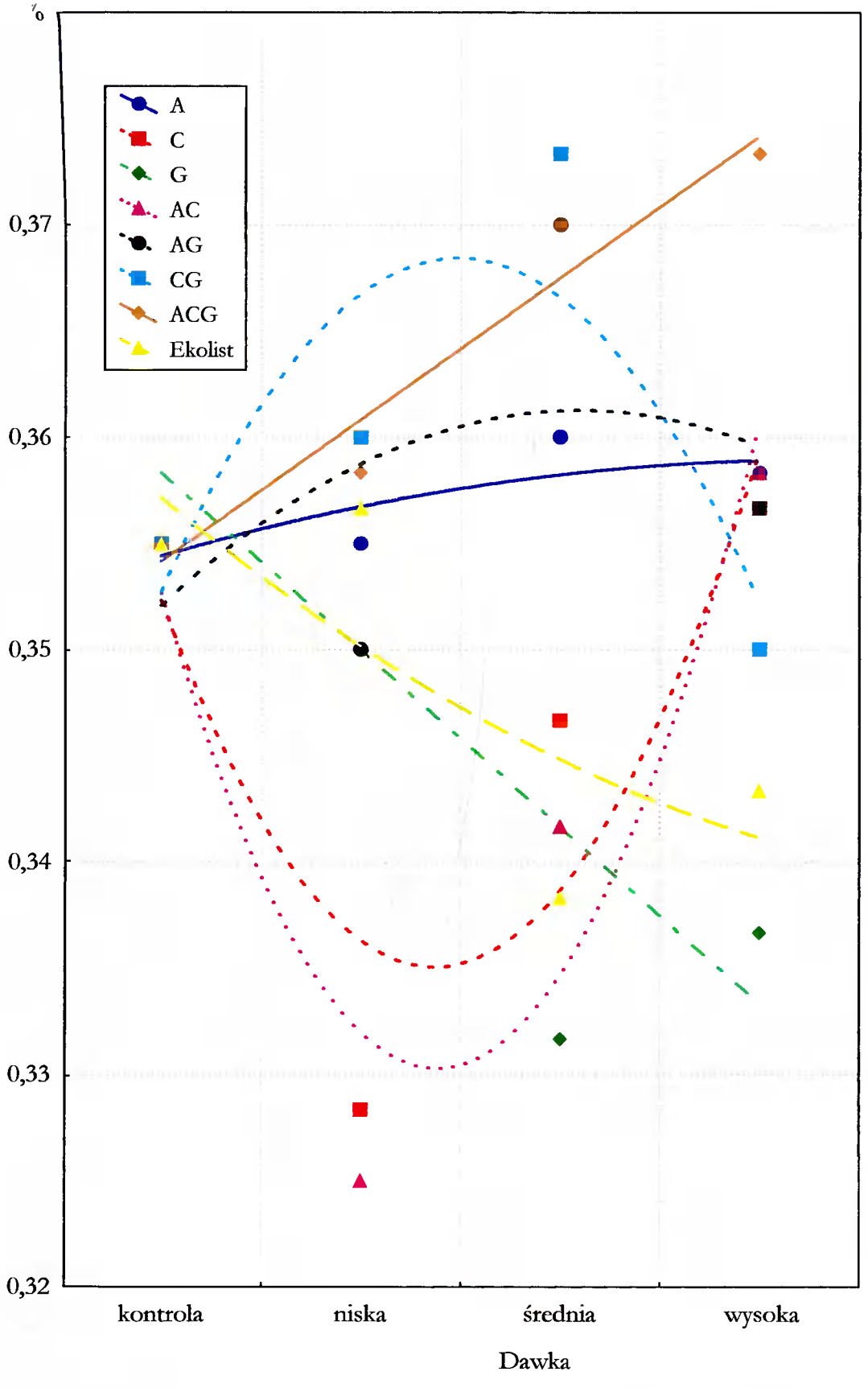
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**0,33**	**0,36**	**0,35**	**0,35**
Auksyna (A)	niska	0,35	0,38	0,32	**0,35**
	średnia	0,36	0,36	0,33	**0,35**
	wysoka	0,35	0,35	0,35	**0,35**
Średnia		**0,35**	**0,36**	**0,34**	**0,35**
Cytokinina (C)	niska	0,35	0,33	0,32	**0,33**
	średnia	0,35	0,33	0,36	**0,34**
	wysoka	0,36	0,35	0,34	**0,35**
Średnia		**0,35**	**0,34**	**0,34**	**0,34**
Giberelina (G)	niska	0,35	0,36	0,35	**0,35**
	średnia	0,35	0,32	0,34	**0,34**
	wysoka	0,35	0,33	0,34	**0,34**
Średnia		**0,35**	**0,34**	**0,34**	**0,34**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	0,33	0,32	0,34	**0,33**
	średnia	0,34	0,35	0,33	**0,34**
	wysoka	0,36	0,34	0,36	**0,35**
Średnia		**0,34**	**0,34**	**0,34**	**0,34**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	0,36	0,35	0,32	**0,35**
	średnia	0,38	0,37	0,33	**0,36**
	wysoka	0,36	0,36	0,33	**0,35**
Średnia		**0,37**	**0,36**	**0,33**	**0,35**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	0,35	0,37	0,34	**0,35**
	średnia	0,36	0,37	0,35	**0,36**
	wysoka	0,35	0,35	0,34	**0,35**
Średnia		**0,35**	**0,36**	**0,34**	**0,35**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	0,35	0,35	0,36	**0,35**
	średnia	0,36	0,37	0,35	**0,36**
	wysoka	0,35	0,37	0,37	**0,36**
Średnia		**0,35**	**0,36**	**0,36**	**0,36**
Ekolist (Ek)	niska	0,35	0,37	0,33	**0,35**
	średnia	0,33	0,35	0,35	**0,34**
	wysoka	0,34	0,34	0,35	**0,34**
Średnia		**0,34**	**0,35**	**0,34**	**0,34**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**0,35**	**0,35**	**0,34**	**0,35**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	nieist.	nieist.	**nieist.**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	nieist.	nieist.	0,020	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	nieist.	nieist.	nieist.	**nieist.**



Rys. 44. Zawartość magnezu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



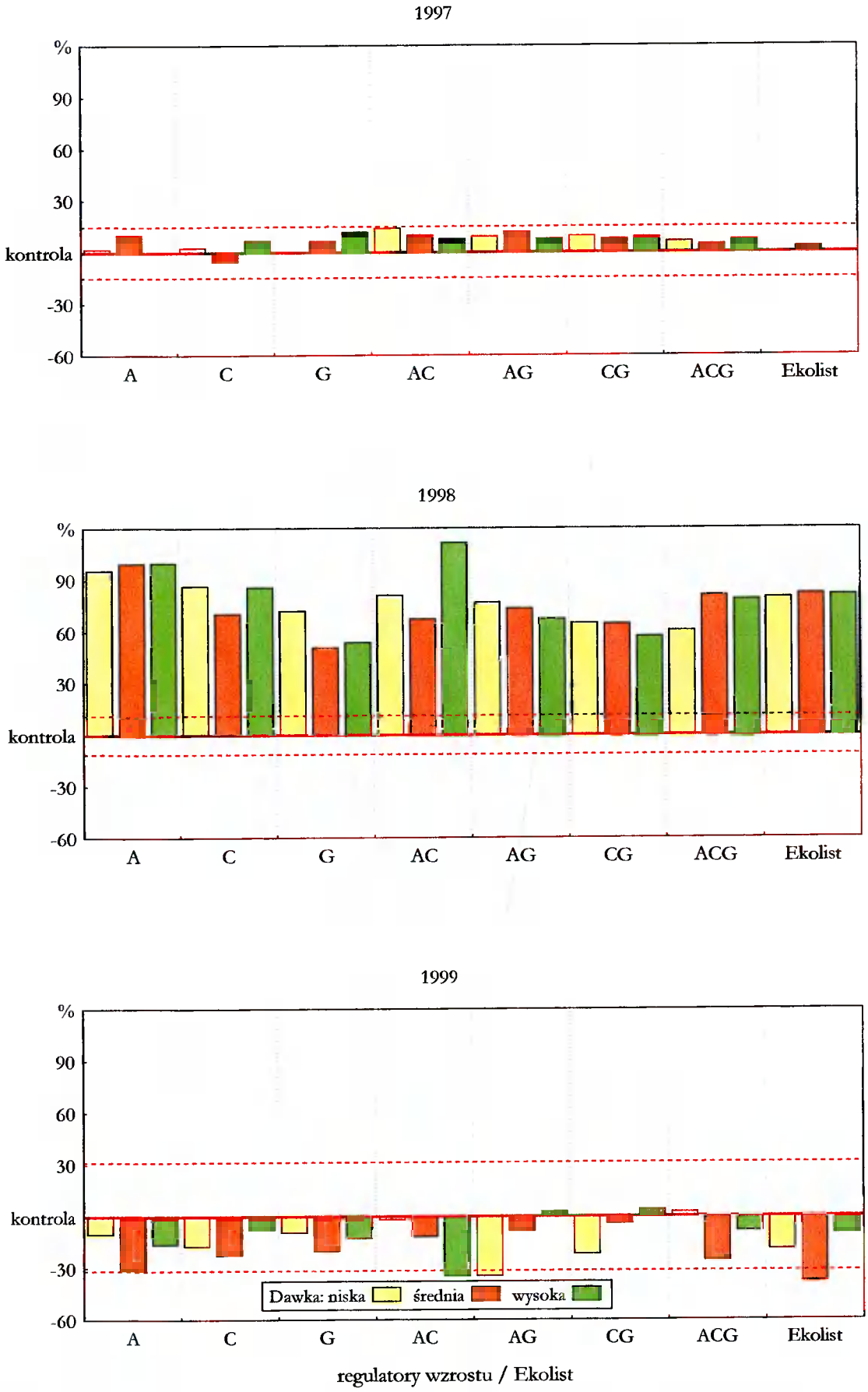
Rys. 45. Zawartość magnezu w nasionach łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań.

Tabela 26. Zdolność kiełkowania nasion łubinu żółtego jako średni %

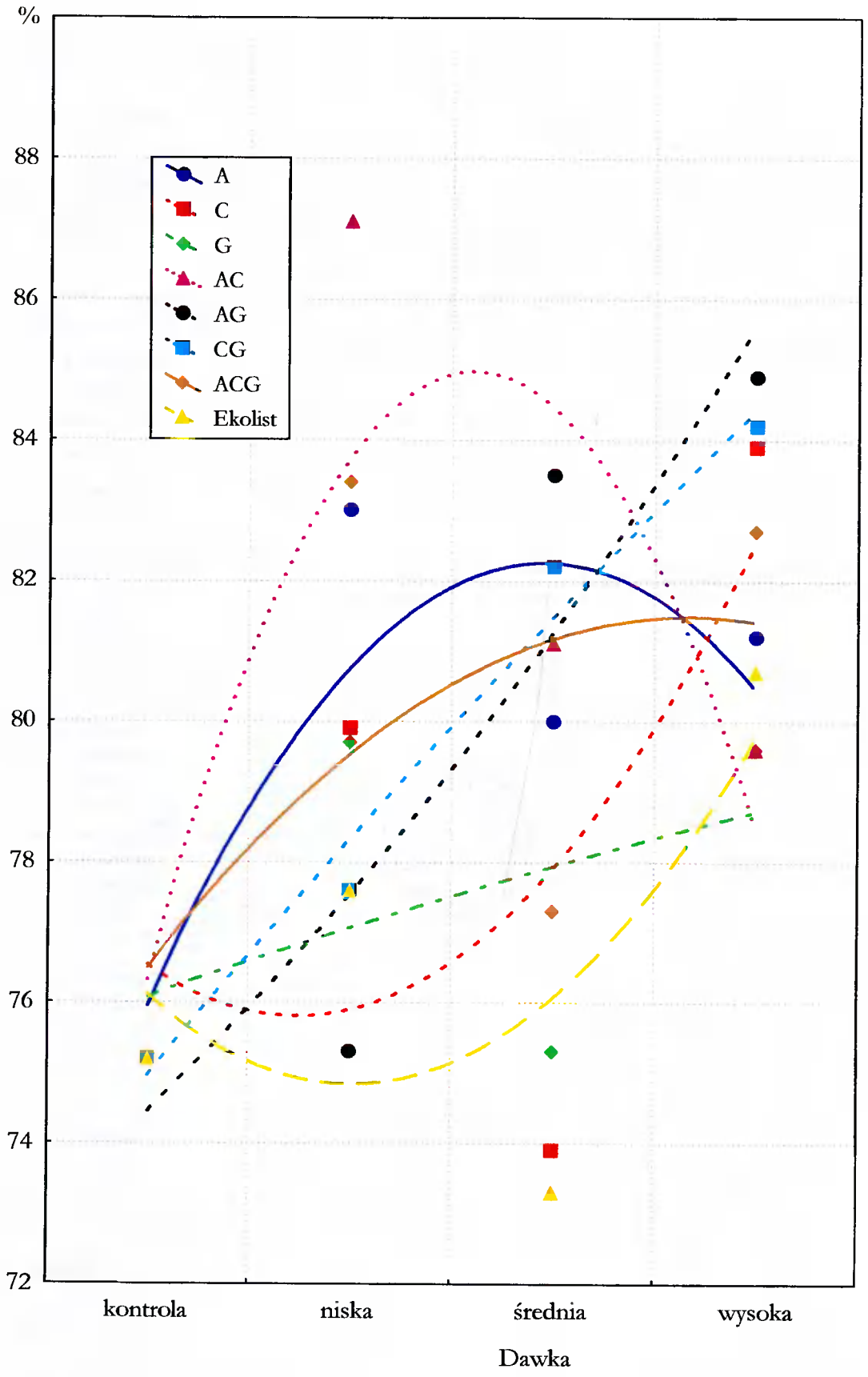
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**87,4**	**40,8**	**89,9**	**72,7**
Auksyna (A)	niska	89,0	79,8	80,3	**83,0**
	średnia	96,6	81,5	61,8	**80,0**
	wysoka	86,7	81,6	75,2	**81,2**
Średnia		**90,8**	**81,0**	**72,4**	**81,4**
Cytokinina (C)	niska	89,6	76,1	74,0	**79,9**
	średnia	82,4	69,6	69,6	**73,9**
	wysoka	93,1	75,8	82,8	**83,9**
Średnia		**88,4**	**73,8**	**75,5**	**79,2**
Giberelina (G)	niska	87,7	70,2	81,2	**79,7**
	średnia	92,9	61,6	71,5	**75,3**
	wysoka	97,5	62,8	78,4	**79,6**
Średnia		**92,7**	**64,9**	**77,0**	**78,2**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	99,6	73,9	87,8	**87,1**
	średnia	96,0	68,3	79,1	**81,1**
	wysoka	93,9	86,4	58,6	**79,6**
Średnia		**96,5**	**76,2**	**75,2**	**82,6**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	95,1	72,2	58,7	**75,3**
	średnia	97,8	70,8	81,8	**83,5**
	wysoka	93,9	68,3	92,4	**84,9**
Średnia		**95,6**	**70,4**	**77,6**	**81,2**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	95,5	67,2	70,0	**77,6**
	średnia	93,9	67,1	85,7	**82,2**
	wysoka	95,0	64,2	93,3	**84,2**
Średnia		**94,8**	**66,2**	**83,0**	**81,3**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	92,7	65,5	92,1	**83,4**
	średnia	91,3	73,8	66,7	**77,3**
	wysoka	93,5	72,9	81,8	**82,7**
Średnia		**92,5**	**70,7**	**80,2**	**81,1**
Ekolist (Ek)	niska	87,3	73,3	72,2	**77,6**
	średnia	89,9	74,2	55,8	**73,3**
	wysoka	87,4	74,0	80,7	**80,7**
Średnia		**88,2**	**73,8**	**69,6**	**77,2**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**93,1**	**72,4**	**77,2**	**80,9**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	4,59	nieist.	**nieist.**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	nieist.	5,75	nieist.	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	nieist.	nieist.	nieist.	**nieist.**



Rys. 46. Zdolność kiełkowania nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



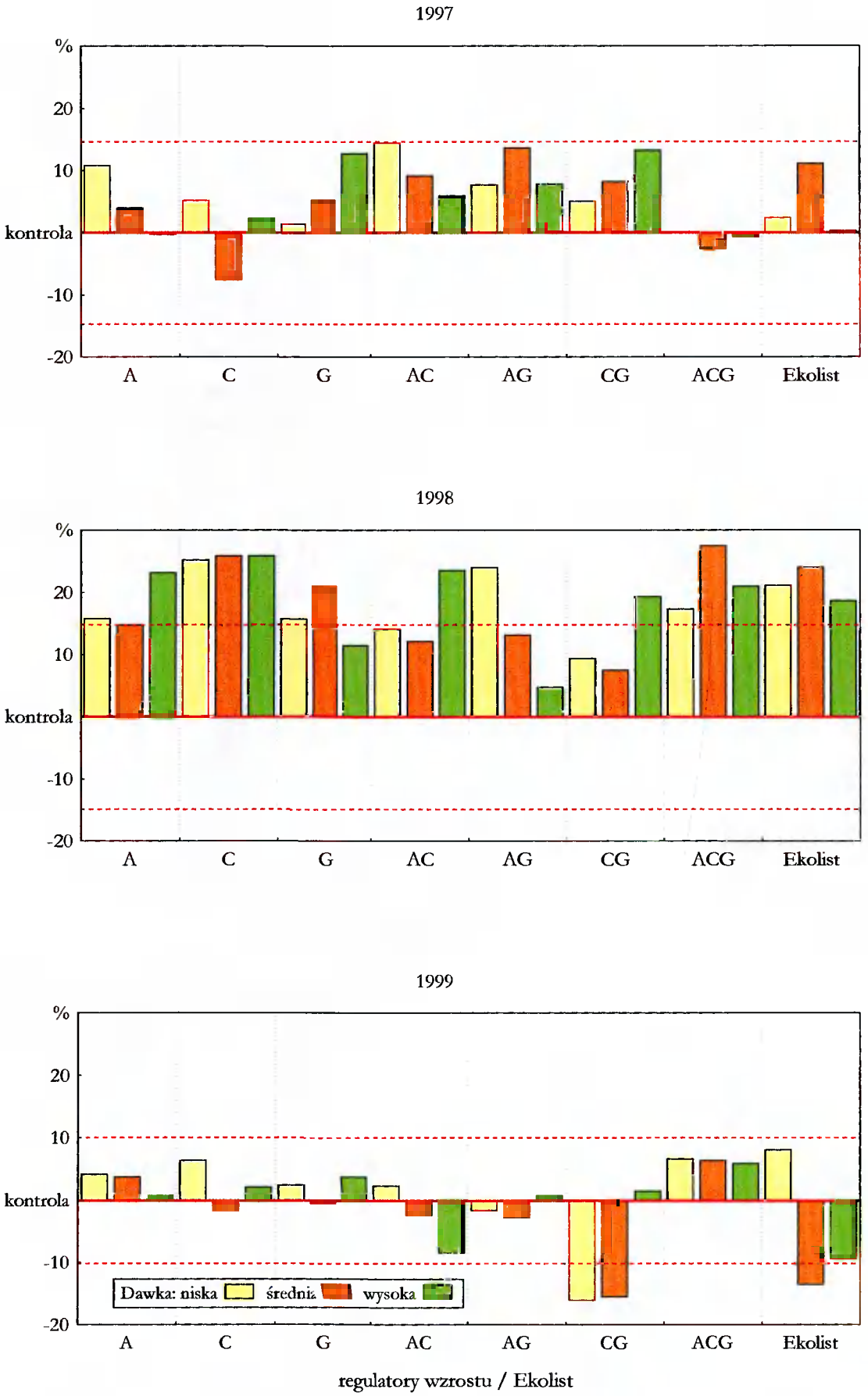
Rys. 47. Zdolność kiełkowania nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 27. Długość kiełka w cm w końcu testu kiełkowania

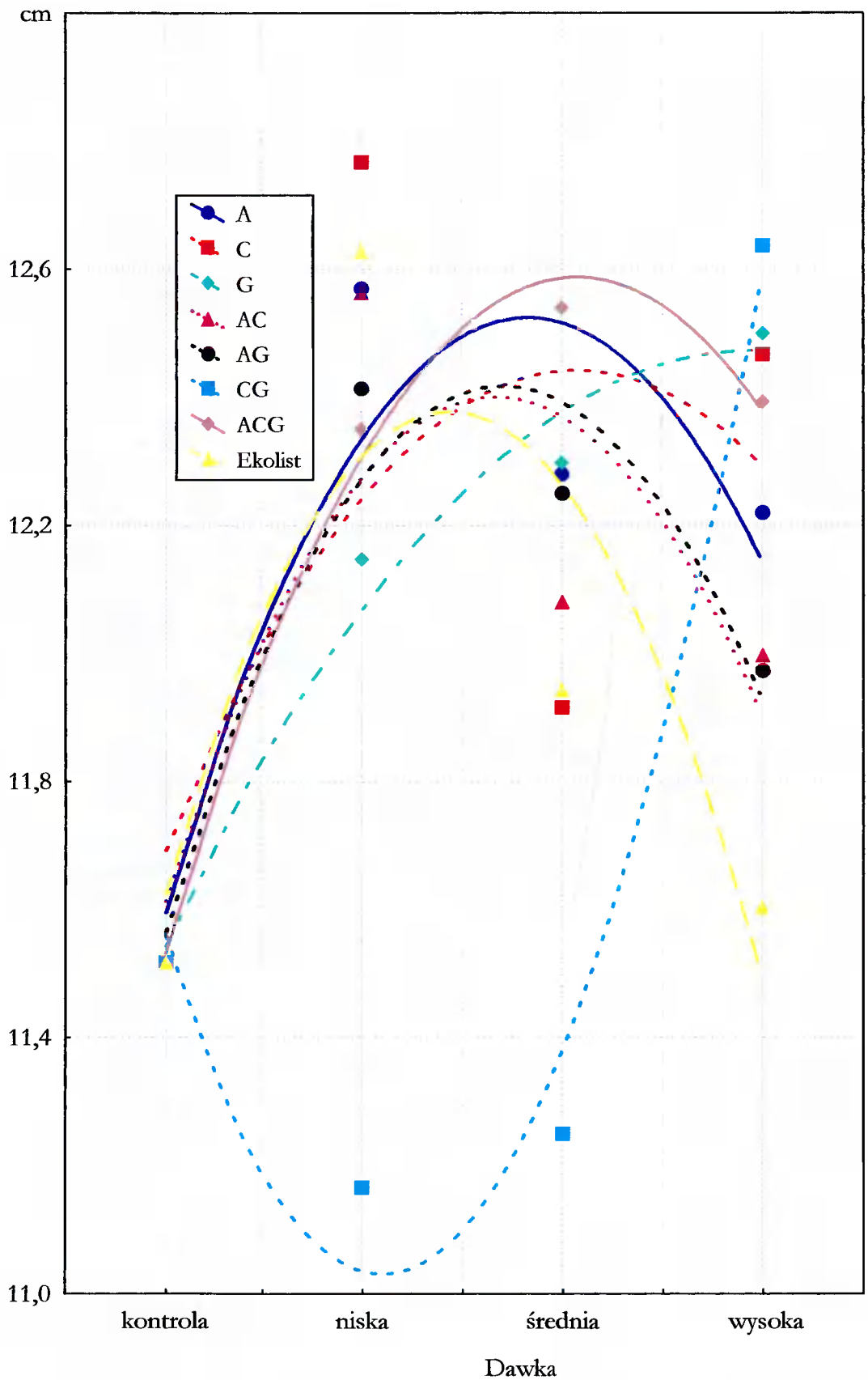
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**10,7**	**8,9**	**15,0**	**11,5**
Auksyna (A)	niska	11,9	10,3	15,6	**12,6**
	średnia	11,2	10,2	15,5	**12,3**
	wysoka	10,7	10,9	15,1	**12,2**
Średnia		**11,3**	**10,4**	**15,4**	**12,4**
Cytokinina (C)	niska	11,3	11,1	15,9	**12,8**
	średnia	9,9	11,2	14,7	**11,9**
	wysoka	11,0	11,2	15,3	**12,5**
Średnia		**10,7**	**11,1**	**15,3**	**12,4**
Giberelina (G)	niska	10,9	10,2	15,3	**12,1**
	średnia	11,3	10,7	14,9	**12,3**
	wysoka	12,1	9,9	15,5	**12,5**
Średnia		**11,4**	**10,3**	**15,2**	**12,3**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	12,3	10,1	15,3	**12,6**
	średnia	11,7	9,9	14,6	**12,1**
	wysoka	11,4	11,0	13,7	**12,0**
Średnia		**11,8**	**10,3**	**14,5**	**12,2**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	11,6	11,0	14,7	**12,4**
	średnia	12,2	10,0	14,5	**12,3**
	wysoka	11,6	9,3	15,1	**12,0**
Średnia		**11,8**	**10,1**	**14,8**	**12,2**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	11,3	9,7	12,5	**11,2**
	średnia	11,6	9,5	12,6	**11,3**
	wysoka	12,2	10,6	15,2	**12,6**
Średnia		**11,7**	**9,9**	**13,4**	**11,7**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	10,7	10,4	15,9	**12,4**
	średnia	10,5	11,3	15,9	**12,5**
	wysoka	10,7	10,7	15,8	**12,4**
Średnia		**10,6**	**10,8**	**15,9**	**12,4**
Ekolist (Ek)	niska	11,0	10,7	16,2	**12,6**
	średnia	11,9	11,0	12,9	**11,9**
	wysoka	10,8	10,5	13,5	**11,6**
Średnia		**11,2**	**10,7**	**14,2**	**12,1**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**11,3**	**10,5**	**14,8**	**12,6**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	0,88	nieist.	**0,52**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	0,93	1,08	1,09	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	1,25	nieist.	1,47	**nieist.**



Rys. 48. Długość kiełka w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



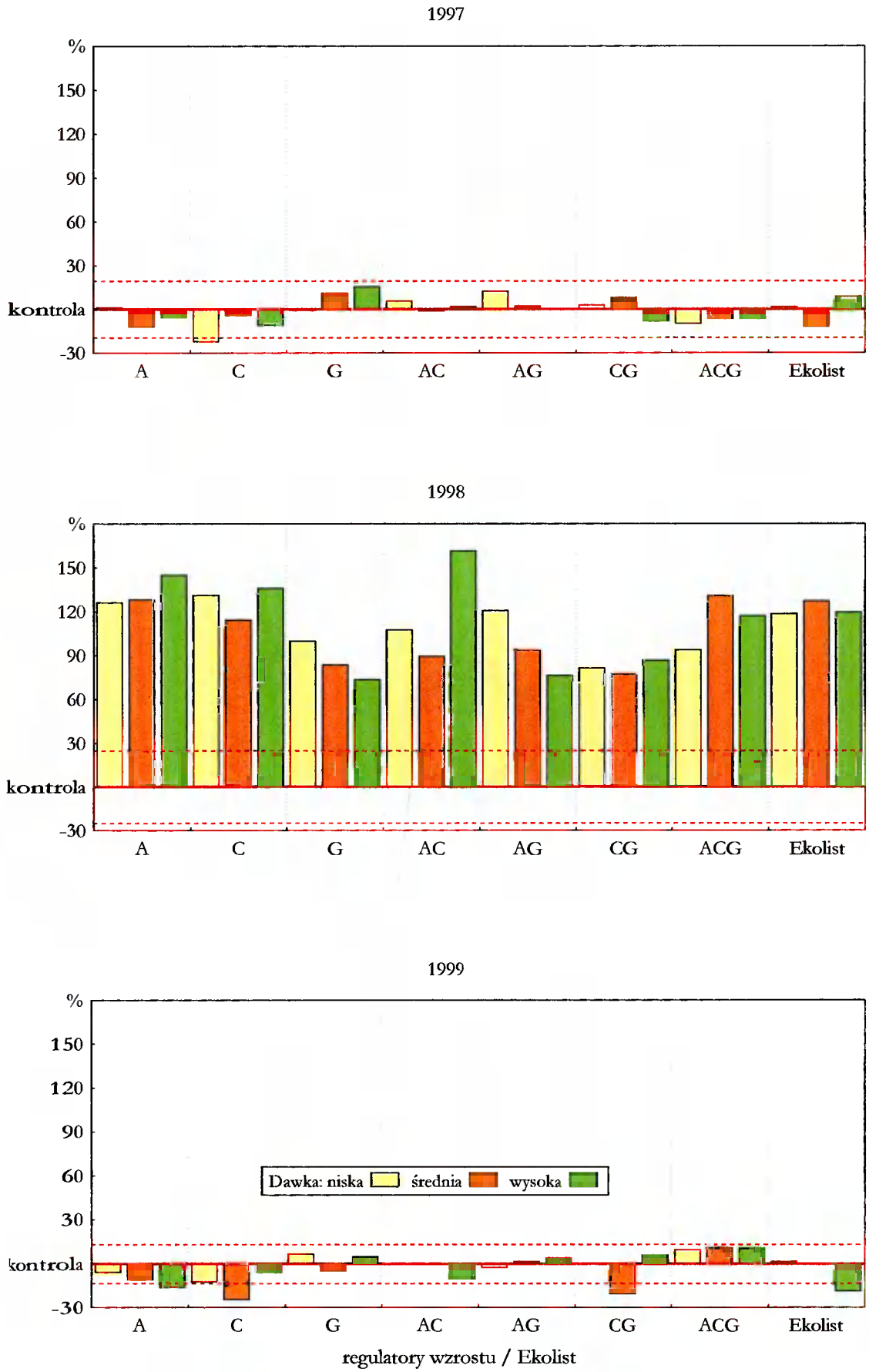
Rys. 49. Długość kiełka nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 28. Indeks wigoru nasion łubinu żółtego

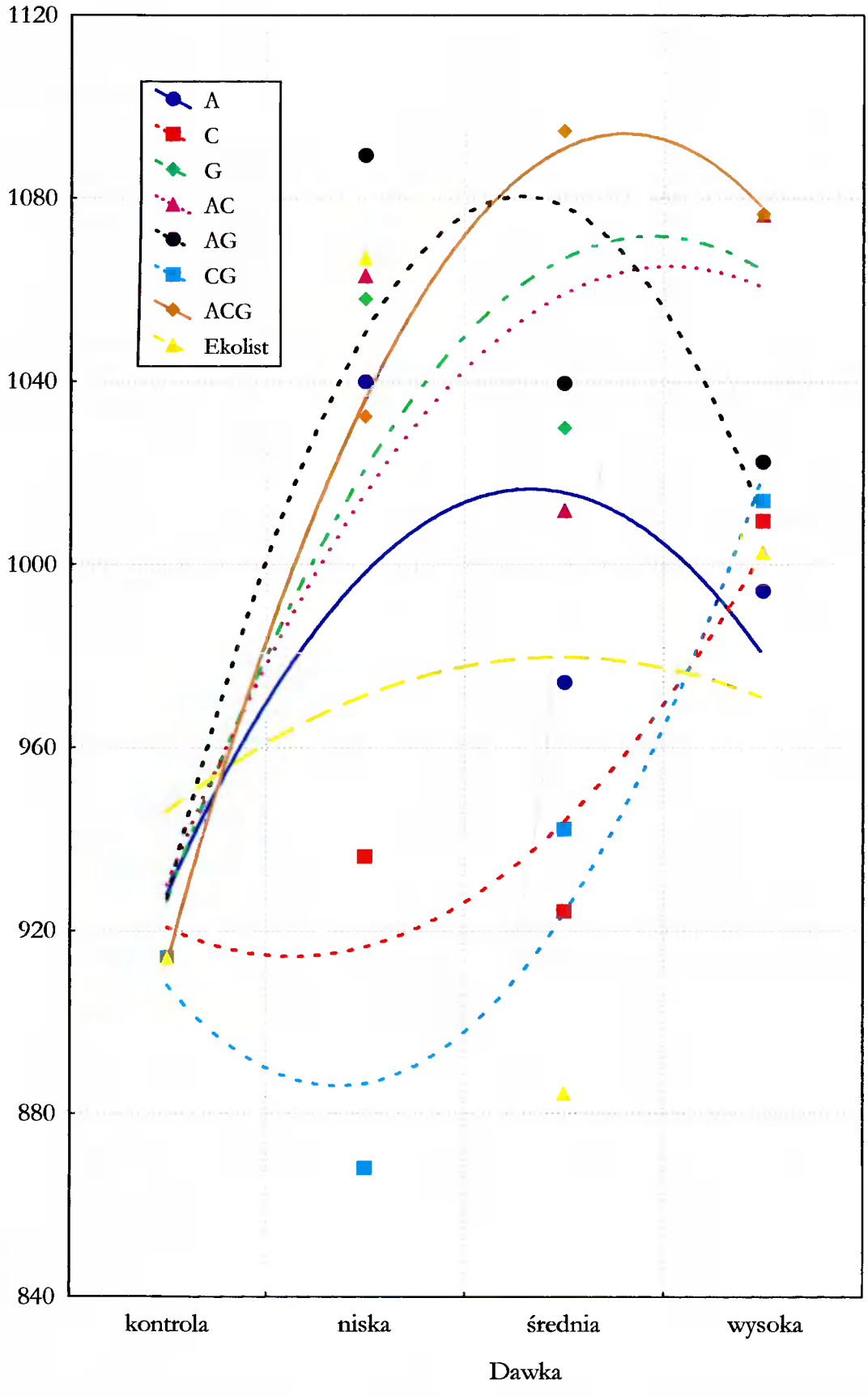
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**1051**	**360**	**1334**	**915**
Auksyna (A)	niska	1061	813	1248	**1041**
	średnia	920	822	1181	**974**
	wysoka	989	882	1112	**994**
Średnia		**990**	**839**	**1180**	**1003**
Cytokinina (C)	niska	814	833	1162	**936**
	średnia	1002	771	1002	**925**
	wysoka	933	848	1249	**1010**
Średnia		**916**	**817**	**1138**	**957**
Giberelina (G)	niska	1038	718	1418	**1058**
	średnia	1166	660	1264	**1030**
	wysoka	1211	624	1395	**1077**
Średnia		**1139**	**667**	**1359**	**1055**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	1111	746	1333	**1063**
	średnia	1035	680	1322	**1012**
	wysoka	1071	941	1192	**1068**
Średnia		**1072**	**789**	**1282**	**1048**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	1180	794	1295	**1090**
	średnia	1071	697	1351	**1040**
	wysoka	1049	633	1386	**1023**
Średnia		**1100**	**708**	**1344**	**1051**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	1079	652	874	**868**
	średnia	1134	637	1057	**943**
	wysoka	959	671	1412	**1014**
Średnia		**1057**	**653**	**1114**	**942**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	940	697	1461	**1033**
	średnia	976	830	1478	**1095**
	wysoka	976	781	1473	**1077**
Średnia		**964**	**769**	**1471**	**1068**
Ekolist (Ek)	niska	1065	786	1351	**1067**
	średnia	920	817	917	**885**
	wysoka	1141	789	1078	**1003**
Średnia		**1042**	**797**	**1115**	**985**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**1035**	**755**	**1250**	**1013**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	nieist.	104,4	nieist.	**72,6**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	140,9	131,1	188,6	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	188,3	nieist.	252,0	**nieist.**



ys. 50. Indeks wigoru nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



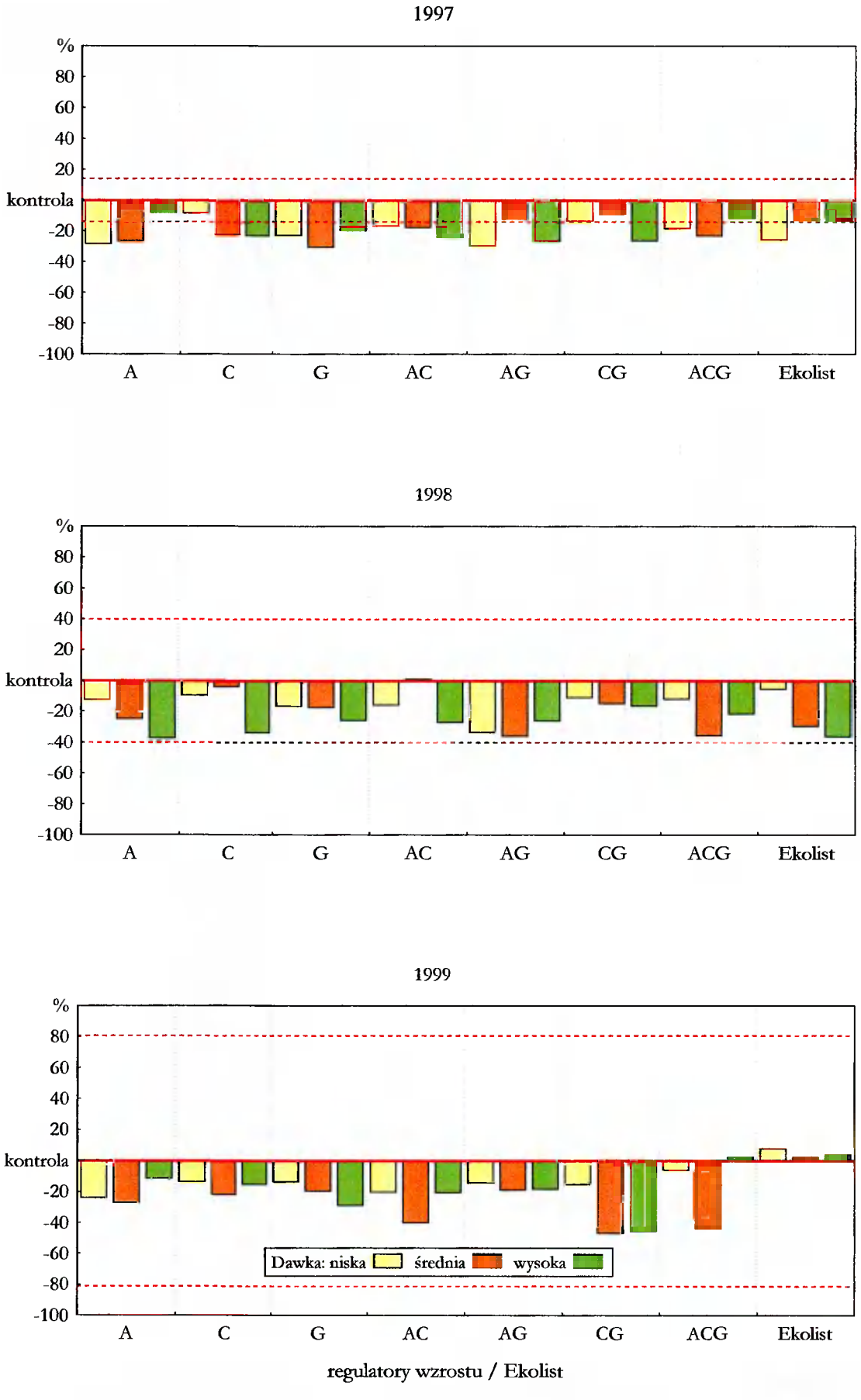
Rys. 51. Indeks wigoru nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Tabela 29. Elektroprzewodnictwo wód nastoinowych w $\mu S \cdot cm^{-1} \cdot g^{-1}$

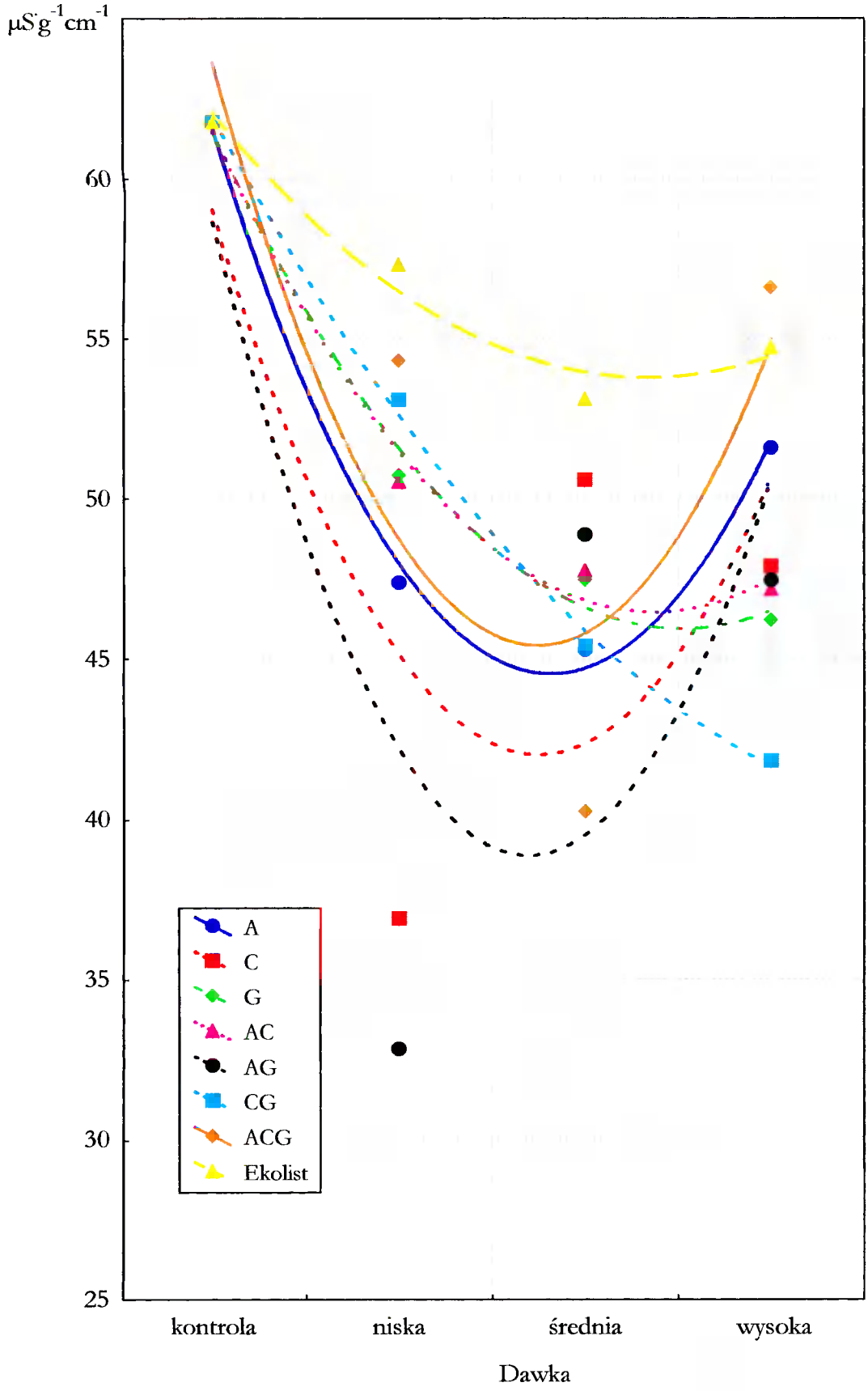
Regulatory wzrostu / Ekolist	Dawka	Lata			Średnia
		1997	1998	1999	
Obiekt kontrolny		**65,7**	**42,2**	**77,4**	**61,8**
Auksyna (A)	niska	46,9	36,8	58,6	**47,4**
	średnia	48,1	31,7	56,1	**45,3**
	wysoka	60,2	26,4	68,2	**51,6**
Średnia		**51,7**	**31,6**	**61,0**	**48,1**
Cytokinina (C)	niska	60,0	38,1	66,7	**36,9**
	średnia	50,9	40,5	60,5	**50,6**
	wysoka	50,5	27,9	65,5	**47,9**
Średnia		**53,8**	**35,5**	**64,2**	**45,1**
Giberelina (G)	niska	50,5	35,1	66,7	**50,7**
	średnia	45,6	34,8	62,1	**47,5**
	wysoka	52,6	31,3	54,8	**46,2**
Średnia		**49,6**	**33,7**	**61,2**	**48,1**
Auksyna + Cytokinina (AC)	niska	54,5	35,4	61,7	**50,5**
	średnia	54,5	42,6	46,2	**47,8**
	wysoka	49,5	30,8	61,3	**47,2**
Średnia		**52,8**	**36,3**	**56,4**	**48,5**
Auksyna + Giberelina (AG)	niska	46,0	27,9	66,0	**32,8**
	średnia	57,4	26,8	62,5	**48,9**
	wysoka	48,1	31,1	63,2	**47,5**
Średnia		**50,5**	**28,6**	**63,9**	**43,0**
Cytokinina + Giberelina (CG)	niska	56,6	37,5	65,3	**53,1**
	średnia	59,5	35,8	40,9	**45,4**
	wysoka	48,2	35,2	42,1	**41,8**
Średnia		**54,8**	**36,2**	**49,4**	**46,8**
Auksyna + Cytokinina + Giberelina (ACG)	niska	53,4	37,1	72,6	**54,3**
	średnia	50,5	27,1	43,2	**40,2**
	wysoka	57,8	33,0	79,1	**56,6**
Średnia		**53,9**	**32,4**	**65,0**	**50,4**
Ekolist (Ek)	niska	48,6	39,9	83,6	**57,3**
	średnia	50,5	29,7	79,3	**53,1**
	wysoka	56,9	26,8	80,5	**54,7**
Średnia		**52,0**	**32,1**	**81,1**	**55,1**
Średnia dla regulatorów wzrostu / Ekolistu		**52,4**	**33,3**	**77,4**	**48,2**

$NIR_{0,05}$ dla:

kontrastu: obiekt kontrolny - pozostałe obiekty	3,49	6,36	nieist.	**7,97**
regulatorów wzrostu / Ekolistu	4,57	nieist.	nieist.	**nieist.**
dawki x regulatory wzrostu / Ekolist	5,97	nieist.	nieist.	**nieist.**



Rys. 52. Elektroprzewodnictwo wód nastoinowych w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego. Liniami przerywanymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta



Rys. 53. Elektroprzewodnictwo wód nastoinowych nasion łubinu żółtego w zależności od dawek regulatorów wzrostu/Ekolistu. Linie trendu dla średnich z lat badań

Biblioteka Główna ATR
w Bydgoszczy
CZYT D 206