AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA W BYDGOSZCZY
WYDZIAŁ ROLNICZY

Lech Gałęzewski

Oddziaływania wzajemne roślin owsa i łubinu żółtego w mieszankach

Praca doktorska wykonana
w Katedrze Podstaw Produkcji
Roślinnej i Doświadczalnictwa
pod kierunkiem:
prof. dr hab. Franciszka Rudnickiego

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy
000000124450

Bydgoszcz 2006

Panu
prof. dr hab. **Franciszkowi Rudnickiemu**
promotorowi niniejszej pracy
za przykład postawy człowieka nauki,
za ukierunkowanie zainteresowań badawczych,
za nieocenioną pomoc w trakcie badań i pisaniu rozprawy

SKŁADAM SERDECZNE PODZIĘKOWANIA

Wszystkim, którzy pomogli mi w przeprowadzeniu badań

DZIĘKUJĘ

Spis treści

1. Wstęp ... 3
2. Przegląd literatury ... 5
3. Zakres, warunki i metodyka badań ... 15
   3.1. Zadanie badawcze nr 1: Reakcje owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszankach o różnym składzie ilościowym tych komponentów oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek ... 15
      3.1.1. Cel zadania badawczego ... 15
      3.1.2. Czynniki i układ doświadczenia ... 15
      3.1.3. Warunki agrotechniczne doświadczenia ... 15
      3.1.4. Warunki glebowe doświadczenia ... 16
      3.1.5. Warunki meteorologiczne w latach realizacji doświadczenia ... 16
      3.1.6. Obserwacje polowe i laboratoryjne ... 17
      3.1.7. Opracowanie danych źródłowych ... 18
   3.2. Zadanie badawcze nr 2: Oddziaływania sąsiedzkie między roślinami owsa i łubinu żółtego oraz reakcje tych gatunków na oddziaływania brzegowe ... 20
      3.2.1. Cel zadania badawczego ... 20
      3.2.2. Efekty wzajemnych oddziaływań sąsiedzkich między roślinami owsa i łubinu żółtego (doświadczenie 2-A) ... 20
      3.2.3. Porównanie efektów oddziaływań sąsiedzkich owsa i łubinu żółtego z efektami oddziaływań brzegowych (doświadczenie 2-B) ... 20
      3.2.4. Efekty oddziaływań brzegowych w mieszance owsa z łubinem żółtym (doświadczenie 2-C) ... 21
   3.3. Zadanie badawcze nr 3: Reakcje łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek na wilgotność gleby ... 22
      3.3.1. Cel zadania badawczego ... 22
      3.3.2. Reakcje łubinu żółtego i owsa na wilgotność gleby, uprawę w mieszankach i termin zbioru (doświadczenie 3-A) ... 22
      3.3.3. Plonowanie łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek w zróżnicowanych warunkach wilgotności gleby (doświadczenie 3-B) ... 23
   3.4. Zadanie badawcze nr 4: Oddziaływania allelopatyczne roślin owsa na rośliny łubinu żółtego ... 24
      3.4.1. Cel zadania badawczego ... 24
      3.4.2. Reakcje łubinu żółtego na wyciągi wodne z roślin owsa (doświadczenie 4-A) ... 24
      3.4.3. Reakcje łubinu żółtego na mulczowanie gleby biomasą roślin owsa i łubinu (doświadczenie 4-B) ... 24

4. Wyniki badań i dyskusja ... 26
4.1. Reakcje łubinu żółtego i owsa na uprawę w mieszankach o różnym składzie ilościowym tych komponentów oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek ... 26
4.1.1. Reakcje łubinu na uprawę w mieszankach ... 26
4.1.2. Reakcje owsa na uprawę w mieszankach ... 31
4.1.3. Konkurencja między roślinami owsa i łubinu w mieszankach tych gatunków ... 34
4.1.4. Plonowanie mieszanek owsa z łubinem żółtym ... 38
4.1.5. Wielocechowa ocena porównawcza mieszanek owsa z łubinem żółtym ... 40
4.2. Oddziaływania sąsiedzkie między roślinami owsa i łubinu żółtego oraz reakcje tych gatunków na oddziaływania brzegowe ... 43
4.2.1. Efekty wzajemnych oddziaływań sąsiedzkich między roślinami owsa i łubinu żółtego ... 43
4.2.2. Porównanie efektów oddziaływań sąsiedzkich owsa i łubinu żółtego z efektami oddziaływań brzegowych ... 44
4.2.3. Efekty oddziaływań brzegowych w mieszance owsa z łubinem żółtym ... 46
4.3. Reakcje łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek na wilgotność gleby ... 49
4.3.1. Reakcje łubinu żółtego na wilgotność gleby, uprawę w mieszankach i termin zbioru ... 49
4.3.2. Reakcje owsa na wilgotność gleby, uprawę w mieszankach i termin zbioru ... 55
4.3.3. Reakcje mieszanek łubinu żółtego z owsem na wilgotność gleby, udział owsa w mieszance i termin zbioru 57
4.3.4. Wpływ wilgotności gleby i rodzaju zasiewu na zawartość azotu w glebie w trzech terminach zbioru plonu mieszanek owsa z łubinem ... 59
4.3.5 Plonowanie łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek w zróżnicowanych warunkach wilgotności gleby ... 62
4.3.6 Konkurencja między roślinami owsa i łubinu w mieszankach tych gatunków w różnych warunkach wilgotności gleby ... 65
4.4. Oddziaływania allelopatyczne roślin owsa na rośliny łubinu żółtego ... 68
4.4.1. Reakcje łubinu żółtego na wyciągi wodne z roślin owsa ... 68
4.4.2. Reakcje łubinu żółtego na mulczowanie gleby biomasą roślin owsa i łubinu ... 69
5. Podsumowanie ... 71
6. Wnioski ... 74
7. Spis literatury ... 76
8. Aneks ... 85

1. Wstęp

Uprawa mieszanek zbożowo – strączkowych na ziarno jest jednym ze sposobów pozyskiwania pasz treściwych. Ten sposób produkcji posiada liczne walory, takie jak: możliwość uprawy na słabszych glebach i w gorszych stanowiskach, dobra wartość przedplonowa, ograniczone występowanie agrofagów, obniżona kosztochłonność nawożenia azotem i pielęgnacji plantacji, mniejsze ryzyko plonowania niż roślin strączkowych w siewach czystych, duża wartość paszowa plonu [Artyszak 1993, Kotwica i Rudnicki 1994, Kuś 1999, Paprocki 1961a, Rudnicki 1999 i 2005, Wenda – Piesik 2001]. Pomimo zalet, uprawa takich mieszanek nastręcza trudności. Zasadniczym problemem agroekologicznym i trudnością agrotechniczną jest stworzenie w łanie warunków równie korzystnych dla odległych taksonów roślin uprawnych (roślina zbożowa, roślina strączkowa) i wyrównanie szans konkurencyjnych między nimi [Rudnicki 1999]. W łanie mieszanki zachodzi konkurencja wewnątrzgatunkowa i międzygatunkowa. Właściwości biologiczne roślin uprawnych sprawiają, że ich potencjał konkurencyjny jest niejednakowy, a ta różnica zdolności konkurencyjnej pogłębia się w stresowych warunkach środowiskowych. W mieszankach zbóż z roślinami strączkowymi silniejszymi konkurentami są rośliny zbożowe, a ich dominacja ujawnia się w gorszym wzroście i wypadaniu z łanu roślin strączkowych [Kotwica 1994, Paprocki 1961b, Rudnicki 1994].

Wśród mieszanek zbożowo - strączkowych uprawa współrzędna owsa z łubinem żółtym lub wąskolistnym ma znaczenie szczególne. Z uwagi na względnie małe wymagania glebowe tych roślin, mieszanki te uznaje się jako odpowiednie dla gleb słabych, często zakwaszonych i w niskiej kulturze. Jednak efekty produkcyjne ich uprawy często znacznie odbiegają od oczekiwań. Dotyczy to zwłaszcza małego zwykle udziału nasion łubinu w plonie całkowitym mieszanek i dużej zmienności tej cechy zależnie od warunków siedliskowo - agrotechnicznych. Analiza wyników uzyskiwanych przez wielu autorów [m.in. Barbacki i Burczyk 1955, Boguszewski 1954, Burczyk 1958, Byszewski i Błaszczyk 1966, Kotwica 1994, Paprocki 1961a, Rudnicki 2005, Rudnicki i Kotwica 1999, Wenda – Piesik i Rudnicki 2000] wskazuje na względnie dobre tolerowanie przez łubin w mieszankach pszenżyta jarego lub żyta jarego, gorsze jęczmienia jarego, a znacznie gorsze owsa. W mieszankach z owsem obserwowano nasilone wypadanie roślin łubinu z łanu, zawiązywanie małej liczby strąków i przez to niskie plony nasion łubinu. Reakcje te są powtarzalne, ale ujawniają się w różnym nasileniu zależnie od warunków siedliskowo – agrotechnicznych. W niekorzystnych warunkach plon nasion łubinu w mieszankach z owsem bywał niewiele większy od masy wysiewu nasion łubinu [Kotwica i Rudnicki 2003, Rudnicki i Kotwica 1999]. W literaturze nie znajdujemy wyjaśnienia przyczyn takiej reakcji obu gatunków na oddziaływania konkurencyjne w mieszankach. Jedną z potencjalnych przyczyn złego tolerowania owsa przez rośliny łubinu można upatrywać w potencjale allelopatycznym owsa. Za substancje o działaniu allelpatycznym uznaje się, zawarte w roślinach owsa, skopoletynę oraz fitoaleksynę (4-benzoksazynon) [Baghestan i in. 1999, Harborne 1997, Jacobi i Fleck 2000, Oleszek 1996 i 1997].

Powyższe i inne fakty zawarte w przedmiotowej literaturze skłaniały do postawienia hipotezy roboczej badań, w której przyjęto założenie, że owies posiada duży potencjał konkurencyjny względem łubinu, a przedmiotem konkurencji jest głównie woda i światło. Rywalizacja gatunków o te czynniki nasila się wraz z zagęszczaniem łanu i niedoborem opadów, a proporcją wysiewu obu gatunków można ją częściowo regulować. Przyjęto też przypuszczenie o możliwych oddziaływaniach allelopatycznych roślin owsa (np. poprzez zawartość awenacyny lub skopoletyny) na rośliny łubinu, jako jednego z mechanizmów oddziaływania

konkurencyjnego oraz o możliwości korzystnego oddziaływania roślin łubinu na owies. W literaturze znajdujemy przesłanki dla takiej hipotezy.

Zasadniczym celem niniejszej pracy jest wyjaśnienie przyczyn złego tolerowania owsa przez rośliny łubinu w siewach współrzędnych tych gatunków. Celami cząstkowymi są:

- poznanie oddziaływań wzajemnych między owsem i łubinem żółtym w mieszankach o różnych proporcjach wysiewu tych komponentów na tle ich siewów czystych,
- poznanie efektów oddziaływań sąsiedzkich między roślinami owsa i łubinu żółtego oraz ich reakcji na oddziaływania brzegowe,
- określenie znaczenia warunków wodnych dla siły oddziaływań konkurencyjnych owsa względem łubinu żółtego,
- sprawdzenie hipotezy o allelopatycznym oddziaływaniu owsa na łubin,
- poznanie związków między natężeniem konkurencji międzygatunkowej a efektami produkcyjnymi uprawy mieszanek owsa z łubinem.

2. Przegląd literatury

Pomiędzy organizmami współwystępującymi na danym terenie zachodzą liczne powiązania i wzajemne oddziaływania [Falińska 1996]. Oddziaływania pomiędzy populacjami roślin wynikają z faktu, że osobniki wielu gatunków, korzystając z niezbędnych środków do życia, równocześnie zmieniają środowisko i warunki bytowania innych roślin [Ellenberg 1956]. W świecie flory podstawowym typem oddziaływań jest konkurencja (współzawodnictwo), zachodząca między osobnikami korzystającymi z tego samego ograniczonego zasobu środowiska. Crawley [1986] konkurencję definiuje jako interakcję zachodzącą pomiędzy dwoma osobnikami, która osłabia kondycję jednego z nich. Falińska [1996] przytacza wiele innych definicji tego zjawiska, co wskazuje, iż jest to pojęcie szerokie, różnie rozumiane i definiowane. Przy rozpatrywaniu oddziaływań konkurencyjnych duże znaczenie ma ocena podobieństwa nisz ekologicznych konkurentów, a są one tym intensywniejsze im bardziej pokrywają się ich nisze. Ograniczenie wspólnie wykorzystywanego zasobu nie wynika tylko ze zbyt małej jego ilości, lecz również jako ograniczenie dostępu do niego na skutek oddziaływań konkurencyjnych [Mackenzie i in. 2002].

Wyróżnia się konkurencję wewnątrzgatunkową (intraspecific) i międzygatunkową (interspecific). Konkurencja wewnątrzgatunkowa może być bardzo intensywna ponieważ wymagania w stosunku do środowiska osobników należących do tego samego gatunku są bardzo podobne. Jednym ze skutków rywalizacji międzyosobniczej jest regulacja liczebności populacji w kierunku dostosowania jej do zasobu czynników życiowych. Konkurencja międzygatunkowa, gatunków wykorzystujących te same zasoby środowiska, jest zjawiskiem powszechnym i niemal wszystkie gatunki są w nią zaangażowane, kształtując wzajemne relacje ilościowe, a jej efektem jest zawężenie granic tolerancji na warunki bytowania gatunków. W zbiorowiskach roślinnych często oba rodzaje konkurencji (międzygatunkowa i wewnątrzgatunkowa) występują jednocześnie, choć w różnym nasileniu. Intensywność konkurencji wewnątrzgatunkowej, w porównaniu z międzygatunkową, ma charakter względny, zależy od współpartnerów i warunków siedliskowych [Begon i Mortimer 1989, Zarzycki 1965a, 1965b, 1968].

Według darwinowskiej teorii walki o przetrwanie rośliny rywalizują ze sobą głównie o takie czynniki środowiska jak woda, światło i składniki pokarmowe (nutrienty) dostępne w ekosystemie. W tym celu wykształciły różne mechanizmy adaptacyjne albo obronne skierowane przeciwko swoim sąsiadom [Donald 1963, Harborne 1997, Oleszek 1996]. Konkurencja może być realizowana w dwojaki sposób. Jeżeli osobniki wzajemnie wyczerpują wspólnie wykorzystywany zasób środowiska i efektem tego jest zmniejszenie się dostosowania u konkurentów, wówczas konkurencja ma charakter eksploatacji. Zjawisko to nie ma najczęściej charakteru oddziaływania bezpośredniego [Mackenzie i in. 2002, Markow 1978]. Vandermeer [cyt za Sobkowicz 2003] zawarł w ramach definicji konkurencji pojęcie interferencja, ponieważ oba terminy są często inaczej rozumiane przez ekologów i zamiennie używane.

Wśród roślin znanych jest wiele przykładów oddziaływań bezpośrednich na drodze chemicznej (allelopatii) zmniejszających dostosowanie i w konsekwencji utratę dostępu do zasobów środowiska, będących przedmiotem konkurencji. Istota oddziaływań allelopatycznych polega na wydzielaniu do środowiska przez rośliny (donory) substancji chemicznych, które modyfikują procesy wzrostu i rozwoju innych roślin (akceptorów). Modyfikacja ta może mieć charakter inhibicyjny albo stymulacyjny i zachodzi zarówno pomiędzy roślinami wyższymi jak i mikroorganizmami [Rice 1984, Oleszek 1997, Wójcik-Wojtkowiak i Politycka 1998].

Efekty konkurencji na ogół w różnym stopniu dotykają osobniki zaangażowane w te oddziaływania. Zwykle jeden z konkurentów ponosi większe skutki rywalizacji niż drugi,

stąd efekty konkurencji cechuje asymetria, a taką reakcję nazwano amensjalizmem (konkurencja o charakterze ustępowania). Asymetria efektów konkurencji związana jest też z relacją konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej konkurujących gatunków. Dla jednego gatunku (panującego) skutki konkurencji międzygatunkowej są mniejsze niż konkurencji wewnątrzgatunkowej a dla drugiego (zdominowanego) odwrotnie. Równy natomiast rozdział zasobów środowiska między osobnikami w populacji (konkurencja o charakterze odbierania) jest raczej rzadkością [Begon i Mortimer 1989, Falińska 1996, Shipley i Eddy 1994].

Oddziaływania wzajemne roślin zachodzą najsilniej wtedy gdy rośliny sąsiadują ze sobą. W warunkach naturalnych jest to zjawisko nieuniknione i podlega różnym uwarunkowaniom, a jego badaniami zajmuje się ekologia. W warunkach agroekosystemów oddziaływania wzajemne nabierają szczególnego znaczenia, zwłaszcza gdy relacje te mają charakter antagonistyczny. Konsekwencją uprawy roślin rolniczych w zwartych łanach jest nasilenie takich zjawisk. Nieunikniona jest konkurencja wewnątrzgatunkowa bezpośrednio sąsiadujących ze sobą roślin w zasiewach jednogatunkowych. Gdy pola takich upraw różnych gatunków sąsiadują ze sobą, lub w jednym łanie współwystępują różne gatunki roślin, zachodzi także konkurencja międzygatunkowa [Begon i Mortimer 1989, Donald 1963, Falińska 1996]. Zdolność konkurencyjną gatunku w konkurencji międzygatunkowej określają w pierwszym rzędzie: a) właściwości biologiczne i fizjologiczne tego gatunku (podgatunku, odmiany czy ekotypu); b) warunki siedliskowe w jakich rośnie; c) partnerzy z którymi współżyje. Poza tym konkurencja zależy od zagęszczenia osobników, czasu trwania wzajemnego oddziaływania, pierwszeństwa zajęcia stanowiska itp. [Zarzycki 1965b]. Te uwarunkowania konkurencji międzygatunkowej wskazują, że w zasiewach mieszanych owsa z łubinem żółtym efekty oddziaływań wzajemnych między roślinami tych gatunków wynikają z ich właściwości biologicznych i wymagań względem czynników środowiskowych.

Łubin żółty ma względnie małe wymagania glebowe, najmniejsze spośród uprawianych gatunków łubinów. Najlepiej udaje się na glebach kompleksu żytniego dobrego o zawartości części spławianych od 5 do 15%. Udaje się na glebach kwaśnych, a optymalna wartość pH gleby mieści się w przedziale od 5 do 6 [Jasińska i Kotecki 1993, 1999, Szukała i in. 1997]. Gatunek ten wykazuje natomiast dużą wrażliwość na niedobór wody i to już w okresie kiełkowania. Jego pęczniejące nasiona mają dużą siłę ssącą, a ilość pobranej wody w tym okresie stanowi 150 - 170% masy nasion [Jasińska i Kotecki 1993, 1999; Rojek 1989]. Toteż wczesnowiosenny siew sprzyja zapewnieniu dostatku wody w okresie jego kiełkowania i przyspiesza jaryzację roślin [Gronowicz i in. 1991, Szukała i in. 1995]. Łubin w czasie wegetacji pobiera duże ilości wody, co jest związane ze znaczną powierzchnią liści, a tym samym powierzchnią transpiracji [Kozera 1965]. Jednak dzięki mocno rozwiniętemu i głęboko sięgającemu palowemu systemowi korzeniowemu łubin żółty może czerpać, niedostępną dla innych roślin, wodę z głębszych warstw gleby [Batalin 1962, Rojek 1989]. Optymalne roczne sumy opadów dla tego gatunku oceniane są na 500 - 600 mm, a w okresie wegetacyjnym 350 - 400 mm. Opady naturalne na terenie naszego kraju z reguły nie zaspakajają jego potrzeb, stąd warunki wodne określa się jako mało korzystne [Grabarczyk i in. 1990, Prusiński i in. 1999, Rojek 1989]. Okres największego zapotrzebowania na wodę przypada na tworzenie pąków, kwitnienie i wykształcanie strąków. Niedobór wody w tym czasie powoduje zasychanie i opadanie zawiązków kwiatów i owoców. Korzystne warunki znajduje łubin żółty, gdy wilgotność gleby wynosi 55% pełnej pojemności wodnej. Nadmiar wody jest natomiast szkodliwy ze względu na przedłużenie okresu wegetacji, a tym samym opóźnienie dojrzewania. Największe jednak plony łubinu osiągano w latach wilgotnych, w których okresowe niedobory opadów uzupełniano deszczowaniem. Wskazuje to na duże potrzeby wodne tego gatunku. Dlatego niektórzy autorzy uważają, że wpływ warunków

meteorologicznych dominuje zdecydowanie nad czynnikami agrotechnicznymi lub potencjałem odmianowym w kształtowaniu plonu łubinu [Dudek 1996, Grabarczyk i in. 1990, Prusiński i in. 1999, Rojek 1989, Sypniewski 1986, Święcicki 1960].

Cechą szczególną roślin z rodziny bobowatych jest ich zdolność do współżycia z bakteriami brodawkowymi rodzaju *Rhizobium ssp.* asymilującymi wolny azot atmosferyczny. Symbioza polega na tym, że bakterie korzystają z produktów asymilacji wytworzonych przez rośliny, a rośliny zużywają azot nagromadzony przez bakterie [Jasińska i Kotecki 1999]. Merbach i Schelling [1980] w doświadczeniu wazonowym z użyciem ^{15}N wykazali, że łubin żółty wiąże N_2 aż do dojrzałości w przeciwieństwie do łubinu białego i grochu, które kończą ten proces w fazie kwitnienia. Dlatego zastosowanie azotu mineralnego po kwitnieniu pod łubin biały i groch dało pozytywny efekt wyższej produkcji białka. Przedłużenie wiązania N_2 stwierdzano także, gdy roślinom tym po kwitnieniu dostarczano dolistnie łatwo przyswajalnej energii. Dowodzi to wysokiego zapotrzebowania na energię dla efektywnego asymilowania azotu atmosferycznego. Z kolei wysokie zapotrzebowanie na energię wiąże się z zapotrzebowaniem roślin na światło [Nalborczyk 1993]. Szczepienie odpowiednimi szczepami bakterii brodawkowych dawało lepsze efekty w przypadku łubinu żółtego niż białego czy grochu. O ilości wiązanego azotu decyduje również typ rośliny, gdyż formy samokończące mniej asymilują azotu atmosferycznego aniżeli odmiany tradycyjne [Fujita i in.1992]. W związku z asymilacją azotu atmosferycznego łubin nie wymaga nawożenia azotem [Harasimowicz-Herman 1988, Wilczek 1993], a nawet już małe dawki nawozów mogą skutkować zmniejszeniem intensywności wiązania N_2 przez bakterie brodawkowe [Atraszkowa 1972].

Wiązkowy system korzeniowy pojedynczej rośliny owsa stanowi bardzo rozgałęzioną masę nitkowatą, znajdującą się głównie w warstwie ornej, rozprzestrzenioną we wszystkich kierunkach, w promieniu 20 cm i dochodzącą do głębokości 80 cm. Pojedyncze korzenie w przesuszonych warstwach gleby, mogą nawet dochodzić do głębokości 2m [Gąsiorowski 1995, Mazurek i in.1993, Panek 1989, Wojcieska 1993]. Dzięki intensywnemu wzrostowi korzeni owsa już na początku wegetacji, zwłaszcza przy niewielkim uwilgotnieniu podłoża, wrastają one w głąb gleby uodparniając roślinę na późniejsze niedobory wody w wierzchnich warstwach gleby. Jednak pomimo silnie rozwiniętego systemu korzeniowego owies najlepiej udaje się na terenach o obfitych opadach. Owies jest wrażliwy zwłaszcza na susze majowe i czerwcowe [Wojcieska 1993]. Na wytworzenie 1 kg suchej masy owies zużywa około 500 litrów wody, podczas gdy pszenica jara czy jęczmień potrzebują około 350-400 litrów, silniej więc niż inne zboża wyczerpuje zapasy wody w glebie. Większość autorów potrzeby owsa ocenia na 270-300 mm na glebach lekkich, a maleją one wraz ze zwięzłością gleby. Zapotrzebowanie na wodę najmniejsze jest na początku wegetacji i wzrasta osiągając największe wartości w czerwcu [Gąsiorowski 1995, Lewicki i Mazurek 1971, Noworolnik i in 1981 i 1983, Panek 1989, Paprocki 1961b, Rudnicki 1995].

System korzeniowy owsa dobrze wykorzystuje składniki pokarmowe ze związków trudnodostępnych dla innych zbóż. Dzięki temu roślina ta jest zdolna pobrać z gleby większe ilości składników pokarmowych i wody, co sprawia, że owies daje zadawalające plony na słabych glebach [Gąsiorowski 1995, Mazurek 1993].

Wśród roślin zbożowych owies wyróżnia się stosunkowo szerokimi blaszkami liściowymi, toteż uprawiany z innymi gatunkami roślin, zwłaszcza niższymi, silnie je ocienia. Z kolei rośliny bobowate ze względu na energochłonność procesu asymilacji N_2 są światłolubne, stąd ograniczony dostęp do światła jest dla nich niekorzystny. Efektywny proces wiązania N_2 wymaga wysoce skutecznego procesu fotosyntezy [Merbach i Schelling 1980], a co za tym

idzie dobrego dostępu do światła. Ross i in. [2003 i 2005] badając mieszankę owsa wysiewanego w różnym zagęszczeniu z koniczyną aleksandryjską (*Trifolium alexandrinum L.*) stwierdzili, iż owies był „panującym" komponentem w mieszankach, nawet w małych gęstościach siewu, a jego dominacja wzrastała wraz z zagęszczaniem siewu. Koniczyna rosnąca w towarzystwie 60 roślin owsa na m^2 na skutek ocieniania otrzymywała zaledwie 24% ze światła docierającego do powierzchni łanu, przez co odnotowano spadek koncentracji białka w suchej masie, a jego produkcja w tej mieszance wyniosła tylko 14 - 32% w porównaniu do siewów czystych. Podobne wyniki uzyskał Zając [1993] stwierdzając, iż wysiewanie koniczyny czerwonej w jęczmień jary skutkuje pięciokrotnym zmniejszeniem powierzchni liści i siedemnastokrotną redukcją masy oraz aż 35. krotnym zmniejszeniem współczynnika pokrycia liściowego (LAI). Tak silną presję rośliny ochronnej na koniczynę autor tłumaczy wysokim LAI jęczmienia (6,1 $m^2 \cdot m^{-2}$) w okresie kłoszenia i przez to zatrzymywaniem znacznych ilości światła fotosyntetycznie aktywnego. Dlatego w doborze rośliny ochronnej ważny jest jej indeks liściowy, gdy jest on duży to może silnie ograniczać wzrost roślin wsiewanych poprzez zacienianie słabszego konkurenta. Owies okazuje się silnym konkurentem również dla seradeli. Zjawisko to szczególnie nasila się w latach suchych, z czego wynika, że przedmiotem tej konkurencji jest woda. W warunkach posusznych wymagająca dostatecznej wilgoci seradela nie wytrzymuje konkurencji ze strony owsa, który może ją całkowicie zagłuszyć. To niekorzystne zjawisko można częściowo zniwelować poprzez dosiew owsa dopiero po wschodach seradeli [Kusiorka i in. 1988, Podlaska i Paprocki 1987, Tworkowski 1987, Tworkowski i Szczukowski 1994]. Konkurencja o światło i azot w mieszance są najważniejszymi czynnikami wpływającymi na plon mieszanki. Wyższe rośliny komponenta zbożowego mieszanki powodują ograniczenie wzrostu towarzyszącej rośliny strączkowej przez zacienienie, co nasila się w warunkach zwiększonego nawożenia azotem [Ofari i Stern cyt. za Borowiecki i Księżak 2000]. Wenda – Piesik [2001] jako jedną z zalet uprawy mieszanek wymienia jednak skuteczniejsze wykorzystanie energii słonecznej, zwłaszcza w mieszankach roślin jedno- i dwuliściennych, dzięki zróżnicowanej geometrii pędów, popierając to liczną literaturą.

Gatunki o dużym tempie wzrostu mają większą zdolność do pozyskiwania nutrientów i szybko zajmują wolną przestrzeń, co stawia je w korzystnej sytuacji w dalszej konkurencji o limitowane czynniki siedliskowe [Sobkowicz 2003]. Rośliny bobowate w fazie 2-3 liści są atakowane przez bakterie brodawkowe i do momentu wytworzenia właściwej symbiozy, oddziaływania wzajemne między bakteriami a rośliną mają charakter pasożytnictwa, a wzrost rośliny zostaje zahamowany. Jest to jedna z przyczyn przewagi konkurencyjnej zbóż względem roślin bobowatych. Różna jest jednak konkurencyjność poszczególnych gatunków względem siebie. O względnie dobrym tolerowaniu przez łubin w mieszankach pszenżyta jarego lub żyta jarego, gorszym jęczmienia jarego, a znacznie gorszym owsa świadczą wyniki licznych badań [Barbacki i Burczyk 1955, Boguszewski 1954, Burczyk 1958, Byszewski i Błaszczyk 1966, Kotwica 1994, Kotwica i Rudnicki 2003, Paprocki 1961a, Rudnicki i Kotwica 1999, Wenda – Piesik i Rudnicki 2000]. Jednocześnie w mieszankach jęczmienia z owsem to owies jest słabszym konkurentem. We wczesnym okresie wzrostu istnieje silniejsza konkurencja między jęczmieniem i owsem o czynniki glebowe, niż o światło i przestrzeń nadziemną i ona przede wszystkim decyduje o konkurencyjnej dominacji jęczmienia [Sobkowicz 2001]. Trudne jest zatem wyjaśnienie lepszego tolerowania przez łubin żółty jęczmienia niż owsa. W świetle powyższych informacji prawdopodobną przyczyną tego wydają się być duże potrzeby wodne owsa, większe niż innych gatunków zbóż.

Zagadnieniami siewów mieszanych owsa i żyta jarego z łubinem żółtym szeroko zajmował się Paprocki [1961a i b]. Wykazał on, że w mieszankach zboża znacznie pogarszają

warunki wegetacji łubinu żółtego poprzez silne ocienienie i zmniejszanie zawartości wody w glebie. Największe nasilenie tych niekorzystnych dla łubinu zjawisk miało miejsce w fazie wiechowania owsa, wówczas gdy łubin był w fazie kwitnienia i zawiązywania strąków, skutkiem czego okresy krytyczne tych roślin względem czynników życiowych pokrywały się, będąc przyczyną złej tolerancji obu gatunków. Okresy krytyczne żyta jarego i łubinu nie przypadały w jednakowym czasie i te mieszanki dawały lepsze wyniki.

Uprawa łubinu w mieszankach ze zbożami modyfikuje jego cechy morfologiczne i rozwój roślin. Rosnąc razem z rośliną zbożową łubin słabiej się rozgałęzia, dojrzewa wcześniej i równomierniej niż w siewie czystym [Rudnicki 2005]. Takie reakcje roślin łubinu na współwystępowanie ze zbożami były dawniej wykorzystywane w produkcji nasiennej późno dojrzewających odmian łubinu żółtego. W celu przyśpieszenia dojrzewania nasion łubinu wysiewano go z małą ilością (15 – 20 $kg \cdot ha^{-1}$) rośliny zbożowej [Blok i Paprocki 1956, Paprocki 1961a]. Współczesne odmiany łubinów pozwalają uzyskiwać plon nasion siewnych odpowiedniej jakości użytkowej w uprawie jednogatunkowej [Martyniak 1997, Nijaki i in. 1999].

Owies jest gatunkiem wyraźnie ograniczającym wzrost i rozwój innych gatunków roślin współwystępujących w łanie. Poza konkurencją z innymi gatunkami o wodę, światło, czy składniki pokarmowe, literatura donosi o potencjale allelopatycznym owsa mogącym bezpośrednio oddziaływać na inne rośliny. Potencjał allelopatyczny jest to zdolność związku chemicznego (lub ekstraktu roślinnego) do hamowania kiełkowania lub wzrostu rośliny kontrolnej [Oleszek 1996]. Takim związkiem wykazującym potencjał allelopatyczny jest zawarta w tkankach owsa skopoletyna [Oleszek 1997]. Zawartość tego związku jest różna w zależności od genotypu, tak więc różny jest ich potencjał allelopatyczny [Baghestani in. 1999, Jacobi i Fleck 2000]. Pod wpływem skopoletyny, kumaryny i cyneolu powstają komórki o zmienionym kształcie, nieprawidłowo wykształconym jądrze i silnie zwakuoalizowane [Rice 1984]. Kato-Noguchi i in. [1994] wskazują na L-tryptofan jako związek odpowiedzialny za potencjał allelopatyczny owsa. Owies wydziela również fitoaleksynę: 4-benzoksazynon (avenalumina) [Harborne 1997], co tłumaczyć może jego znaczną odporność na choroby. Jednak owies także reaguje na allelopatyny wydzielane przez inne rośliny. Wysiewany następczo po kukurydzy ujemnie reaguje na oset ją zachwaszczający [de Candolle 1832 cyt. za Harborne 1997]. Wykazano też, że terpenty uwalniane przez *Salvia leucophylla i Arthemisia californica* inhibują kiełkowanie ziarniaków *Avena fatua* [Muller 1970]. Jednak uzyskanie dowodów występowania allelopatii w danych warunkach ekologicznych jest niezmiernie trudne, a dowody mają najczęściej charakter poszlakowy [Harborne 1997].

Do badań oddziaływań wzajemnych różnych gatunków roślin niezbędne jest ich sąsiedztwo. Dzięki bezpośredniemu sąsiedztwu upraw różnych gatunków roślin można badać efekty sąsiedztwa między nimi. Burczyk [2003] opisuje sposób uprawy polegający na wysiewie długich wąskich pasów, na których uprawiane są sąsiadująco trzy lub więcej gatunki roślin na tym samym polu i w tym samym czasie, znany jako system upraw pasowych. Na styku sąsiadujących gatunków, jeśli nie są one rozdzielone ścieżką, dochodzi do oddziaływań wzajemnych pomiędzy nimi. Trzeba zatem rozgraniczyć efekt sąsiadowania gatunków od efektu brzegowego.

Zjawisko większej dorodności roślin sąsiadujących bezpośrednio ze ścieżką rozdzielającą poletka doświadczalne lub ścieżką technologiczną w łanach produkcyjnych niż we wnętrzu łanu znane jest od dawna jako tzw. efekt oddziaływań brzegowych (ang. border effect, nonplanted borders) i wskazuje na niego wielu autorów [Braun 1978, Hulbert i Remsberg 1927, Niemczyk i Radecki 1993, Pacewicz 2000, Stawiana – Kosiorek i in. 2003]. Zjawisko to wynika z większej

dostępności do zasobów limitujących wzrost i rozwój roślin w rzędzie sąsiadującym ze ścieżką. Prace prowadzone nad tym zjawiskiem dostępne w literaturze dotyczą jednak jednogatunkowych siewów różnych gatunków roślin, nie zaś mieszanek.

Konsekwencją bezpośredniego sąsiedztwa różnych gatunków roślin są ich oddziaływania wzajemne jako tzw. efekt sąsiedzki, w literaturze często mylnie przytaczany jako border effect lub nonplanted borders. Prace nad sąsiedztwem roślin motylkowych z zbożami dotyczące soi i kukurydzy, wprowadzając również między nie inny gatunek zboża, prowadzili liczni autorzy zgodnie potwierdzając obniżkę plonu soi rzędu 10 do 30% i jednocześnie 10 – 40% wzrost plonów kukurydzy w strefie kontaktu roślin w stosunku do roślin z dalszych rzędów. Rozdzielenie upraw soi i kukurydzy pasem innego zboża np. pszenicą lub owsem skutkowało zmniejszeniem negatywnego wpływu kukurydzy na soję i zwiększenie plonu pszenicy, która jednak nie sprzyjała plonowaniu soi. Nie bez znaczenia okazuje się też kierunek siewu względem stron świata, przy kierunku w osi północ-południe negatywne oddziaływania roślin były mniejsze [Fortin i in 1994, Iragavarapu i Randall 1996, Jurik i Van 2004, Pendelton i in. 1963, West i Griffith 1992, Van 1994]. Cytowane badania nie wyjaśniają jednak wystarczająco przyczyn obserwowanych efektów sąsiedztwa roślin, nie wyjaśniają w jakim stopniu zwiększenie plonu kukurydzy, czy pszenicy wynika z oddziaływania sąsiedzkiego soi na te rośliny, a w jakim jest efektem braku konkurencji o światło między wyższymi roślinami tych gatunków i niskimi roślinami soi.

W uprawach pasowych oddziaływania międzygatunkowe ograniczają się do jednego lub kilku rzędów sąsiadujących roślin, natomiast w międzygatunkowych zasiewach mieszanych zjawisko to zachodzi w całej przestrzeni łanu i w zależności od swojego nasilenia warunkuje celowość takiego sposobu uprawy. W uprawie pasowej efekty oddziaływań sąsiedzkich roślin dają się łatwo ocenić poprzez porównanie cech roślin będących w bezpośrednim sąsiedztwie i w kolejnych rzędach. W przypadku zwartych łanów mieszanek takie metody nie mają zastosowania i najczęściej oceniając nasilenie oddziaływań wzajemnych trzeba odnosić je do siewów czystych poszczególnych komponentów mieszanki. Przedmiotowa literatura dostarcza wprawdzie wielu miar opisujących zjawisko współzawodnictwa. Jednak Falińska [1996] twierdzi, że brak jest dobrych miar do oceny konkurencji, zwłaszcza w wielogatunkowych zbiorowiskach o warstwowej strukturze. Wprawdzie stosuje się różne współczynniki konkurencji, lecz brak precyzyjnych kryteriów i pomiarów nie pozwala na ścisłą ocenę efektów konkurencji i są to wciąż oceny szacunkowe, pośrednie mające charakter badań poszlakowych. W przeglądowym opracowaniu Weigelt i Jolliffe [2003] zestawili i poddali dyskusji ponad 50 wskaźników używanych dotychczas w badaniach konkurencji między roślinami. Autorzy twierdzą, iż matematyczne wskaźniki, tworzone poprzez łączenie kilku najważniejszych parametrów, mogą pomóc w interpretacji i zobrazowaniu wyników doświadczeń nad skutkami konkurencji między roślinami. Pozwalają one określić intensywność konkurencji i jej znaczenie, skutki oraz wynik konkurencji. Aby uzyskać miernik zjawiska konkurencji, wskaźniki muszą być rozpatrywane wraz z warunkami środowiskowymi i proporcją współwystępujących roślin. W badaniach krajowych nad zjawiskiem konkurencji korzystano również ze wskaźników konstruowanych stosownie do specyfiki prowadzonych badań [Kotwica 1994, Kotwica i Rudnicki 1999].

Pomimo występowania zjawiska konkurencji międzygatunkowej, komplikującej warunki bytowania roślin w uprawach mieszanych, ten sposób uprawy roślin ma długą tradycję. W odległych czasach uzyskanie i zastosowanie mineralnych nawozów azotowych nie było możliwe, gdyż nie występują w przyrodzie naturalne ich złoża, jak w przypadku nawozów fosforowych czy potasowych. Z kolei, gdy zaczęto pozyskiwać azot w formie przystępnej dla

roślin z powietrza i stosować go w postaci nawozów okazało się, że jest to składnik kosztowny. Zapewne dlatego w pracy Górskiego i Kotera [1952] znajdujemy przypuszczenie, że „zwiększenie urodzajów z jednostki powierzchni przez wprowadzenie roślin motylkowych do płodozmianu oraz trudności otrzymania nawozów azotowych mogły wielu rolnikom nasunąć myśl stosowania mieszanek z roślin motylkowych i zbożowych". O uprawie mieszanek zbożowo - strączkowych donosił już ks. Krzysztof Kluk [1779] zaś Stefan z Bronowa [1873] w opracowaniu „O siewach mięszanych" opisuje obszernie kilkadziesiąt rodzajów siewów mieszanych, w tym również owsa z łubinem. Tę mieszankę charakteryzuje on następująco: „Dla lekkich gruntów polecać można mięszankę składającą się z 1 części owsa i z 2 części łubinu. Owies w takiéj mięszaninie bujnie wyrasta, kiedy w jednolitym siewie grunt łubinowy owsa nie zadowoliłby wcale, albo też bardzo lichy. Mięszane ziarno daje wyborny śrót.". Pomimo, że wiedza w tamtych czasach była oparta głównie na obserwacjach przyrody i domysłach, to wiele spostrzeżeń było trafnych i w komponowaniu mieszanek kierowano się właściwymi przesłankami. Świadczy o tym choćby takie zalecenie: „Należy [....] takie tylko uprawiać rośliny w zmięszaniu, których korzenie sobie nawzajem nie przeszkadzają i nie zawadzają [....] Pierwsze w wierzchniéj, drugie w niższéj warstwie szukają pokarmów, zmięszane jedne z drugiemi, wspierać się tylko będą wzajemnie" [Stefan z Bronowa 1873]. Prace doświadczalne nad siewami mieszanymi sięgają końca XIX wieku. W latach 1882-1892 La Fliz przeprowadził doświadczenia polowe nad siewami mieszanymi zbóż (żyto, jęczmień) z bobowatymi (koniczyna czerwona, groch) dowodząc ich zalet, a pierwsze badania krajowe przeprowadził, w latach 1924-1926 w Dublanach, Górski H. wysiewając w mieszance owies z wyką [Górski i Koter 1952]. We współczesnym rolnictwie Kuś [1999] wyróżnia kilka rodzajów siewów mieszanych roślin uprawnych, a wśród nich mieszanki zbożowo-strączkowe jako sposób pozyskiwania pasz objętościowych (zielonka, kiszonka) lub treściwych (nasiona) dla zwierząt gospodarskich.

Przedmiotowa literatura wskazuje wiele walorów agrotechnicznych i użytkowych mieszanek zbożowo – strączkowych. Plony mieszanek są z reguły większe niż średnio zbóż i strączkowych w siewach czystych, a przy tym są mniej zawodne i bardziej stabilne w kolejnych latach niż roślin strączkowych [Rudnicki 2005]. Przy odpowiednim doborze gatunków o różnej budowie systemu korzeniowego i innych cech morfologicznych warunkujących niejednakową reakcję na zmienne warunki klimatyczno - glebowe, mieszanki mogą lepiej wykorzystywać warunki siedliska niż zasiewy jednogatunkowe. Dlatego do ich uprawy przydatne są gleby o różnej jakości rolniczej, a szczególne uzasadnienie ma ich uprawa na polach o dużej zmienności glebowej [Kuś 1999, Rudnicki 1999]. Mieszanki te cechuje mniejsza negatywna reakcja na pogarszające się warunki glebowe, dzięki czemu mogą być uprawiane na glebach gorszych o jedną klasę bonitacyjną niż dana roślina strączkowa w siewie czystym [Kotecki 1990, Sypniewski 1989].

Mieszanki zbożowo – strączkowe mają względnie małe wymagania agrotechniczne co do przedplonu, nawożenia azotem, zwalczania chwastów oraz ochrony przed agrofagami. Pozwala to ograniczyć koszty ich uprawy, a jednocześnie mieszanki pozostawiają dobre stanowisko dla roślin następczych.

Występowanie w mieszance rośliny strączkowej pozwala ograniczać nawożenie azotem takiej uprawy. Roślina z rodziny bobowatych korzysta z azotu pochodzącego z symbiozy z bakteriami *Rhizobium ssp.* Roślina zbożowa natomiast, wysiewana w mniejszej gęstości niż w siewie czystym, ma mniejsze potrzeby względem ilości azotu, a ponadto zachodzi możliwość korzystania przez nią z azotu uwalnianego przez roślinę strączkową. Odnośnie tej ostatniej kwestii spotykamy jednak zdania podzielone. W latach trzydziestych ubiegłego wieku Virtaten stwierdził przechodzenie do podłoża z brodawek korzeniowych roślin bobowatych azotu

w postaci kwasu asparaginowego i β – alaniny, z którego może korzystać niemotylkowy komponent mieszanki [cyt. za Górski i Koter 1952]. Jednak Boguszewski [1954] nie potwierdził korzystania przez owies w mieszance z azotu asymilowanego przez łubin w ilościach o praktycznym znaczeniu. Wyniki nasuwające podobne wnioski uzyskał Triboi [1985, cyt. za Borowiecki i Księżak 2000], który w badaniach lizymetrycznych z mieszanką wyki z owsem, przy użyciu ^{15}N, stwierdził tylko niewielkie pobieranie przez owies azotu symbiotycznego pochodzącego z rozkładu brodawek korzeniowych i korzeni wyki. Tłumaczy to dlaczego zwiększanie udziału wyki jarej w mieszance z owsem nie powodowało zwiększenia procentowej zawartości białka w ziarnie owsa [Klima i Pisulewska 2000].

W agrocenozach duże znaczenie mają powiązania troficzne (eksploatacyjne) pomiędzy roślinami uprawnymi jako producentami a roślinożernymi owadami oraz patogenicznymi grzybami lub bakteriami jako konsumentami. Uważa się, że mieszane uprawy nie stwarzają wyspecjalizowanym agrofagom dobrej niszy ekologicznej [Wenda-Piesik 2001]. Rośliny uprawiane w mieszankach zbożowych, a zwłaszcza zbożowo – strączkowych, są mniej podatne na porażenie przez patogeny grzybowe niż te same gatunki uprawiane w siewach czystych [Kurowski i in. 1998, Lemańczyk i in. 2001,Wenda-Piesik i Lemańczyk 1997, Wenda-Piesik i in. 2000]. Mniej intensywna jest też gradacja szkodników o czym świadczy mniejsze nasilenie żerowania mszyc i skrzypionek zbożowych na owsie w mieszankach z grochem niż w siewie czystym owsa wykazane przez Wendę – Piesik [1999]. Znaczące zmniejszenie skutków działania agrofagów w zasiewach mieszanych umożliwia uzyskanie plonów dobrej jakości bez używania pestycydów [Theunissen 2004].

Mieszanki są mniej podatne na zachwaszczenie niż siewy czyste gatunków je tworzących, co jest przypisywane specyfice mikroklimatu łanu mieszanki charakteryzującego się większym zacienieniem i niższą temperaturą u jego podstawy niż w uprawach jednogatunkowych [Cousens 1996, Doll i in.1995, Szwejkowski i in.1999, Wanic 1997]. Pomimo to na polach silnie zachwaszczonych chemiczne zwalczanie chwastów bywa konieczne [Thomas i in. 1994]. Jednak w mieszankach zbożowo – strączkowych możliwości stosowania herbicydów są ograniczone. Zalecenia ochrony roślin [IOR 2001] nie wyszczególniają herbicydów do zastosowania w takich uprawach, natomiast w badaniach Wendy - Piesik i Rudnickiego [2000] przydatnymi do przedwschodowego stosowania w mieszankach owsa, jęczmienia lub pszenżyta z łubinem żółtym okazały się preparaty zawierające linuron lub pendimetalinę jako substancje aktywne.

Mieszanki zbóż z roślinami strączkowymi są dobrymi przedplonami dla innych roślin uprawnych. Prace Harasimowicz-Hermann [1997], Kotwicy [1994], Rudnickiego i Kotwicy [1994], Rudnickiego i Wasilewskiego [2000], Siuty [1994], Siuty i in. [1998] dowodzą wysokiej wartości stanowiska po takich mieszankach dla pszenicy ozimej. Ta wartość przedplonowa jest tym wyższa, im większy jest udział rośliny strączkowej w mieszance i tym większa im gleba jest gorszej jakości. Gdy w składzie mieszanek występuje owies to pełnią one rolę fitosanitarną w zmianowaniu, podobnie jak owies w siewie czystym, co ujawnia się lepszą zdrowotnością wysiewanej po mieszankach pszenicy [Wenda-Piesik i in. 2000]. Ważną jest także rola mieszanek w zachowaniu lub zwiększaniu bioróżnorodności w agroekosystemach [Andrzejewska i Kajak 2001].

Paszę treściwą pozyskiwaną z mieszanek zbożowo – strączkowych cechuje wyższa koncentracja białka niż w mieszankach zbożowych czy ich siewach czystych, przez co jest ona w znacznym stopniu zrównoważona pod względem stosunku zawartości energii i białka [Księżak 1998b, Księżak i Brzóska 1998]. Przy niewielkim dodatku paszy wysokobiałkowej mieszanka grochu z jęczmieniem może stanowić główną paszę treściwą dla tuczników [Grela

i in. 1992, Księżak i in. 2000]. Mieszanki strączkowych z owsem oplewionym mają jednak ograniczone zastosowanie w żywieniu trzody chlewnej ze względu na dużą zawartość włókna, ale mogą być wykorzystywane w żywieniu bydła, owiec, kóz i koni [Rudnicki 2005].

Pomimo przytoczonych powyżej zalet mieszanki zbożowo – strączkowe są w Polsce uprawiane na niedużej powierzchni szacowanej na około 100-120 tys. ha [Rudnicki 1999], wielokrotnie mniejszej niż mieszanki zbożowe [GUS 2005]. W celu uzyskania paszy treściwej uprawiane są niemal wyłącznie jare mieszanki zbożowo – strączkowe, ponieważ badania nad uprawą mieszanek ozimych (żyta lub pszenżyta z wyką piaskową) nie wykazały dostatecznej zasadności gospodarczej formy ozimej [Pisulewska 1994].

Stosunkowo małe rozpowszechnienie mieszanek zbożowo – strączkowych w praktyce produkcyjnej wynika z dwóch podstawowych mankamentów tego sposobu produkcji roślinnej. Jedną z nich jest fakt, że nie dostarczają one produktu towarowego o znaczeniu rynkowym, lecz paszy zużywanej niemal wyłącznie do żywienia zwierząt w gospodarstwie [Księżak i Brzóska 1998, Rudnicki 2005]. Innym problemem jest bardzo zmienny udział ziarna zbóż i nasion roślin strączkowych w plonie, silnie zależny od warunków meteorologicznych w poszczególnych latach i od warunków glebowo – agrotechnicznych. Świadczą o tym m. in. wyniki badań Koteckiego [1990], Kotwicy [1994], Księżaka [1998a], Księżaka i in. [2000], Paprockiego [1961a, 1961b], Rudnickiego [1994], Rudnickiego i Kotwicy [2002], Zielińskiej i Rutkowskiego [1988]. Z prac tych zgodnie wynika, że zazwyczaj udział nasion roślin strączkowych w zbieranym plonie jest mniejszy niżby to wynikało z proporcji wysiewu zbóż i strączkowych w mieszankach. Ten udział komponentów w plonie jest wypadkową wzajemnej reakcji gatunków na współwystępowanie w mieszance, modyfikowanej warunkami siedliskowymi. Ujawnia się ona najsilniej w przypadku długotrwałych okresów posusznych. Wówczas rośliny strączkowe nie wytrzymują konkurencji zbóż o wodę i ich udział w plonie jest niewielki. Tak zmienny skład botaniczny plonu uniemożliwia jego standaryzację paszową i utrudnia bilansowanie dawek żywieniowych. Toteż w europejskim intensywnym rolnictwie współrzędne, różnogatunkowe uprawy nie znalazły powszechnego zastosowania [Theunissen 2004]. Jednak w państwach Unii Europejskiej upatruje się przyszłość uprawy mieszanek zbożowo-strączkowych w systemie gospodarowania ekologicznego (organic farming) [Knudsen i in. 2004].

Jednym ze sposobów ograniczenia zmienności plonów mieszanek w latach oraz udziału komponentów w plonie jest dobór gatunków stanowiących mieszankę oraz proporcji ich wysiewu z uwzględnieniem warunków środowiskowych. W przypadku mieszanek zbożowo – strączkowych dużym problemem agroekologicznym i trudnością agrotechniczną jest stworzenie w łanie warunków równie korzystnych dla odległych taksonów roślin uprawnych (roślina zbożowa, roślina strączkowa) i wyrównanie szans konkurencyjnych między nimi [Rudnicki 1999]. Wynika to z faktu, że rośliny te różnią się znacznie cechami morfologicznymi, rytmem wzrostu i rozwoju oraz wymaganiami środowiskowymi i agrotechnicznymi. Dlatego poglądy dotyczące doboru gatunków, a zwłaszcza składu ilościowego materiału siewnego mieszanek i kryteriów oceny ich wartości agrotechniczno – użytkowej nie są jednoznaczne [Artyszak 1993, Rudnicki 2005].

W mieszankach zbóż z roślinami strączkowymi silniejszymi konkurentami są rośliny zbożowe, a ich dominacja ujawnia się w gorszym wzroście i wypadaniu z łanu roślin strączkowych [Kotwica 1994, Paprocki 1961b, Rudnicki 1994]. To sprawia, że wraz ze zwiększaniem udziału rośliny zbożowej w materiale siewnym mieszanki z reguły zwiększa się plon mieszanki, ale jednocześnie zmniejsza się w nim udział nasion rośliny strączkowej [Ignaczak 1993, Rudnicki 1994]. Z kolei niewielkie nawet obniżenie gęstości siewu rośliny

strączkowej w mieszance skutkuje znaczną redukcją udziału jej nasion w plonie łącznym mieszanki, a ta reakcja jest wyraźnie silniejsza niż w przypadku zmniejszania gęstości siewu rośliny zbożowej [Barabacki i Burczyk 1955, Boguszewski 1954, Burczyk 1958, Kotecki 1990, Kotwica 1994, Paprocki 1956, 1961a, 1961b]. Jednak te prawidłowości nie są powtarzalne w różnych warunkach siedliskowych. W zależności od działającego czynnika środowiskowego efekt konkurencji międzygatunkowej przechyla się na stronę tego taksonu, który jest lepiej przystosowany do danych warunków. Biotypy, które okazują się silne w siewie czystym, lub przy małych zagęszczeniach, mogą okazać się słabe wobec innych biotypów lub też przy dużych zagęszczeniach. Ponadto osobniki w mniejszym zagęszczeniu różnią się bardzo między sobą, podczas gdy osobniki rosnące w dużym zagęszczeniu są bardzo podobne do siebie [Zarzycki 1965a].

Uwzględniając powyższe reakcje roślin zbożowych i strączkowych na uprawę współrzędną Rudnicki [1997] opracował metodę szacunkowej oceny przydatności odmian łubinu żółtego i łubinu wąskolistnego do mieszanek ze zbożami jarymi oraz orientacyjnego ustalania gęstości siewu komponentów takich mieszanek. W ocenie przydatności gatunków zbóż jarych i odmian łubinów do mieszanek uwzględnił następujące ich cechy biologiczne i użytkowe:

- zbieżność długości wegetacji odmiany łubinu i rośliny zbożowej,
- zbieżność wysokości roślin łubinu i rośliny zbożowej,
- odporność na wyleganie odmiany łubinu i partnera zbożowego,
- plonowanie odmiany łubinu w siewie czystym,
- zawartość białka ogólnego w nasionach łubinu,
- zawartość alkaloidów w nasionach łubinu.

Na podstawie tych cech i opracowanego modelu matematycznego autor ten dokonał waloryzacji odmian łubinów znajdujących się w krajowym rejestrze odmian roślin uprawnych pod względem ich przydatności do uprawy w mieszankach ze zbożami jarymi oraz podał przykłady teoretycznych składów takich mieszanek [Rudnicki 1997, 2005]. Spośród zarejestrowanych w 1997 roku odmian łubinu żółtego najlepszymi do mieszanek z owsem okazały się 'Lidar' i 'Teo' a łubinu wąskolistnego – 'Emir' i 'Troll'. Jednak autor ten twierdzi, że dobór odmiany łubinu do mieszanek nie ma tak dużego znaczenia jak w przypadku odmian grochu, a jako ważną uznaje gęstość siewu gatunków w mieszankach [Rudnicki 2005]. Opinię taką potwierdzają wyniki badań Kotwicy [1994], w których efekty uprawy mieszanek pszenżyta jarego z łubinem żółtym zależały wyraźnie od składu ilościowego wysiewanych komponentów.

3. Zakres, warunki i metodyka badań

Dla realizacji postawionego celu i sprawdzenia hipotezy badawczej zaplanowano 4 zadania badawcze wzajemnie się uzupełniające w poznaniu podjętego problemu. Zadania zrealizowano metodą eksperymentalną, a doświadczenia zostały przeprowadzone w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego ATR Bydgoszcz w Mochełku i uzupełnione laboratoryjnymi oznaczeniami niektórych cech gleby i roślin.

3.1. Zadanie badawcze nr 1: Reakcje owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszankach o różnym składzie ilościowym tych komponentów oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek

3.1.1. Cel zadania badawczego

Poznanie reakcji owsa i łubinu żółtego na uprawę współrzędną o różnym składzie ilościowym tych komponentów oraz efektów produkcyjnych mieszanek na tle siewów czystych owsa i łubinu.

3.1.2. Czynniki i układ doświadczenia

Materiał danych źródłowych uzyskano z dwuczynnikowego, wielokrotnego doświadczenia polowego, poletkowego, zrealizowanego w latach 2002, 2004, 2005. Doświadczenie założone w 2003 roku zostało zdyskwalifikowane z uwagi na bardzo słabe wschody, znacznie odbiegające od zakładanej gęstości, pomimo dobrych wyników laboratoryjnej oceny materiału siewnego łubinu.

Doświadczenie zakładano w układzie losowanych bloków, w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 24 m^2 (do zbioru 18 m^2). Czynnikami doświadczalnymi były:
A - Gęstość siewu owsa w siewie czystym i w mieszankach – 0, 140, 280, 420, 560 ziaren·m^{-2}
B - Gęstość siewu łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach – 0, 25, 50, 75, 100 nasion·m^{-2}.

Kombinacje tych gęstości siewu obu gatunków tworzą 16 mieszanek o różnej proporcji wysiewu tych gatunków oraz 4 obiekty owsa w siewie czystym i 4 obiekty łubinu w siewie czystym - łącznie 24 obiekty doświadczalne.

3.1.3. Warunki agrotechniczne doświadczenia

Doświadczenie prowadzono w stanowisku po jęczmieniu jarym. Po zbiorze przedplonu zwalczano chwasty przy użyciu herbicydu zawierającego glifosat jako substancję aktywną (Roundup 360 SL-3 l·ha^{-1}), o działaniu nieselektywnym, układowym, a następnie wykonywano spulchnianie wierzchniej warstwy roli przy użyciu brony talerzowej oraz orkę przedzimową na średnią głębokość. Wiosną rolę przygotowywano do siewu przy użyciu wieloczynnościowego agregatu uprawowego. W trakcie wiosennego doprawiania roli stosowano nawożenie przedsiewne w dawkach 70 kg P_2O_5, i 80 kg K_2O i 30 kg N na 1 ha. Drugą dawkę azotu (30 kg·ha^{-1}) stosowano w fazie strzelania w źdźbło owsa. Do siewu używano owsa odmiany 'Hetman' oraz łubinu żółtego odmian: 'Teo' (w roku 2002), 'Lidar' (2004 i 2005). Materiał siewny zaprawiano zaprawą nasienną Sarfun T. Siewu dokonywano siewnikiem poletkowym z aparatem wysiewającym systemu Øyorda. Pielęgnacja zasiewów obejmowała zwalczanie chwastów herbicydem Afalon 450 SC, stosowanym bezpośrednio po siewie w dawce 1 l·ha^{-1}.

W roku 2002 ze względu na małą skuteczność herbicydu przeprowadzono jednokrotnie uzupełniające odchwaszczanie ręczne doświadczenia w fazie krzewienia owsa.

3.1.4. Warunki glebowe doświadczenia

W każdym roku doświadczenie polowe było zlokalizowane na glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego lub mocnego (tab.1). Gleba zaliczana jest do kompleksu żytniego dobrego przydatności rolniczej i do klasy bonitacyjnej IVb.

Gleba w poziomie próchnicznym wykazywała małą zawartość materii organicznej i wąski, dla gleby lekkiej, stosunek węgla do azotu. Zasobność gleby w fosfor była wysoka we wszystkich latach natomiast zasobność w potas była w 2 latach (2002 i 2005) średnia, a w 2004 roku była wysoka. Gleba wykazywała odczyn lekko kwaśny lub obojętny (tab. 2).

Tabela 1. Skład granulometryczny gleby pól doświadczalnych w latach realizacji badań

Rok	Frakcja składu granulometrycznego (mm)						Grupa granulo-metryczna
	2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	<0,002	
	Udział frakcji (%)						
2002	72	9	7	5	3	4	pgl
2004	63	11	9	8	4	5	pgm
2005	70	11	6	5	4	4	pgl

Tabela 2. Niektóre właściwości chemiczne gleby pól doświadczalnych

Rok	Zawartość węgla (%)	Stosunek C/N	mg·100g gleby^{-1}		pH	
			P_2O_5	K_2O	H_2O	KCl
2002	0,556	10,3	14,9	8,1	5,8	4,4
2004	0,651	9,9	14,8	15,0	7,1	7,1
2005	0,641	9,4	14,8	9,2	6,8	6,4

3.1.5. Warunki meteorologiczne w latach realizacji doświadczenia

Warunki meteorologiczne, w okresie wegetacji roślin uwzględnionych w doświadczeniach, były zróżnicowane w latach badań (tab. 3). W roku 2002 temperatura w okresie od maja do początku sierpnia była wyższa niż w wieloleciu i towarzyszyły jej dość obfite opady atmosferyczne, zwłaszcza w maju i w lipcu. Okresy krytyczne zapotrzebowania na wodę owsa i łubinu przypadły jednak na stosunkowo suche i ciepłe dwie ostatnie dekady czerwca. Rok 2004 był wyraźnie chłodniejszy niż 2002 z mniejszą sumą opadów, ale opady te były rozłożone dość równomiernie w okresie wegetacji z tym, że obfite opady w początku sierpnia nie sprzyjały równomiernemu dojrzewaniu łubinu. W 2005 roku pierwsza połowa okresu wegetacji (kwiecień – maj) była dość chłodna z sumą opadów większą o około 35% niż przeciętnie. Od połowy natomiast czerwca występowała wysoka temperatura i długotrwały okres posuszny. Suma opadów w czerwcu stanowiła około 64% średniej wieloletniej, a w lipcu tylko około 37%.

Zmienne w latach warunki meteorologiczne ujawniły się w rozwoju roślin. Pomimo wysiewania roślin w pierwszej pentadzie kwietnia wschody owsa pomiędzy latami różniły się o 7 dni i łubinu o 5 dni. Pojawianie się organów generatywnych owsa i łubinu było wyraźnie późniejsze w 2004 roku niż w 2002, a dojrzałość zbiorczą uzyskały one najwcześniej w posusznym 2005 roku (tab. 4).

Tabela 3. Średnie temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji mieszanek owsa z łubinem i w latach badań, na tle wielolecia. Dane z punktu agrometeorologicznego w Mochełku

Czynnik	Miesiąc	Rok				Średnia 1996-2004
		2002	2004	2005	Średnia	
Średnia temperatura (°C)	kwiecień	7,5	7,5	7,4	7,5	7,8
	maj	15,7	11,3	12,2	13,1	13,2
	czerwiec	16,3	14,7	14,9	15,3	16,1
	lipiec	18,9	16,4	19,4	18,2	17,7
	sierpień (I dekada)	20,5	19,8	15,3	18,5	18,9
	kwiecień - I dekada sierpnia	15,1	13,1	13,6	13,9	14,1
Suma opadów (mm)	kwiecień	17,7	32,1	34,8	28,2	27,6
	maj	111,5	54,4	82,6	82,8	59,5
	czerwiec	31,3	39,6	30,5	33,8	47,9
	lipiec	77,9	53,5	33,6	55,0	91,7
	sierpień (I dekada)	41,2	53,8	25,7	40,2	18,6
	kwiecień - I dekada sierpnia	279,6	233,4	207,2	240,0	245,3

Tabela 4. Daty siewu i zbioru plonu oraz niektórych faz rozwojowych roślin

Cecha	Data wystąpienia w roku:		
	2002	2004	2005
Siew	IV 02	IV 01	IV 04
Wschody owsa (10-12)*	IV 11	IV 13	IV 18
Wschody łubinu	IV 13	IV 15	IV 18
Zakwitanie łubinu	VI 12	VI 17	VI 10
Wiechowanie owsa (55)*	VI 12	VI 21	VI 18
Zbiór plonu	VIII 17	VIII 11	VIII 05

* Stadia rozwojowe zbóż w skali Zadoksa [Gąsowski i Ostrowska 1993].

3.1.6. Obserwacje polowe i laboratoryjne

- ✓ Ocena obsady roślin po wschodach – wykonywana w fazie 2 – 3 liści u owsa (12-13 w skali Zadoksa) i około 10 dni później w przypadku łubinu poprzez zliczanie roślin na pięciu jednometrowych odcinkach rzędów wybieranych po przekątnej każdego poletka.
- ✓ Ocena obsady roślin łubinu i wiech owsa – wykonywana w fazie dojrzałości mlecznej ziarna owsa (75) w sposób analogiczny jak po wschodach.
- ✓ Ocena stopnia odżywienia roślin owsa azotem - w fazie końca wiechowania roślin owsa (59), przy użyciu N-testera firmy Hydro.
- ✓ Pobieranie prób roślin owsa i łubinu do pomiarów cech roślin wymienionych poniżej – pobierano w fazie dojrzałości mlecznej owsa (75) po 10 roślin owsa i po 10 roślin łubinu ze środkowych części każdego poletka (z pominięciem rzędów skrajnych).
- ✓ Pomiary cech roślin owsa: masa rośliny, wysokość najdłuższego źdźbła, rozkrzewienie produkcyjne, masa wiech z rośliny.
- ✓ Pomiary cech roślin łubinu: masa rośliny, wysokość pędu głównego, liczba rozgałęzień I rzędu, liczba strąków na roślinie, masa strąków na roślinie.

- ✓ Pobieranie prób do oceny organów generatywnych roślin – pobierano tuż przed zbiorem plonu (91-92) po 10 wiech i strąki z 10 roślin łubinu z każdego poletka. Próby te posłużyły do określenia: masy ziarna z wiechy i liczby ziarniaków w wiesze owsa, liczby nasion w strąku łubinu.
- ✓ Pomiar plonu ziarna owsa i nasion łubinu z poletek doświadczalnych po omłocie.
- ✓ Pomiar wilgotności plonu bezpośrednio po zbiorze przy użyciu wilgotnościomierza elektronicznego.
- ✓ Pobieranie prób ziarna (nasion, mieszanki) - po omłocie w ilości po 0,5 kg z poletka. Próby mieszanek rozdzielono według gatunków i ustalono wagowy udział komponentów mieszanek w plonie. Wykonano pomiary masy 1000 ziaren owsa oraz 1000 nasion łubinu.

3.1.7. Opracowanie danych źródłowych

Liczbowy materiał źródłowy poszczególnych obserwowanych cech z pojedynczych, rocznych doświadczeń poddano analizie wariancji w modelu właściwym dla układu dwuczynnikowego losowanych bloków. Wielokrotne (z 3 lat) analizy wariancji cech wykonano w modelu mieszanym (czynniki stałe, lata losowe) na wartościach średnich z powtórzeń i błędach odtworzonych z poszczególnych doświadczeń pojedynczych. Zastosowanie modelu mieszanego analizy wariancji dla danych z doświadczenia wielokrotnego pozwoliło ustalać efekty działania czynników doświadczalnych pomimo zmienności tych efektów w latach badań. Istotność różnic międzyobiektowych oceniano testem porównań wielokrotnych Tukey'a. Obliczenia wykonano przy zastosowaniu pakietu ANALWAR - 3.2. opartego na bazie arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel.

W celu poznania konkurencji międzygatunkowej owsa z łubinem poszukiwano wskaźnika opisującego liczbowo to zjawisko. Pomimo przeglądu wielu takich wskaźników zawartych w pracy Weigela i Jolliffe'go [2003], zawierającej przegląd metod badania konkurencji, za właściwą dla modelu własnych badań przyjęto metodę opracowaną przez Rudnickiego [Kotwica 1994, Kotwica i Rudnicki 1999] po jej modyfikacji. Metoda ta oparta na ilorazie plonów danego gatunku w siewie czystym i w mieszance, przy jednakowej jego gęstości siewu w obu przypadkach. Nazwano go indeksem konkurencji (IK) gatunku współwystępującego w mieszance (konkurenta) dla danego gatunku. Wartości IK>1,0 świadczą o ujemnym wpływie konkurenta a IK<1,0 o korzystnym jego wpływie na dany gatunek w mieszance. Indeks konkurencji (IK) wskazuje na nasilenie oddziaływania konkurencyjnego jednego gatunku względem drugiego i odwrotnie w całej zbiorowości roślin mieszanki. Nasilenie konkurencji międzygatunkowej w mieszance charakteryzuje wskaźnik K_m, wyznaczany na podstawie indeksów konkurencji. Zdolność konkurencyjną pojedynczej rośliny danego gatunku względem pojedynczej rośliny drugiego gatunku w mieszance wyznaczają wskaźniki SK, które mają charakter równoważników konkurencyjnych. Powyższe wskaźniki mają postać:

$$IK_l = \frac{PC_o}{PM_o} \qquad IK_o = \frac{PC_l}{PM_l}$$

$$SK_l = \frac{G_o \cdot IK_l}{G_o + G_l} \qquad SK_o = \frac{G_l \cdot IK_o}{G_o + G_l}$$

$$K_m = \sqrt{\frac{IK_o \cdot IK_l}{2}}$$

gdzie: PC – plon ziarna (nasion) gatunku w siewie czystym,

PM – plon ziarna (nasion) gatunku w mieszance przy tej samej gęstości siewu co w siewie czystym,

IK_o – intensywność konkurencji owsa dla łubinu w mieszance,

$IK_ł$ – intensywność konkurencji łubinu dla owsa w mieszance,

SK_o – siła konkurencji pojedynczej rośliny owsa względem pojedynczej rośliny łubinu w mieszance,

$SK_ł$ – siła konkurencji pojedynczej rośliny łubinu względem pojedynczej rośliny owsa w mieszance,

G_o – gęstość siewu owsa w mieszance,

$G_ł$ - gęstość siewu łubinu w mieszance,

o – owies, ł – łubin

Związków pomiędzy wskaźnikami konkurencji w mieszankach (IK_o, $IK_ł$, K_m) a plonami gatunków w mieszankach i plonami mieszanek poszukiwano stosując współczynnik korelacji Pearsona.

Mieszanki owsa z łubinem o różnym udziale tych komponentów poddano porównawczej ocenie wielocechowej metodą zaproponowaną przez Rudnickiego [2002], która jest oparta na skali „T". W ocenie uwzględniono wielkość plonu każdego z gatunków w mieszance oraz ich wierność plonowania w latach badań. Kierując się znaczeniem tych cech dla walorów agrotechnicznych i użytkowych mieszanek arbitralnie nadano im następujące wagi (W) w ocenie łącznej: plon owsa w mieszance – 0,3; wierność plonu owsa – 0,15; plon łubinu – 0,4; wierność plonu łubinu – 0,15. Zgodnie z przyjętą metodą mieszanki oceniono stosując wzór:

$$Oi = 10 \cdot \sum_{j=1}^{n} W_j \cdot \left(5 + \frac{C_{ij} - \bar{C}_j}{s_j} \right)$$

gdzie: O_i – ocena i-tej mieszanki w punktach,

n – liczba uwzględnionych cech,

i – indeks mieszanki, j – indeks cechy,

W_j – waga dla j-tej cechy,

C_{ij} – wartość j-tej cechy i-tej mieszanki,

$\bar{C}_j$ - średnia wartość j-tej cechy w grupie porównywanych mieszanek,

s_j – odchylenie standardowe j-tej cechy.

Wierność plonu (Wp) owsa, a także łubinu, w latach badań określano wg wzoru:

$$Wp = 100 \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{x} + s}$$

gdzie: $\bar{x}$ - średni plon z lat badań,

s – odchylenie standardowe plonów w latach badań.

3.2. Zadanie badawcze nr 2: Oddziaływania sąsiedzkie między roślinami owsa i łubinu żółtego oraz reakcje tych gatunków na oddziaływania brzegowe

3.2.1. Cel zadania badawczego

Celem tego zadania było poznanie reakcji owsa i łubinu żółtego na wzajemne oddziaływania sąsiedzkie oraz poznanie nasilenia efektów oddziaływań brzeżnych w doświadczeniach z uprawą owsa, łubinu żółtego oraz ich mieszanek ujawniających się w cechach tych roślin. Cel ten wynika z założenia, że rośliny dwóch gatunków rosnące w rzędach sąsiadujących ze sobą mogą wpływać na siebie a efekty tych oddziaływań mogą świadczyć o ich wzajemnym tolerowaniu się lub konkurowaniu. Z kolei rośliny rosnące w rzędach skrajnych, przylegających do ścieżek między poletkami, korzystając z zasobów ścieżki, podlegają słabszej konkurencji wewnątrz- i międzygatunkowej, a efekty tego wpływają na dokładność oceny plonu i innych cech roślin z poletek.

Do poznania efektów oddziaływań sąsiedzkich i brzegowych uzyskano dane źródłowe z 3 różnych doświadczeń polowych.

3.2.2. Efekty wzajemnych oddziaływań sąsiedzkich między roślinami owsa i łubinu żółtego (doświadczenie 2-A)

Doświadczenie było nakierowane na poznanie oddziaływań między roślinami owsa i łubinu żółtego rosnącymi w bezpośrednim sąsiedztwie ze sobą. Doświadczenie przeprowadzono w roku 2004 na powierzchni pola przylegającego do doświadczenia opisanego w podrozdziale 3.1., a więc w niemal takich samych warunkach glebowych. Było to doświadczenie jednoczynnikowe w 6 powtórzeniach. Czynnikiem doświadczalnym była odległość danego gatunku od gatunku sąsiedzkiego wyznaczana kolejnymi rzędami roślin. Poletka w doświadczeniu były usytuowane dłuższym bokiem w kierunku północ – południe.

Siewu obu gatunków roślin dokonywano ręcznie w rzędach o długości trzech metrów, a rozstawa między rzędami wynosiła 10 cm. Po pełnych wschodach regulowano obsadę roślin w rzędach, doprowadzając ją każdorazowo do 560 roślin$\cdot$m^{-2} owsa oraz 100 roślin$\cdot$m^{-2} łubinu.

Obserwacje cech roślin owsa i łubinu wykonywano na każdym z osobna rzędzie tych gatunków uwzględniając po 4 rzędy danego gatunku, licząc od gatunku sąsiedzkiego. W fazie końca wiechowania roślin owsa dokonywano pomiarów stopnia zazielenienia liści jako wskaźnika odżywienia roślin azotem przy użyciu elektronicznego N-testera firmy Hydro. Zbiorów dokonywano ręcznie w pełnej dojrzałości każdego gatunku, osobno z każdego rzędu roślin owsa i łubinu. Na wszystkich zebranych z rzędu roślinach określano: owies - biomasę roślin, obsadę wiech, masę wiech, plon ziarna, masę 1000 ziaren; łubin – obsadę roślin z wykształconymi strąkami, biomasę roślin, liczbę strąków, masę strąków, plon nasion, masę 1000 nasion. Wartości tych cech (z wyjątkiem masy 1000 ziaren i nasion) przeliczono na 1 metr bieżący rzędu.

3.2.3. Porównanie efektów oddziaływań sąsiedzkich owsa i łubinu żółtego z efektami oddziaływań brzegowych (doświadczenie 2-B)

W doświadczeniu tym dążono do jednoczesnego poznania efektów oddziaływań sąsiedzkich między roślinami owsa i łubinu żółtego i reakcji tych gatunków na oddziaływania brzegowe oraz porównanie tych dwóch rodzajów oddziaływań.

Doświadczenie polowe przeprowadzono w roku 2005. Metodyka tego doświadczenia była taka sama jak doświadczenia 2-A z tym, że na każdym poletku wysiewano obok siebie

(sąsiadująco) owies i łubin żółty (po 8 rzędów każdego gatunku), a każde poletko było otoczone ścieżką o szerokości 40 cm. Pomiary cech roślin wykonywano na każdym z osobna rzędzie danego gatunku tj. w przypadku owsa kolejno: pierwszy rząd przy ścieżce, 2, 3, 4 rząd od ścieżki, 4, 3, 2 rząd od łubinu, 1 rząd sąsiadujący z łubinem. Analogicznie wykonywano pomiary cech łubinu.

Doświadczenie to wykonano w 4 powtórzeniach i traktowano je jako dwuczynnikowe w nieklasycznym układzie losowanych podbloków. Czynnikiem I był rodzaj oddziaływań (sąsiedzkie, brzegowe) a czynnikiem II - kolejne 4 rzędy roślin od gatunku sąsiedzkiego lub 4 rzędy od ścieżki. W opracowaniu statystycznym uzyskanych danych testowano interakcję tych czynników w celu stwierdzenia odmienności lub podobieństwa efektów oddziaływań sąsiedzkich i brzegowych oraz porównywano te efekty w wartościach bezwzględnych i w wartościach względnych poszczególnych cech danego gatunku roślin.

3.2.4. Efekty oddziaływań brzegowych w mieszance owsa z łubinem żółtym (doświadczenie 2-C)

Doświadczenie służyło poznaniu reakcji mieszanki owsa z łubinem żółtym na oddziaływania brzegowe ścieżek między poletkami doświadczenia. Doświadczenie przeprowadzono w latach 2004 i 2005 na polu przylegającym do doświadczenia opisanego w podrozdziale 3.1. Było to doświadczenie dwuczynnikowe, o układzie zbliżonym do losowanych podbloków w 6 powtórzeniach. Czynnikami doświadczalnymi były:

I. Szerokość ścieżki – 24, 36, 48 cm;
II. Kolejny rząd roślin na poletku – 4 rzędy w głąb poletka od ścieżki.

Mieszankę owsa z łubinem wysiewano w proporcji odpowiadającej 280 kiełkujących ziaren owsa i 75 nasion łubinu żółtego na 1 m^2. W celu zapewnienia jednakowej ilości światła docierającego do obu stron każdego poletka były one usytuowane dłuższym bokiem w kierunku północ – południe [Szmigiel 1998]. Siewu dokonano siewnikiem zbożowym Poznaniak w rozstawie 12 cm między rzędami. Pozostałe zabiegi agrotechniczne stosowano tak jak przedstawiono w podrozdziale 3.1.3.

Po pełnych wschodach roślin wyznaczono jednostki eksperymentalne. Odpowiednie szerokości ścieżek uzyskano poprzez usunięcie odpowiednio 2, 3, lub 4 rzędów wschodzących roślin. Jednostkę eksperymentalną stanowił rząd roślin o długości 6 m. Jednoznaczne przydzielenie rośliny do danego rzędu po zwarciu łanu uzyskano poprzez rozdzielenie rzędów sznurkami.

W fazie 2 – 3 liści u owsa, i około 10 dni później w przypadku łubinu, wykonywano ocenę obsady roślin każdego z gatunków poprzez zliczanie wszystkich roślin na całej długości (6m) rzędów: 1, 2, 3, 4 od ścieżki. Analogicznie dokonano oceny obsady roślin łubinu oraz wiech owsa przed ich zbiorem. W fazie końca wiechowania wykonano pomiar stopnia zazielenienia liści owsa przy użyciu N-testera. W fazie dojrzałości mlecznej owsa pobierano losowo z poletka po 10 roślin owsa i łubinu do pomiarów cech roślin owsa (masa rośliny, wysokość najdłuższego źdźbła, rozkrzewienie produkcyjne, masa wiech z rośliny) i cech roślin łubinu (masa rośliny, wysokość pędu głównego, liczba rozgałęzień I rzędu, liczba strąków na roślinie, masa strąków na roślinie).

Zbioru roślin dokonano ręcznie, w pełnej dojrzałości obu komponentów mieszanki, ścinając je tuż nad ziemią, osobno z każdego rzędu. Wszystkie rośliny danego gatunku zebrane z długości 6 m rzędu służyły do oceny następujących cech: owies - plon biomasy roślin, plon słomy, obsada wiech, masa wiech, plon ziarna, masa ziarna z wiechy, masa 1000 ziaren; łubin

żółty - plon biomasy roślin, plon słomy, liczba strąków, masa strąków, plon nasion, liczba nasion w strąku, masa 1000 nasion.

Materiał liczbowy danych źródłowych z każdego powyższego doświadczenia poddano analizie wariancji stosując modele analiz odpowiednio do układów tych doświadczeń i test Tukey'a porównań wielokrotnych.

3.3. Zadanie badawcze nr 3: Reakcje łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek na wilgotność gleby

3.3.1. Cel zadania badawczego

Celem tego zadania było poznanie konkurencji o wodę między owsem i łubinem żółtym w mieszankach oraz znaczenia uprawy łubinu w mieszankach z owsem na kształtowanie zasobności gleby w azot.

Dla spełnienia tego celu wykonano w latach 2004 i 2005 dwa doświadczenia wazonowe różniące się zakresem badanych czynników.

3.3.2. Reakcje łubinu żółtego i owsa na wilgotność gleby, uprawę w mieszankach i termin zbioru (doświadczenie 3-A)

W doświadczeniu tym dążono do poznania reakcji łubinu żółtego i owsa na współwystępowanie w mieszance w różnych warunkach wilgotnościowych, zmian tych reakcji w okresie wegetacji roślin oraz zmian zasobności gleby w azot pod wpływem czynników doświadczalnych.

Doświadczenie wazonowe wykonano w 2004 roku jako 3.czynnikowe w układzie losowanych bloków w 3 powtórzeniach. Czynnikami doświadczalnymi i ich poziomami były:

- wilgotność gleby w całym okresie wegetacji: 40, 60, 80% polowej pojemności wodnej,
- skład mieszanki owsa i łubinu (szt./wazon) odpowiednio: 30 + 5, 20 + 5, 10 + 5, 0 + 5 (siew czysty łubinu), co odpowiada obsadzie około: 500 + 60, 350+ 60, 200+60, 0 + 60 roślin·m^{-2},
- termin zbioru roślin: 4 zbiory wykonywane co 2 tygodnie począwszy od fazy początku pojawiania się wiech owsa.

Łącznie doświadczenie obejmowało 48 obiektów doświadczalnych, rozmieszczonych w 144 jednostkach eksperymentalnych (wazonach).

Doświadczenie przeprowadzono w tunelu pokrytym bezbarwną folią o wymiarach: 22×9m i wysokości 3,25 m, w orientacji dłuższego boku północ południe. Szczyty tunelu były nieosłonięte. Wazony umieszczono w środkowej części tunelu w pasie szerokości 3 m i długości 18 m w 6 rzędach. Tunel posiadał ujęcie wody oraz zasilanie elektryczne.

Wazonami były wiadra plastikowe o średnicy 28 cm i głębokości 22 cm, z czterema otworami o średnicy 10 mm w dnie. Każdy wazon napełniono 15 kg gleby pobranej z wierzchniej warstwy pola scharakteryzowanego w podrozdziale 3.1.4., po jej wymieszaniu i przesianiu.

Przed siewem nasion zastosowano nawożenie mineralne w ilości: N – 0,30 g, P_2O_5 – 0,44 g, K_2O – 0,56 g na wazon i nawozy wymieszano z wierzchnią warstwą gleby. Siewu roślin dokonano ręcznie wysiewając liczbę nasion łubinu i ziaren owsa zwiększoną o połowę w stosunku do zakładanej obsady roślin. Po pełnych wschodach roślin dokonano korekty liczby roślin w wazonach odpowiednio do obsady zakładanej dla danego obiektu doświadczalnego.

Trzy poziomy wilgotności gleby w wazonach były utrzymywane przez cały okres wegetacji roślin, począwszy od ich wschodów. W tym celu zastosowano system nawadniania

kroplowego uruchamianego samoczynnie przy spadku wilgotności w wazonach, wykonanego według własnego pomysłu. Uruchamianie dozowania wody zapewniał tensjometr połączony z zaworem elektromagnetycznym i elektronicznym sterownikiem. Ponieważ tensjometry wyskalowane są w wartościach podciśnienia (kPa) siły ssącej gleby więc, przed założeniem doświadczenia, określono wartości siły ssącej gleby przy 40, 60 i 80% polowej pojemności wodnej i odpowiednio do tego regulowano system nawadniania. Zróżnicowanie wilgotności w wazonach, na trzech poziomach (40, 60 i 80% ppw), uzyskano poprzez różną liczbę emiterów nawadniających dany wazon. Wydajność każdego emitera wynosiła 1l wody na godzinę i była sprawdzana pięciokrotnie w ciągu wegetacji, a wadliwie działające (wystąpiły tylko w czasie uruchomienia instalacji) były zastąpione nowymi. Dodatkowo w trakcie wegetacji sprawdzano wilgotność gleby w wazonach wilgotnościomierzem typu TDR Soil Multimeter.

Obserwacje i pomiary

W każdym terminie zbioru wykonywano następujące obserwacje i pomiary roślin: liczba roślin owsa oraz łubinu w wazonie, łączny plon świeżej masy owsa i łubinu z wazonu, świeża masa korzeni łubinu, plon świeżej masy części nadziemnej łubinu, świeża masa liści łubinu, długość pędu głównego łubinu, plon świeżej masy rośliny owsa, rozkrzewienie owsa, wysokość najdłuższego źdźbła owsa, zawartość suchej masy w roślinach owsa oraz łubinu. Dążąc do poznania zmienności osobniczej roślin pomiary te, z wyjątkiem liczby roślin oraz zawartości suchej masy, wykonywano na każdej z osobna roślinie owsa oraz łubinu.

W następnych terminach zbioru liczbę obserwacji sukcesywnie zwiększano o pomiary następujących cech:

- termin drugi – liczba rozgałęzień rośliny łubinu, masa wiech owsa,
- termin trzeci – liczba strąków na pędzie głównym i na pędach bocznych łubinu,
- termin czwarty – liczba nasion łubinu w strąkach na pędzie głównym oraz na pędach bocznych, plon nasion łubinu ze strąków na pędzie głównym i pędach bocznych.

W ostatnim terminie zbioru nie wykonano pomiarów części generatywnych owsa, w tym plonu ziarna, ponieważ wiechy owsa zostały uszkodzone przez ptaki (częściowo wymłócone), więc wyniki nie mogły być miarodajne.

Po wykonaniu drugiego, trzeciego i czwartego zbioru roślin z wazonów pobierano próby gleby i usunięto z nich korzenie roślin. W próbach tych wykonano, w laboratorium Katedry Chemii Rolnej ATR, oznaczenia zawartości azotu mineralnego. Azot azotanowy oznaczono przy użyciu kwasu difenylosulfonowego metodą kolorymetryczną, natomiast azot amonowy oznaczono metodą destylacyjną aparatem Parnasa-Wagner po ekstrakcji gleby 1% roztworem siarczanu glinowo-potasowego.

3.3.3. Plonowanie łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek w zróżnicowanych warunkach wilgotności gleby (doświadczenie 3-B)

W doświadczeniu tym dążono do poznania konkurencji o wodę między roślinami owsa i łubinu żółtego przy różnej wilgotności podłoża glebowego.

Doświadczenie wazonowe wykonano w 2005 roku jako 2.czynnikowe w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Czynnikami doświadczalnymi i ich poziomami były:

- wilgotność gleby w całym okresie wegetacji: 40, 60, 80% polowej pojemności wodnej,
- siewy czyste i mieszane owsa z łubinem w szt./wazon: owies - 10, owies – 20, owies – 30, łubin - 5, owies (10) + łubin (5), owies (20) + łubin (5), owies (30) + łubin (5).

Doświadczenie było prowadzone w tym samym miejscu i w analogiczny sposób jak doświadczenie poprzednie (patrz 3.3.2.). Jednak zbioru roślin dokonano jednorazowo w pełnej

dojrzałości ziarna owsa i nasion łubinu. Wykonano następujące pomiary roślin: owies – rozkrzewienie produkcyjne, masa wiech z rośliny, masa 1000 ziaren, plon ziarna z wazonu, masa 1000 ziaren; łubin – liczba strąków na roślinie, liczba nasion w strąku, plon nasion z wazonu.

Do poznania konkurencji międzygatunkowej zastosowano metodę opisaną w podrozdziale 3.1.7.

Dane z obu powyższych doświadczeń, dotyczące poszczególnych cech, poddano analizie wariancji dla 2 lub 3.czynnikowego układu losowanych bloków z testowaniem istotności różnic międzyobiektowych testem porównań wielokrotnych Tukey'a.

3.4. Zadanie badawcze nr 4: Oddziaływania allelopatyczne roślin owsa na rośliny łubinu żółtego

3.4.1. Cel zadania badawczego

Celem tego zadania było sprawdzenie hipotezy o allelopatycznym oddziaływaniu owsa na rośliny łubinu żółtego w warunkach polowych. Do spełnienia tego celu wykonano dwa doświadczenia polowe.

3.4.2. Reakcje łubinu żółtego na wyciągi wodne z roślin owsa (doświadczenie 4-A)

Celem doświadczenia było poznanie potencjału allelopatycznego substancji wypłukiwanych z roślin owsa względem roślin łubinu.

Jednoczynnikowe doświadczenie mikropoletkowe, zrealizowano w latach 2003 i 2004. Zakładano je w układzie losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Jednostki eksperymentalne miały powierzchnię $1 m^2$ na której wysiewano ręcznie po 150 nasion łubinu, a po pełnych wschodach ujednolicono obsadę do 50 roślin w 2003 roku (ze względu na złe wschody łubinu) i 100 roślin w 2004 roku. Rośliny łubinu żółtego były, w odstępach tygodniowych, spryskiwane i podlewane wyciągami wodnymi z roślin owsa. Wyciągi te uzyskiwano przez zanurzanie świeżej biomasy owsa w wodzie wodociągowej przez 24 godziny przed traktowaniem wyciągiem roślin łubinu. Stosowano proporcję 1 kg biomasy owsa na 3 litry wody.

Czynnikiem doświadczalnym były dawki (D) wyciągów wodnych z owsa, którymi traktowano łubin na mikropoletkach, z 6 poziomami tego czynnika. Uwzględniając wzrost roślin w okresie wegetacji dawki te były sukcesywnie zwiększane w kolejnych terminach stosowania wyciągów, a dawki w danym terminie stosowania ustalano wg wzoru:

$$D=(P*O)/100 \ (l \cdot m^{-2})$$

gdzie: O – liczba dni od daty siewu do terminu aplikacji; P- poziomy czynnika z wartościami: 0, 1, 2, 3, 4, 5.

W dojrzałości pełnej nasion łubinu określano: obsadę roślin na poletkach, biomasę roślin łubinu, plon nasion, plon słomy, liczbę strąków na roślinie, masę strąków na roślinie, masę 1000 nasion, wysokość pędu głównego oraz liczbę rozgałęzień pędu głównego. Wartości liczbowe tych cech poddano analizie wariancji.

3.4.3. Reakcje łubinu żółtego na mulczowanie gleby biomasą roślin owsa i łubinu (doświadczenie 4-B)

Celem tego doświadczenia było poznanie potencjału allelopatycznego substancji wypłukiwanych z mulczu biomasy owsa względem roślin łubinu na tle autoallelopatii łubinu.

Jednoroczne, jednoczynnikowe doświadczenie mikropoletkowe, zrealizowano w roku 2004. Założono je w układzie losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Jednostki

eksperymentalne miały powierzchnię $1m^2$ na której wysiewano ręcznie po 150 nasion łubinu, a po pełnych wschodach ujednolicono obsadę do 100 roślin. Założono, że allelopatyny będą wypłukiwane do gleby z wykładanej w międzyrzędziach biomasy przez naturalne opady deszczu. W międzyrzędziach łubinu rozścielana była biomasa łubinu (Ł) lub owsa (O) w dwóch terminach: pierwszy - przy wysokości roślin owsa około 30 cm, drugi - w fazie pełni wiechowania owsa. Obiektami doświadczalnymi były więc:

- K - kontrola bez mulczu,
- Ł1 – biomasa łubinu stosowna w pierwszym terminie,
- Ł2 – biomasa łubinu stosowna w drugim terminie,
- Ł1+Ł2 - biomasa łubinu stosowna dwukrotnie, w pierwszym i w drugim terminie,
- O1 - biomasa owsa stosowna w pierwszym terminie,
- O2 – biomasa owsa stosowna w drugim terminie,
- O1+O2 - biomasa owsa stosowna dwukrotnie, w pierwszym i w drugim terminie.

W dojrzałości pełnej nasion łubinu wykonano takie same oznaczenia cech łubinu jak w doświadczeniu poprzednim (4-A) i następnie poddano je analizie wariancji.

4. Wyniki badań i dyskusja

4.1. Reakcje łubinu żółtego i owsa na uprawę w mieszankach o różnym składzie ilościowym tych komponentów oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek

4.1.1. Reakcje łubinu na uprawę w mieszankach

W warunkach polowych rośliny łubinu żółtego silnie reagowały na współwystępowanie w mieszankach z owsem. W przypadku niemal wszystkich cech ujawnił się negatywny wpływ owsa na łubin żółty w mieszankach, a jego skutki nasilały się wraz z zagęszczaniem siewu owsa. Toteż rośliny łubinu w mieszankach, pod względem każdej cechy (poza wysokością pędu głównego), były zdecydowanie gorzej rozwinięte niż w siewie czystym łubinu, a ich ubytki w okresie wegetacji były zdecydowanie większe niż w siewach czystych (tab. 5).

Tabela 5. Porównanie niektórych cech łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem przy różnych gęstościach siewu łubinu. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Cecha	Siew*	Gęstość siewu łubinu żółtego (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
		25	50	75	100		
Ubytki roślin w okresie wegetacji (%)	sc	8,4	13,7	18,0	16,9	14,2	n.i.
	m	41,2	46,7	50,0	55,8	48,4	6,7
	różnica (pkt.%)	32,8	33,0	32,0	38,9	34,2	-
Masa rośliny (g)	sc	123,2	92,1	62,5	52,7	82,6	29,8
	m	32,5	31,8	26,4	25,5	29,0	4,1
	m = % sc	26,4	34,5	42,2	48,4	35,1	-
Wysokość pędu głównego (cm)	sc	61,8	65,7	68,0	69,6	66,3	3,9
	m	69,7	72,4	70,1	71,4	70,9	n.i.
	m = % sc	112,8	110,2	103,1	102,6	106,9	-
Liczba pędów bocznych 1.rzędu na roślinie	sc	4,65	3,79	3,27	2,56	3,57	0,87
	m	1,96	1,95	1,76	1,82	1,87	n.i.
	m = % sc	42,2	51,4	53,8	71,1	52,4	-
Masa strąków na roślinie (g)	sc	39,5	33,8	22,0	18,5	28,5	9,46
	m	13,4	11,1	9,5	10,0	11,0	1,95
	m = % sc	33,9	32,8	43,2	54,1	38,6	-
Liczba strąków na roślinie	sc	12,20	10,58	7,82	6,73	9,33	2,96
	m	4,89	4,60	4,02	3,58	4,27	0,63
	m = % sc	40,1	43,5	51,4	53,2	45,8	-
Liczba nasion w strąku	sc	2,99	2,88	2,72	2,52	2,78	0,28
	m	2,43	2,40	2,32	2,33	2,37	n.i.
	m = % sc	81,3	83,3	85,3	92,5	85,3	-
Plon nasion (t·ha^{-1})	sc	1,37	1,65	1,77	1,82	1,65	0,14
	m	0,25	0,38	0,43	0,49	0,39	0,08
	m = % sc	18,2	23,0	24,3	26,9	23,6	-

* sc – siew czysty; m – w mieszance z owsem

Konkurencja owsa w mieszankach powodowała silne wypadanie roślin łubinu w okresie wegetacji. Średnio te ubytki roślin wyniosły 48,4% i nasilały się od 41,2% do 55,8% wraz

z zagęszczaniem siewu łubinu od 25 do 100 nasion·m^{-2}, prawdopodobnie wskutek narastającej konkurencji wewnątrzgatunkowej. Ten rodzaj konkurencji powodował także ubytki roślin łubinu w siewach czystych, ale były one znacznie mniejsze (średnio 14,2%) niż w mieszankach (tab. 5). Pomimo mniejszej obsady roślin łubinu w mieszankach z owsem świeża masa pojedynczej jego rośliny stanowiła średnio tylko około 35% masy wytwarzanej w siewie czystym. Jednak na dorodność roślin łubinu silnie wpływała gęstość siewu tego gatunku, zwłaszcza w siewie czystym. Wraz z zagęszczaniem siewu od 25 do 100 nasion·m^{-2} następowało istotne zmniejszenie biomasy nadziemnej pojedynczych roślin, które w siewach czystych wyniosło 57,2%, a w mieszankach 21,5%. Toteż zależnie od gęstości siewu łubinu dorodność jego roślin w mieszankach okazała się 2 - 4.krotnie mniejsza niż w siewach czystych (tab. 5). Dużą redukcję masy nadziemnej roślin łubinu w mieszankach z owsem względem jego siewów czystych stwierdzał wcześniej Paprocki (1961a), a zjawisko to nasilało się wraz z zagęszczaniem siewu rośliny zbożowej w mieszance.

Pod wpływem konkurencji owsa w mieszankach redukcji podlegały także inne cechy roślin łubinu na tle tych cech w siewie czystym, takie jak: liczba wykształcanych pędów bocznych, masa strąków na roślinie, liczba strąków na roślinie, liczba nasion w strąku. Spośród tych cech najsilniejsza reakcja na uprawę łubinu w mieszankach ujawniła się w masie strąków na roślinie, a była względnie mała w przypadku liczby wykształconych nasion w strąku (tab. 5). Zbieżne wyniki odnośnie reakcji tych cech łubinu na uprawę w mieszankach i na gęstość siewu znajdujemy w pracach Burczyka [1958], Kotwicy [1994], Paprockiego [1961a, 1961b]. Rośliny łubinu w mieszankach osiągały nieco większą wysokość niż w siewach czystych (średnio o około 7%), zapewne wskutek konkurencji o światło z wyższymi roślinami owsa (tab. 5). Również Burczyk [1958] i Paprocki [1961a, 1961b] stwierdzali większą wysokość roślin łubinu żółtego w mieszankach z owsem niż w siewie czystym.

Silna redukcja niemal wszystkich powyżej omówionych cech roślin łubinu rosnącego w mieszankach z owsem, na tle uprawy łubinu w siewach czystych, ujawniła się bardzo wyraźnie w plonach nasion łubinu. Te plony w mieszankach okazały się aż 3,7 – 5,5.krotnie mniejsze niż w siewach czystych, przy analogicznych gęstościach siewu łubinu w obu przypadkach. Taka reakcja łubinu na uprawę w mieszankach z owsem ewidentnie ukazuje złe tolerowanie owsa przez łubin. Rudnicki [2005] twierdzi wręcz, że owies jest najmniej odpowiednim komponentem do mieszanek z łubinem spośród wszystkich zbóż jarych, a dowody potwierdzające zasadność takiego twierdzenia znajdujemy w pracach Paprockiego [1956, 1961a, 1961b, 1969] oraz Rudnickiego i Kotwicy [2002]. Ci ostatni autorzy wykazali, iż na glebie kompleksu pszennego dobrego, owies najsilniej spośród wszystkich gatunków zbóż jarych redukował plonowanie grochu, łubinów (białego, wąskolistnego i żółtego) oraz bobiku w mieszankach. Jedynie jęczmień jary miał zbliżony do owsa destymulujący wpływ na plonowanie łubinu w mieszance. Większą także konkurencyjność owsa aniżeli innych zbóż jarych w mieszankach względem grochu wykazali Księżak i Magnuszewska [1999] oraz Szczygielski [1993].

Większość cech łubinu żółtego rosnącego w mieszankach z owsem, takich jak: masa pojedynczej rośliny, liczba strąków na roślinie, liczba nasion w strąku, ubytek roślin w okresie wegetacji, była kształtowana poprzez wpływ gęstości siewu owsa oraz gęstości siewu łubinu w sposób niezależny. Dlatego wartości tych cech zamieszczono, odpowiednio dla poziomów tych czynników, w tabelach 5 i 6.

Ubytki roślin łubinu w okresie wegetacji były bardzo duże i wyniosły średnio 48,4%. Nasilały się one wraz zagęszczaniem łanów mieszanek (tab. 5 i 6). Czterokrotne zwiększenie gęstości siewu owsa powodowało blisko 2.krotny wzrost wypadania roślin łubinu z łanu

mieszanek. Dostrzegalne i udowodnione są także efekty konkurencji wewnątrzgatunkowej przejawiające się wzmożonym ustępowaniem roślin z łanu przy większym jego zagęszczeniu w mieszankach, a 4.krotne zagęszczanie siewu łubinu wywoływało 1,4.krotną zmianę tej cechy.

Na dorodność roślin łubinu w mieszankach z owsem, mierzoną świeżą masą pojedynczych jego roślin, wpływała gęstość siewu owsa, jak też gęstość siewu łubinu. Zwiększanie gęstości siewu owsa w mieszankach od 140 do 560 ziaren·m^{-2} prowadziło do redukcji masy pojedynczych roślin łubinu o 27,9% z tym, że udowodnione różnice tej cechy wystąpiły między gęstością 140 ziaren·m^{-2} a pozostałymi (większymi) gęstościami siewu owsa (tab. 6). Także zagęszczanie siewu łubinu w mieszankach nie sprzyjało wytwarzaniu jego biomasy nadziemnej, więc każde zwiększenie gęstości siewu o 50 nasion·m^{-2} powodowało zmniejszanie masy rośliny łubinu w stopniu statystycznie istotnym (tab. 5). Takie wyniki świadczą o silnej reakcji łubinu żółtego na konkurencję międzygatunkową (z owsem), a także wewnątrzgatunkową w mieszankach. Godnym zauważenia jest, że zmienność masy rośliny łubinu w latach badań była względnie mała (poniżej 30%) i zdecydowanie mniejsza aniżeli zmienność jego plonu nasion. Jednocześnie zmienność tej cechy w latach okazała się tym mniejsza, im mniejsza była gęstość siewu owsa, a większa łubinu w danej mieszance.

Tabela 6. Wpływ gęstości siewu owsa w mieszankach z łubinem żółtym na niektóre cechy roślin łubinu żółtego. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Cecha	Gęstość siewu owsa w mieszance (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	140	280	420	560		
Masa rośliny (g)	35,5	27,9	27,2	25,6	29,0	3,9
Wysokość pędu głównego (cm)	72,0	70,9	71,4	69,3	70,9	n.i.
Liczba strąków na roślinie	5,00	4,23	4,17	3,68	4,27	0,61
Liczba nasion w strąku	2,50	2,36	2,28	2,34	2,37	0,19
Ubytki roślin w okresie wegetacji (%)	32,7	48,8	49,6	62,6	48,4	11,5

Pędy główne łubinu żółtego osiągały w mieszankach wysokość około 70 cm, a skład ilościowy mieszanek nie wpływał istotnie na tę cechę (tab. 5 i 6).

Zagęszczanie siewu owsa w mieszankach nie sprzyjało wykształcaniu strąków przez rośliny łubinu. W mieszankach w których owies wysiewano w gęstości 140 ziaren·m^{-2} rośliny łubinu wykształcały po 5 strąków, ale już zwiększenie wysiewu owsa do 280 ziaren·m^{-2} powodowało istotne zmniejszenie tej cechy i tendencję dalszej redukcji przy większych gęstościach siewu owsa. Toteż różnica liczby strąków na roślinie łubinu pomiędzy skrajnymi gęstościami siewu owsa w mieszankach (140 i 560 ziaren·m^{-2}) wyniosła 26,4% (tab. 6). Łubin negatywnie reagował także na zagęszczanie roślin swojego gatunku w mieszance, gdyż wraz z rosnącą liczbą jego roślin na jednostce powierzchni malała liczba strąków zawiązywanych na roślinie, a różnice statystycznie istotne tej cechy występowały pomiędzy gęstościami siewu różniącymi się o 50 nasion·m^{-2} (tab. 5). Przy wysiewie 100 nasion łubinu·m^{-2} liczba strąków na roślinie była mniejsza o 26,8% niż przy 25 nasionach·m^{-2}, więc reakcja ta jest podobna jak na gęstość siewu owsa w mieszankach.

Liczba nasion w strąku łubinu zmniejszała się wraz z zagęszczaniem siewu owsa w mieszankach, natomiast nie zmieniała się wraz z różnymi gęstościami siewu łubinu (tab. 5 i 6).

Gęstości siewu owsa i łubinu wpływały współzależnie na rozgałęzianie się pędu głównego łubinu. Rośliny łubinu wykształcały średnio od 1,47 do 2,48 rozgałęzień bocznych pierwszego rzędu. Wysiewany w gęstości 25 nasion·m^{-2} najsilniej rozgałęział się w mieszankach, w których mała była też gęstość siewu owsa (140–280 ziaren·m^{-2}). Gdy był wysiewany w gęstości 50 nasion·m^{-2} to najwięcej rozgałęzień wytwarzał w mieszance z 420 ziarnami owsa·m^{-2}, a w gęstości 100 nasion·m^{-2} odpowiednio w mieszance z 560 ziarnami owsa·m^{-2} (tab. 7).

Tabela 7. Liczba rozgałęzień pierwszego rzędu rośliny łubinu żółtego w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów mieszanki. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Gęstość siewu łubinu w mieszance (szt.·m^{-2}) [B]	Gęstość siewu owsa w mieszance (szt.·m^{-2}) [A]				Średnia
	140	280	420	560	
25	2,48	1,94	1,69	1,74	1,96
50	2,03	1,84	2,22	1,69	1,95
75	1,98	1,47	1,74	1,85	1,76
100	2,12	1,69	1,40	2,08	1,82
Średnia	2,15	1,74	1,76	1,84	1,87
$NIR_{0,05}$	A = 0,31; B = n.i.; B/A = 0,59; A/B = 0,30				

Tabela 8. Masa strąków na roślinie łubinu żółtego (g) w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów mieszanki. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2}) [B]	Gęstość siewu owsa w mieszance (szt.·m^{-2}) [A]				Średnia
	140	280	420	560	
25	17,8	14,2	12,2	9,4	13,4
50	11,8	11,9	12,6	8,3	11,1
75	12,5	7,7	8,7	9,2	9,5
100	13,5	9,6	7,3	9,4	10,0
Średnia	13,9	10,8	10,2	9,1	11,0
$NIR_{0,05}$	A = 1,9; B = 1,9; B/A = 3,8; A/B = 1,9				

Masa strąków na roślinie łubinu pozostawała pod wyraźnym i współzależnym wpływem gęstości siewu obu komponentów mieszanek. Generalną prawidłowością okazała się tym silniejsza redukcja masy organów generatywnych łubinu z im większą liczbą roślin owsa konkurował on w mieszance. Stąd największą masę strąków (średnio 13,9 g·roślina^{-1}) wytwarzały rośliny łubinu przy najmniejszej gęstości siewu owsa (140 ziaren·m^{-2}). Zwiększenie gęstości siewu owsa do 280 ziaren·m^{-2} skutkowało zmniejszeniem masy strąków na roślinie łubinu średnio o 22,3%, a dalsze zagęszczanie owsa do 560 ziaren·m^{-2} o 34,5% w porównaniu z najmniejszym zagęszczeniem owsa w mieszance. Również zagęszczanie siewu łubinu w mieszankach, powyżej 25 nasion·m^{-2}, skutkowało zmniejszeniem masy strąków na roślinie. Ta ostatnia reakcja była jednak wyraźna w mieszankach o małej obsadzie roślin owsa, a przy wysiewie 560 ziaren owsa·m^{-2} była znikoma i nie udowodniona (tab. 8).

Wykazane powyżej silne wypadanie roślin łubinu z łanów mieszanek, a także redukcja wszystkich jego cech plonotwórczych (liczba strąków na roślinie, masa strąków na roślinie, liczba nasion w strąku) w mieszankach z owsem w porównaniach z siewem czystym łubinu

znalazła swe odzwierciedlenie w plonach nasion łubinu w mieszankach. Plony te były małe i tylko w pojedynczych przypadkach przekroczyły 1 $t \cdot ha^{-1}$. Cechowała je przy tym bardzo duża zmienność w latach badań, znacznie większa niż w siewach czystych łubinu (tab. 10). Spośród 3 lat doświadczeń względnie dobre plonowanie łubinu w mieszankach miało miejsce tylko w 2004 roku (średnio 0,84 $t \cdot ha^{-1}$), w którym wystąpiły umiarkowanie duże (180 mm) i równomiernie rozłożone opady w okresie jego wegetacji (tab. 3). W pozostałych latach w okresie krytycznym obu gatunków roślin występowały posuchy atmosferyczne i wówczas średnie plony nasion łubinu nie przekraczały 0,2 $t \cdot ha^{-1}$. Pomimo tej zmienności plonów między latami badań analiza wariancji doświadczenia wielokrotnego, w modelu uwzględniającym stałość czynników i losowość lat, wykazała istotny interakcyjny wpływ gęstości siewu owsa i gęstości siewu łubinu na plonowanie łubinu w mieszankach (tab. 9).

Największy plon nasion łubinu (0,84 $t \cdot ha^{-1}$) stwierdzono w mieszance składającej się ze 140 ziaren owsa i 100 nasion łubinu na 1 m^2. Ten plon okazał się istotnie większy od wszystkich pozostałych (tab. 9). Jednocześnie jego zmienność w latach była najmniejsza (52,6%). Wraz z zagęszczaniem siewu owsa (do 560 ziaren$\cdot m^{-2}$) i rozrzedzaniem siewu łubinu (do 25 nasion$\cdot m^{-2}$) następowała redukcja plonu łubinu w mieszankach osiągając w skrajnym przypadku poziom 0,15 $t \cdot ha^{-1}$. Oznacza to, że gęstości siewu owsa i łubinu w mieszankach wpływają na plon nasion łubinu w sposób przeciwstawny, więc ewidentnie interakcyjny. Potwierdza to silna ujemna korelacja między plonem łubinu i plonem owsa w mieszankach o różnym składzie, która w każdym roku badań była niemal identyczna na poziomie r=-0,88.

Tabela 9. Plony nasion łubinu żółtego ($t \cdot ha^{-1}$) w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów mieszanki. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Gęstość siewu łubinu w mieszance (szt.$\cdot m^{-2}$) [B]	Gęstość siewu owsa w mieszance (szt.$\cdot m^{-2}$) [A]				Średnia
	140	280	420	560	
25	0,41	0,25	0,18	0,15	0,25
50	0,50	0,39	0,38	0,26	0,38
75	0,59	0,42	0,36	0,33	0,43
100	0,84	0,43	0,32	0,36	0,49
Średnia	0,59	0,37	0,31	0,27	0,39
$NIR_{0,05}$	A = 0,08; B = 0,10; B/A = 0,14; A/B = 0,07				

Tabela 10. Współczynniki zmienności w latach badań (%) plonów nasion łubinu żółtego w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów mieszanki oraz w siewach czystych łubinu

Gęstość siewu łubinu (szt.$\cdot m^{-2}$)	Gęstość siewu owsa w mieszance (szt.$\cdot m^{-2}$)				Łubin w siewie czystym
	140	280	420	560	
25	81,4	95,8	120,5	100,5	51,4
50	74,5	92,2	93,8	119,6	43,5
75	60,7	86,4	94,5	87,7	38,5
100	52,6	84,0	105,0	106,9	35,7

Podobną, jak w niniejszych badaniach, prawidłowość interakcyjnego wpływu gęstości siewu pszenżyta jarego i gęstości siewu łubinu żółtego w mieszankach na plony nasion łubinu wykazał Kotwica [1994], jednak ujawniała się ona w znacznie słabszym stopniu. W jego

doświadczeniach redukcja plonu łubinu wraz z zagęszczaniem rośliny zbożowej zachodziła łagodniej, a plony łubinu były bardziej stabilne w latach (pomimo zmiennych warunków pogodowych) niż to wykazano w tej pracy. Z kolei Kotwica i Rudnicki [2003] wykazali zmienność plonowania łubinu w mieszankach z owsem na poziomie 33,6 i 26,6% za trzy lata badań, a w mieszankach z pszenżytem 9,9 i 11,1%.

4.1.2. Reakcje owsa na uprawę w mieszankach

W warunkach polowych wysiewanie owsa razem z łubinem żółtym w mieszankach nie wpływało na wschody roślin owsa. Można więc sądzić, że w fazie kiełkowania i wschodów nie zachodzi oddziaływanie łubinu na owies w stopniu dającym się udowodnić. Także Kotwica [1994] nie wykazał wpływu łubinu żółtego na wschody pszenżyta jarego w mieszankach.

Tabela 11. Wpływ gęstości siewu owsa w siewie czystym i w mieszankach z łubinem na niektóre jego cechy. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Cecha	Siew*	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
		140	280	420	560		
Masa rośliny owsa (g)	sc	17,6	11,6	10,5	6,3	11,5	2,19
	m	17,3	11,5	8,3	6,5	10,9	1,60
	m = % sc	98,3	99,1	79,0	103,2	94,8	-
Wysokość źdźbła (cm)	sc	87,7	86,3	78,2	73,1	81,3	6,99
	m	90,4	83,3	79,6	74,8	82,0	4,64
	m = % sc	103,1	96,5	101,8	102,3	100,9	-
Stopień odżywienia roślin azotem (SPAD)	sc	576	593	605	684	615	61,5
	m	713	629	607	555	626	24,3
	m = % sc	123,8	106,1	100,3	81,1	101,8	
Krzewienie produkcyjne	sc	1,56	1,19	1,16	1,07	1,24	0,20
	m	1,50	1,13	1,09	1,07	1,20	0,13
	m = % sc	96,2	95,0	94,0	100,0	96,8	-
Obsada wiech (szt.·m^{-2})	sc	224	321	457	545	387	32,9
	m	229	332	452	560	393	30,2
	m = % sc	102,2	103,4	98,9	102,8	101,6	-
Masa ziarna w wiesze (g)	sc	3,56	2,85	2,32	2,14	2,72	0,61
	m	2,84	2,51	2,16	1,83	2,33	0,27
	m = % sc	79,8	88,1	93,1	85,5	85,7	-
Plony ziarna owsa (t·ha^{-1}).	sc	4,84	5,65	6,00	5,81	5,57	0,64
	m	4,15	4,82	5,03	5,19	4,80	0,29
	m = % sc	85,7	85,3	83,8	89,3	86,2	-

* sc – siew czysty; m – w mieszance z łubinem

W późniejszych fazach rozwojowych obecność łubinu w mieszankach nie była obojętna dla owsa, ale jego reakcje na współwystępowanie z łubinem okazały się stosunkowo słabe i ujawniły się tylko w niektórych cechach (tab. 11). Okazało się, że na ogół cechy morfologiczne roślin owsa i dorodność wykształcanych organów generatywnych silniej zależały od gęstości

siewu owsa w mieszance niż od gęstości siewu łubinu w mieszance. Stąd takie cechy owsa jak wysokość źdźbła, odżywienie roślin azotem, masa ziarna w wiesze, czy obsada wiech kształtowane były przez gęstość siewu owsa, natomiast współwystępujący w różnym zagęszczeniu łubin nie determinował tych cech w stopniu dającym się udowodnić. Istotny natomiast i współdziałający wpływ miały gęstości siewu obu komponentów mieszanki na krzewienie produkcyjne i plon ziarna owsa.

Na dorodność roślin owsa, mierzoną masą pojedynczej rośliny oraz wysokością jego źdźbeł, silnie wpływała gęstość siewu tego gatunku. Wraz z zagęszczaniem siewu owsa od 140 do 560 ziaren·m^{-2} następowało istotne zmniejszenie się wartości tych cech, zarówno w mieszankach z łubinem jak i w siewie czystym. Stopień redukcji okazał się podobny w obu tych sposobach uprawy i w przypadku biomasy nadziemnej pojedynczych roślin wyniósł około 63%, a wysokości źdźbeł około 18% między skrajnymi gęstościami siewu owsa (tab.11). Taka reakcja świadczy o nasilającej się konkurencji wewnątrzgatunkowej pomiędzy roślinami owsa wraz z zagęszczaniem jego siewu, a mały wpływ miało na to współwystępowanie łubinu w mieszankach.

Gęstość siewu owsa wpływała na krzewienie produkcyjne roślin. Wraz z zagęszczaniem siewu od 140 do 560 ziaren·m^{-2} zmniejszała się krzewistość roślin owsa, co jest powszechnie znaną prawidłowością [Mazurek i in. 1993]. W siewie czystym różnica wartości współczynnika krzewienia roślin, pomiędzy tymi skrajnymi gęstościami siewu, wyniosła 31,4% (tab. 11). Podobną reakcję na gęstość siewu wykazał owies w mieszankach z łubinem z tym, że była ona także interakcyjnie związana z gęstością siewu łubinu. Gdy owies w mieszankach był wysiewany w dużych gęstościach to krzewił się bardzo słabo i wówczas różna gęstość siewu łubinu w mieszance nie miała istotnego wpływu na krzewienie się roślin owsa. Jednak w mieszankach o małej gęstości siewu owsa ujawnił się konkurencyjny wpływ łubinu na tę cechę owsa. W takiej sytuacji zwiększanie gęstości siewu łubinu powyżej 50 nasion·m^{-2} powodowało istotną redukcję rozkrzewienia produkcyjnego roślin owsa (tab. 12).

Tabela 12. Krzewienie produkcyjne roślin owsa w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów mieszanki na tle krzewienia produkcyjnego rośliny owsa w siewach czystych. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt.·m^{-2}) [B]	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2}) [A]				Średnia
	140	280	420	560	
25	1,51	1,13	1,06	1,06	1,19
50	1,65	1,11	1,16	1,07	1,25
75	1,49	1,08	1,06	1,09	1,18
100	1,36	1,18	1,08	1,04	1,16
Średnia	1,50	1,13	1,09	1,07	1,20
$NIR_{0,05}$	A = 0,13; B = 0,08; B/A = 0,16; A/B = 0,08				

Obsada wiech owsa w mieszankach była niemal taka sama jak w siewach czystych i była, w sposób naturalny, zależna od gęstości w jakiej go wysiewano (tab. 11). Przy gęstości siewu 140 ziaren·m^{-2} obsada wiech owsa była o około 22% większa niż początkowa obsada roślin. Wraz ze wzrostem ilości wysiewu różnica ta malała i przy wysiewie 280 ziaren·m^{-2} wynosiła 7,2%, przy 420 – 3,6% a przy 560 ziarnach·m^{-2} zaledwie 0,8%. Wyniki te korespondują ze współczynnikami krzewienia produkcyjnego roślin owsa.

Efekt konkurencji łubinu względem owsa przejawił się silnie w cechach generatywnych roślin owsa, takich jak masa ziarna uzyskanego z pojedynczej wiechy i plon ziarna.

Owies w mieszankach z łubinem wykształcał mniej dorodne wiechy niż w siewie czystym (tab. 11). Stąd masa ziarna z wiechy owsa w mieszankach okazała się mniejsza średnio o 14,3% niż w siewie czystym, a redukcja ta była największa (20,2%) przy małej gęstości siewu owsa (140 ziaren·m^{-2}). O ile te różnice można przypisać konkurencyjnemu oddziaływaniu łubinu, to gęstość siewu łubinu w mieszankach nie miała znaczącego wpływu na tę cechę owsa i zaznaczyła się jedynie jako tendencja. Wraz z zagęszczaniem siewu owsa od 140 do 560 ziaren·m^{-2} masa ziarna z jego wiechy redukowała się w siewach czystych o 60%, a w mieszankach z łubinem o 64,4%.

Owies w mieszankach z łubinem plonował o około 14% gorzej niż w siewie czystym, przy tych samych gęstościach siewu w obu przypadkach (tab. 11). Plon natomiast jego ziarna w mieszankach podlegał interakcyjnemu wpływowi gęstości siewu obu gatunków. O ile w mieszankach, w których owies wysiewano w gęstości 140 ziaren·m^{-2}, duży dodatek łubinu (100 nasion·m^{-2}) nie sprzyjał plonowaniu owsa, to przy dużej gęstości siewu owsa w mieszankach wypierał on skutecznie rośliny łubinu z łanu i wówczas gęstość siewu łubinu w takich mieszankach nie miała istotnego znaczenia dla plonowania owsa (tab. 13). Analiza interakcji odwrotnej (poziomy czynnika A na poszczególnych poziomach czynnika B) ujawniła, że przy małej gęstości siewu łubinu w mieszance (25 nasion·m^{-2}) plon owsa zwiększał się wraz z jego gęstością siewu jedynie do 280 ziaren·m^{-2}, natomiast przy dużej gęstości siewu łubinu (75 lub 100 nasion·m^{-2}) do 420 ziaren·m^{-2} owsa.

Tabela 13. Plony ziarna owsa (t·ha^{-1}) w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów mieszanki. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt.·m^{-2}) [B]	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2}) [A]				Średnia
	140	280	420	560	
25	4,24	5,21	5,23	5,25	4,98
50	4,51	4,71	4,64	5,32	4,79
75	4,23	4,74	5,07	5,03	4,77
100	3,62	4,64	5,20	5,16	4,65
Średnia	4,15	4,82	5,03	5,19	4,80
$NIR_{0,05}$	A = 0,29; B = 0,26; B/A = 0,58; A/B = 0,29				

Tabela 14. Współczynniki zmienności (%) w latach badań plonów ziarna owsa w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów mieszanki oraz w siewach czystych owsa

Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa w mieszance (szt.·m^{-2})			
	140	280	420	560
25	14,1	15,2	15,2	14,5
50	15,5	17,4	16,3	15,5
75	17,7	19,0	18,6	18,1
100	15,6	17,4	20,2	21,2
Siew czysty	9,1	17,8	15,0	14,8

Wyniki powyższe nie dają podstaw do wykazania korzystnego wpływu obecności łubinu w mieszankach na plonowanie owsa w tych mieszankach, podczas gdy taki pozytywny wpływ łubinu na plonowanie pszenżyta jarego obserwował Kotwica [1994]. Wnioskowanie w tym zakresie komplikuje jednak jednoczesne występowanie w łanach mieszanek oddziaływań konkurencyjnych między łubinem i owsem oraz potencjalnych pozytywnych oddziaływań łubinu na rośliny owsa poprzez dostarczanie dodatkowej ilości azotu. Na możliwość korzystania przez roślinę zbożową w mieszance z azotu wydzielanego do podłoża przez rośliny z rodziny bobowatych wskazywał Virtanen [cyt. za Górski i Koter 1952]. Kwestia ta nie została jednak jednoznacznie udowodniona ponieważ późniejsze badania nie potwierdziły praktycznego znaczenia tego zjawiska [Boguszewski 1954; Triboi 1985, cyt. za Borowiecki i Księżak 2000]. W badaniach własnych stwierdzono, że rośliny owsa rosnące w małym zagęszczeniu (140 ziaren·m^{-2}) wykazywały lepsze zaopatrzenie w azot (o 23,8%) w mieszankach z łubinem żółtym niż w siewie czystym (tab. 11). Jednak przy większym zagęszczeniu roślin owsa różnica ta wyraźnie malała, a przy dużej gęstości siewu owsa jego rośliny wykazywały nawet nieco lepsze odżywienie azotem w siewie czystym niż w mieszankach z łubinem. Można to interpretować biorąc pod uwagę fakt coraz silniejszego wypierania roślin łubinu z łanu mieszanek wraz z zagęszczaniem w nich siewu owsa oraz niedostatkiem energii koniecznej do wiązania azotu atmosferycznego w zacienionych przez owies roślinach łubinu na co wskazuje Nalborczyk [1993]. W tej sytuacji ilości azotu wiązanego przez bakterie *Rhizobium* mogą być niewystarczające dla łubinu i korzysta on częściowo z azotu zawartego w glebie konkurując o ten składnik z owsem.

Sposób uprawy (siew czysty, mieszanka) jak też skład ilościowy mieszanek wpływały na wierność plonowania owsa w latach badań. Owies wysiewany w najmniejszej gęstości cechował się najmniejszym współczynnikiem zmienności na poziomie 9,1% (tab. 14). Większe zagęszczenie roślin wprawdzie dawało wyższe plony jednak bardziej zróżnicowane w latach. Reakcja owsa zatem jest odmienna niż łubinu. Zmienność plonu owsa uprawianego w mieszankach dla lat była większa niż w siewach czystych i generalnie zmniejszała się wraz z malejącą ilością wysiewu łubinu i owsa. Podobnie jak w siewie czystym najmniejszą zmienność plonowania w latach uzyskiwano w przypadku owsa wysiewanego w ilości 140 ziaren·m^{-2}.

4.1.3. Konkurencja między roślinami owsa i łubinu w mieszankach tych gatunków

Zamieszczone powyżej (4.1.1. i 4.1.2.) wyniki dowodzą silnej reakcji roślin łubinu oraz owsa na uprawę współrzędną. Reakcje te mają charakter antagonistyczny wskazując na rywalizację tych gatunków o zasoby czynników środowiskowych w łanach mieszanek. Wyraźna jest jednak znacznie silniejsza negatywna rekcja roślin łubinu na obecność roślin owsa w mieszance niż odwrotnie. Kształtowanie się skutków konkurencji, przejawiające się redukcją poszczególnych elementów plonowania obu komponentów mieszanki, pozostaje w związku ze składem ilościowym materiału siewnego mieszanek. W celu dokładniejszego poznania oddziaływań konkurencyjnych między roślinami owsa i łubinu rosnącymi współrzędnie w mieszankach zastosowano metodę opisaną w podrozdziale 3.1.7.

Porównanie wartości wskaźnika konkurencji roślin owsa względem roślin łubinu (IK_o) z wartościami wskaźnika konkurencji roślin łubinu względem roślin owsa (IK_l) w mieszankach dowodzi, że owies jest zdecydowanie silniejszym konkurentem dla łubinu niż łubin dla owsa (tab. 15 i 16). Intensywność konkurencji owsa wzrastała też wraz ze zwiększającą się obsadą jego roślin w mieszankach. Toteż przy 4.krotnym zagęszczeniu siewu owsa ze 140 do 560 ziaren·m^{-2} następował 2,2.krotny wzrost siły jego oddziaływań konkurencyjnych względem

roślin łubinu. Szczególne nasilenie tego zjawiska uwidoczniło się przy zwiększeniu normy wysiewu owsa ze 140 do 280 ziaren·m^{-2}. Powyżej tej drugiej gęstości siewu konkurencja owsa nasilała się w coraz słabszym stopniu, co należy przypisać nasilaniu się konkurencji wewnątrzgatunkowej między roślinami owsa przy dużym zagęszczeniu jego roślin. Toteż nasilanie się konkurencji owsa względem łubinu zwiększało się nieproporcjonalnie do gęstości siewu owsa.

Owies był tym silniejszym konkurentem dla łubinu, im większa była proporcja gęstości siewu owsa do gęstości siewu łubinu w mieszankach (tab. 15). Konkurencja ta była względnie mała, gdy mała liczba roślin owsa (140 ziaren·m^{-2}) rywalizowała z dużą liczbą (100 nasion·m^{-2}) roślin łubinu (IKo=2,17). Przy wysiewie natomiast tych gatunków w proporcji 560 : 25 owies okazał się szczególnie silnym konkurentem dla łubinu (IKo=9,56). Takie wyniki sprawiły, że plon nasion łubinu w mieszankach był w około 75% determinowany przez konkurencję owsa mierzoną wskaźnikiem IKo (r =-0,87).

Rośliny łubinu żółtego wykazały mały potencjał konkurencyjny względem roślin owsa (tab. 16). Wynika to w głównej mierze z relatywnie, w stosunku do owsa, małej obsady jego roślin w mieszankach. Zwiększanie jednak gęstości siewu łubinu w mieszankach powodowało, że stawał się on nieco silniejszym konkurentem dla owsa, pomimo nasilającej się konkurencji wewnątrzgatunkowej roślin łubinu. W mieszankach, w których rośliny łubinu nieco skuteczniej konkurowały z owsem stwierdzono też lepsze plonowanie łubinu (r=0,60).

Podobne do powyższych prawidłowości w oddziaływaniach konkurencyjnych między pszenżytem jarym i łubinem żółtym wykazał Kotwica [1994] z tym, że pszenżyto wykazywało zdecydowanie mniejsze nasilenie konkurencji względem łubinu niż owies w niniejszych badaniach.

Tabela 15. Wskaźniki intensywności konkurencji owsa względem łubinu żółtego (IK_o) w mieszankach (średnie z lat 2002, 2004, 2005)

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				Średnia
	140	280	420	560	
25	3,37	5,55	7,47	9,56	5,57
50	3,32	4,23	4,34	6,04	4,62
75	2,99	4,26	4,84	5,37	4,03
100	2,17	4,23	5,69	5,01	3,75
Średnia	2,72	4,15	4,89	5,85	4,10

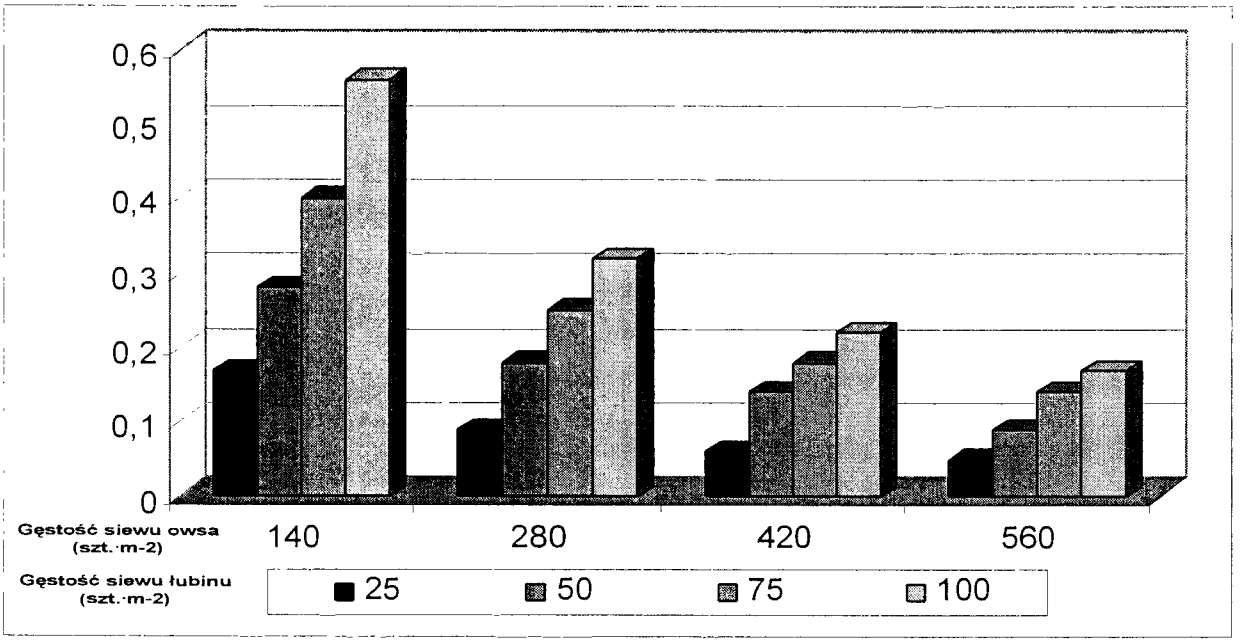
Tabela 16. Wskaźniki intensywności konkurencji łubinu żółtego względem owsa (IK_l) w mieszankach (średnie z lat 2002, 2004, 2005)

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				Średnia
	140	280	420	560	
25	1,14	1,08	1,15	1,11	1,12
50	1,07	1,20	1,29	1,09	1,14
75	1,15	1,19	1,18	1,15	1,16
100	1,34	1,22	1,15	1,13	1,24
Średnia	1,16	1,17	1,19	1,12	1,16

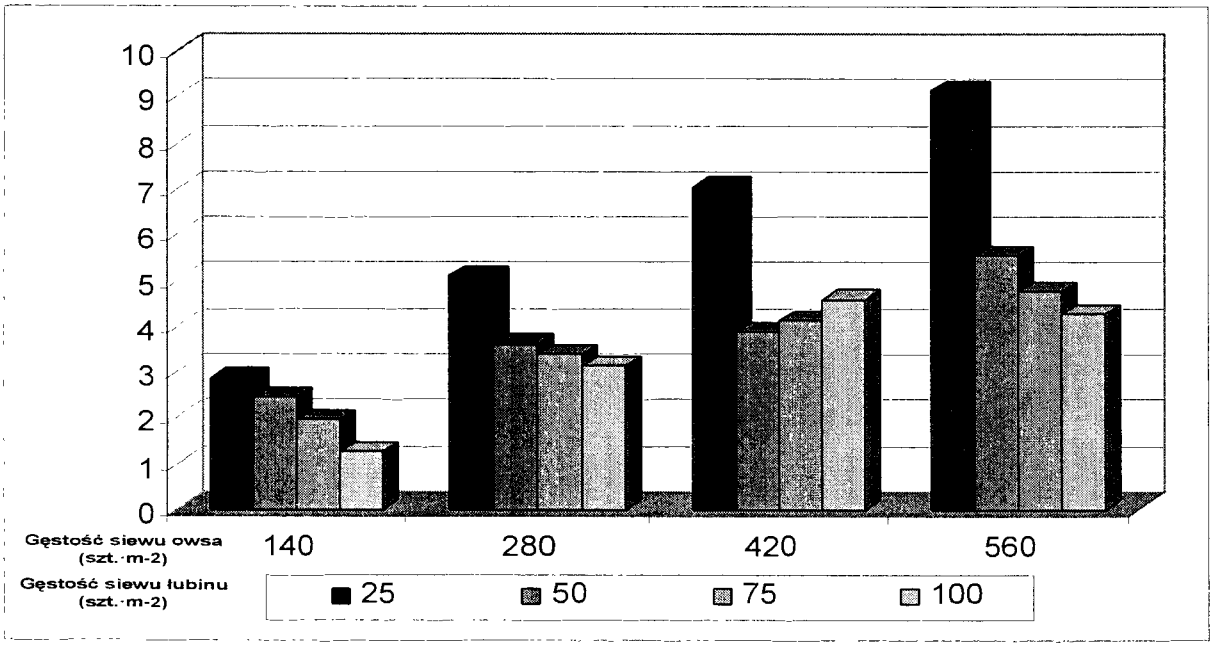
Rozpatrując intensywność konkurencji owsa względem łubinu w mieszankach trzeba uwzględnić fakt różnej obsady roślin tych gatunków tworzących mieszanki. Proporcje gęstości siewu owsa do gęstości siewu łubinu w mieszankach wynosiły od 1,4 do 22,4. Rośliny owsa miały więc znaczną przewagę liczebności osobników i przez to łączna intensywność ich konkurencji z łubinem była duża (tab. 15). Pojedyncze natomiast rośliny owsa były zdecydowanie słabszymi konkurentami dla roślin łubinu niż pojedyncza roślina łubinu dla owsa (porównanie rys. 1 i 2). Dodanie jednej rośliny owsa do łubinu w mieszankach wywoływało efekt konkurencyjny równoważny zagęszczeniu siewu łubinu w siewie czystym o 0,05 – 0,56 rośliny łubinu (rys. 1). Ta konkurencja pojedynczej rośliny owsa zwiększała się wyraźnie wraz ze wzrastającym udziałem w mieszance łubinu, a malejącym owsa. Toteż była ona najmniejsza w mieszance składającej się z 560 ziaren owsa i 25 nasion łubinu·m^{-2}, a największa w mieszance 140 ziaren owsa i 100 nasion łubinu·m^{-2}. Całość wyników dotyczących tego zagadnienia układa się w prawidłowość, że w mieszankach pojedyncze rośliny owsa są tym silniejszymi konkurentami dla roślin łubinu, im silniejsza jest rywalizacja między roślinami łubinu, a mniejsza między roślinami owsa.

Potencjał konkurencyjny pojedynczych roślin łubinu względem roślin owsa w mieszankach okazał się duży (rys. 2). Jedna roślina łubinu w mieszance wywoływała skutki konkurencyjne równoważne skutkom konkurencji między kilkoma roślinami owsa w siewie czystym. Gdy proporcje wysiewu gatunków w mieszance są bardziej zrównoważone (140 ziaren owsa + 100 nasion łubinu·m^{-2}) to pojedyncza roślina łubinu jest względnie słabym konkurentem dla owsa (SK_l=1,26), ale silnie konkuruje z owsem (SK_l=9,15) w mieszance o składzie 560 ziaren owsa + 100 nasion łubinu·m^{-2}. Występuje tu więc identyczna prawidłowość ogólna jak sformułowana powyżej w przypadku owsa, więc w mieszankach pojedyncze rośliny łubinu są tym silniejszymi konkurentami dla roślin owsa im silniejsza jest rywalizacja między roślinami owsa, a mniejsza między roślinami łubinu. Te prawidłowość była powtarzalna we wszystkich latach badań, ale nasilenie zjawiska było wyraźnie modyfikowane przez warunki meteorologiczne w latach. Otóż w roku 2004, przy względnym dostatku opadów w całym okresie wegetacji, pojedyncza roślina łubinu słabiej konkurowała z roślinami owsa (średnia wartość SK_l=2,88) niż w latach w których występowały okresowe posuchy, zwłaszcza w 2005 roku (SK_l=14,1).

Porównując siły oddziaływań konkurencyjnych pojedynczych roślin owsa (SK_o) i łubinu (SK_l) w różnych mieszankach zauważa się prawidłowość, że zwiększaniu się siły konkurencyjnej owsa w mieszance towarzyszy zmniejszenie siły konkurencyjnej łubinu i odwrotnie. Wynika to przypuszczalnie z relacji między nasileniem konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej w mieszankach, ale sugeruje także wzajemne dopasowywanie się gatunków i ich dążenie do wykorzystywania nisz ekologicznych w łanie. Podstawę do takiej interpretacji znajdujemy w poglądach Begona i Motrimer [1989], którzy twierdzą, że w mieszankach następuje częściowy rozdział zasobów środowiska i wykorzystywanie przez gatunek A zasobów nie wykorzystanych przez gatunek B. Zgodne z tym są wyniki uzyskane w tej pracy. Otóż im mniejsza była gęstość siewu w mieszance jednego gatunku, tym więcej nisz pozostawiał on drugiemu gatunkowi, więc pojedyncze rośliny tego drugiego gatunku wykorzystując te nisze słabiej konkurowały z gatunkiem pierwszym (rys. 1 i 2).



Rysunek 1. Siła konkurencyjna pojedynczej rośliny owsa (SK_o) względem łubinu żółtego w mieszankach tych roślin (średnie z lat 2002, 2004, 2005)



Rysunek 2. Siła konkurencyjna pojedynczej rośliny łubinu żółtego (SK_l) względem owsa w mieszankach tych roślin (średnie z lat 2002, 2004, 2005)

Pomimo częściowego „dopasowywania się" roślin owsa i łubinu w mieszankach zachodziła między nimi silna konkurencja międzygatunkowa, o czym świadczą większe od 1,0 wartości indeksów konkurencji międzygatunkowej (K_m). Średni dla całej grupy porównywanych mieszanek ten indeks wyniósł 1,66 co oznacza, że konkurencja między tymi gatunkami w mieszankach była o około 66% większa niż średnia konkurencja wewnątrzgatunkowa w siewach czystych owsa i łubinu (tab. 17). Wraz ze wzrostem gęstości siewu owsa w mieszankach

nasilała się w nich konkurencja międzygatunkowa, malała ona natomiast wraz z zagęszczaniem siewu łubinu. Wyraźnie jednak uwidocznił się wpływ dostępności zasobu czynników życiowych roślin w środowisku na konkurencję wzajemną między owsem i łubinem w mieszankach. Przy najmniejszej obsadzie roślin owsa (140 ziaren·m^{-2}) indeks konkurencji międzygatunkowej (K_m) przyjmował najniższe wartości, potwierdzając stosunkowo słabe współzawodnictwo roślin o te zasoby. Wskaźnik ten zwiększał się natomiast na ogół wraz ze wzrostem łącznej obsady roślin obu gatunków w mieszankach (r=0,72). Prawidłowość tę zakłóca jednak malejąca konkurencja międzygatunkowa wraz z zagęszczaniem w mieszankach roślin łubinu. Kotwica i Rudnicki [1999], badając mieszanki łubinu z pszenżytem jarym, ten ostatni fakt tłumaczą prawdopodobnym korzystnym oddziaływaniem roślin łubinu na pszenżyto. Należy jednak mieć na uwadze, że indeks konkurencji międzygatunkowej w mieszance oparty jest na porównaniu tej konkurencji z konkurencją w siewach czystych obu gatunków, więc wraz ze zwiększaniem gęstości siewu łubinu w siewie czystym nasila się konkurencja wewnątrzgatunkowa i wówczas na jej tle konkurencja międzygatunkowa w mieszankach relatywnie maleje. Trudno więc rozstrzygnąć w jakim stopniu na wartości indeksu K_m rzutuje ten fakt, a w jakim korzystne oddziaływanie łubinu na owies.

Z indeksami konkurencji międzygatunkowej dodatnio korelowały plony owsa (r=0,84) a ujemnie plony łubinu (r=-0,89) w mieszankach. Także plony mieszanek wykazały wysoko istotną zależność od tego indeksu według równania: $y = 5,84x - 1,43x^2 - 0,47$ z ekstremum funkcji przy x = 2,04 i korelacją wielokrotną R = 0,89, gdzie: y – plon mieszanki, x – indeks konkurencji międzygatunkowej (K_m). Z zależności tej wynika, że w mieszankach o różnym składzie wraz rosnącym w tych samych warunkach z nasilaniem się konkurencji między owsem i łubinem do K_m = 2,04 zwiększa się plon mieszanki, a powyżej tej wartości zmniejsza się.

Tabela 17. Indeksy konkurencji międzygatunkowej (Km) w mieszankach owsa z łubinem żółtym (średnie z lat 2002, 2004, 2005)

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				Średnia
	140	280	420	560	
25	1,39	1,74	2,07	2,30	1,87
50	1,34	1,59	1,67	1,82	1,60
75	1,31	1,59	1,69	1,76	1,59
100	1,20	1,61	1,81	1,68	1,57
Średnia	1,31	1,63	1,81	1,89	1,66

Powyższe oddziaływania konkurencyjne w łanach mieszanek były kierunkowo powtarzalne we wszystkich latach realizacji doświadczeń, ale miały różne nasilenie w poszczególnych latach. Toteż konkurencja między owsem i łubinem w mieszankach była znacznie słabsza w 2004 roku o względnie korzystnych warunkach wodnych (średnio K_m = 1,46) niż w posusznym roku 2005 (K_m = 2,88).

4.1.4. Plonowanie mieszanek owsa z łubinem żółtym

Plonowanie owsa i łubinu żółtego w mieszankach jest wynikiem ich właściwości biologicznych jak i ich oddziaływań wzajemnych. Pomimo, że plon mieszanki jest sumą plonów gatunków ją tworzących, to o wydajności mieszanki decyduje gatunek bardziej plenny i lepiej przystosowany do warunków siedliska [Ceglarek i in. 1999]. Owies jest rośliną wyżej plonującą

w siewach czystych niż łubin, a ponadto w mieszance łubin plonuje zdecydowanie gorzej niż w siewie czystym, co wykazano w podrozdziale 4.1.1. Dlatego plony badanych mieszanek zależały w głównej mierze od plonowania w nich owsa, a w małym stopniu od plonowania łubinu. Okazało się, że te plony mieszanek nie są większe, a niekiedy nawet istotnie mniejsze, niż owsa w siewie czystym. Średni plon grupy 16 mieszanek uwzględnionych w badaniach był o 0,39 $t \cdot ha^{-1}$ (o 7%) mniejszy od średniego plonu owsa w siewach czystych (tab. 18). Wynik taki nie potwierdza opinii o tzw. „nadprodukty wności" mieszanek zbożowo - strączkowych i na ogół wyższym ich plonowaniu niż gatunków będących komponentami mieszanek w siewach czystych [Kotwica 1994; Rudnicki 2005]. Opinie te były jednak formułowane na podstawie badań mieszanek z innymi, niż owies, gatunkami zbóż. Na przykład w badaniach Kotwicy [1994] plonowanie mieszanek pszenżyta jarego z łubinem żółtym było rzeczywiście istotnie większe niż pszenżyta w siewie czystym. Porównanie tych wyników z własnymi prowadzi do wniosku, że pszenżyto jare jest lepszym komponentem do mieszanek z łubinem niż owies, a w stwierdzeniu takim utwierdzają wyniki Rudnickiego i Kotwicy [2003], w których wykazali lepsze plonowanie mieszanek pszenżyta z łubinem aniżeli owsa z łubinem.

Plony mieszanek podlegały współzależnemu wpływowi gęstości siewu owsa oraz gęstości siewu łubinu żółtego w tych mieszankach. Na ogół zwiększanie gęstości siewu owsa sprzyjało uzyskiwaniu większych plonów mieszanek. Jednak efekty tego czynnika zmieniały się przy różnych gęstościach siewu łubinu. Otóż okazało się, że jeśli w mieszance jest wysiewana mała ilość łubinu (25 $nasion \cdot m^{-2}$) to do dobrego plonowania mieszanki gęstość siewu owsa także nie może być nadmierna (tab. 18). Na podstawie wyznaczonego ekstremum funkcji wielomianowej II^0 tę gęstość siewu owsa wyznaczono na 430 $ziaren \cdot m^{-2}$, a na podstawie danych surowych nawet może być ona mniejsza niż 430 $ziaren \cdot m^{-2}$. Analogicznie największe okazało się plonowanie mieszanki składającej się z 75 $nasion \cdot m^{-2}$ łubinu i 480 $ziaren \cdot m^{-2}$ owsa, oraz mieszanki 100 $nasion \cdot m^{-2}$ łubinu i 496 $ziaren \cdot m^{-2}$ owsa. Takie wyniki wskazują na celowość tym większej gęstości siewu owsa w mieszance, im większa jest w niej gęstość siewu łubinu. Jednak prawidłowość taką zakłóca fakt dobrego plonowania mieszanek (5,0 $t \cdot ha^{-1}$ i więcej), w których wysiewane było 50 $nasion \cdot m^{-2}$ łubinu, a wówczas gęstość siewu owsa miała mniejsze znaczenie.

Tabela 18. Plony mieszanek owsa z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów w mieszankach na tle plonów owsa w siewie czystym ($t \cdot ha^{-1}$). Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Gęstość siewu łubinu w mieszankach ($szt. \cdot m^{-2}$) [B]	Gęstość siewu owsa ($szt. \cdot m^{-2}$) [A]				Średnia
	140	280	420	560	
25	4,65	5,45	5,41	5,39	5,23
50	5,00	5,10	5,02	5,57	5,17
75	4,82	5,15	5,43	5,37	5,19
100	4,47	5,07	5,52	5,52	5,14
Średnia	4,73	5,19	5,35	5,46	5,18
$NIR_{0,05}$	A = 0,27; B = n.i.; B/A =0,51; A/B =0,26				
Siew czysty owsa	4,84	5,65	6,00	5,81	5,57
$NIR_{0,05}$ *	B =0,28; B/A = 0,56; A/B = 0,24				

* łącznie dla plonów mieszanek owsa z łubinem i owsa w siewie czystym

Udział nasion łubinu w plonie mieszanki jest ważnym wskaźnikiem jej wartości paszowej i z tego punktu widzenia pożądane jest, aby był on dostatecznie duży [Borowiecki i Księżak 2000; Kotwica i Rudnicki 2003]. Okazało się jednak, że ten udział nasion łubinu w plonie mieszanek był na ogół mały i podlegał dużej zmienności w latach badań, a także pod wpływem składu ilościowego mieszanek. Względnie duży (średnio 15,8%) był on tylko w 2004 roku, gdy ilość i rozkład opadów w okresie wegetacji roślin był korzystny, natomiast w pozostałych latach, w których występowały okresowe posuchy, układał się na poziomie średnio zaledwie 3,5%. Nie jest to wynik odosobniony ponieważ Kotwica i Rudnicki [2003] wykazywali 9% udział nasion łubinu żółtego w mieszance z owsem i 13% z pszenżytem jarym. W innej pracy [Rudnicki i Kotwica 2002], wysiewając mieszankę składającą się z 350 ziaren·m^{-2} owsa i 70 nasion·m^{-2} łubinu, stwierdzili tylko 5,7% udział nasion łubinu w jej plonie.

Tabela 19. Udział (%) nasion łubinu żółtego w plonie mieszanek owsa z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów. Średnie z lat: 2002, 2004, 2005

Gęstość siewu łubinu w mieszankach (szt.·m^{-2}) [B]	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2}) [A]				Średnia
	140	280	420	560	
25	8,41	4,42	3,35	2,57	4,69
50	9,38	7,66	6,25	4,68	6,99
75	12,94	7,96	6,65	6,10	8,41
100	18,42	8,74	6,76	6,79	10,18
Średnia	12,29	7,20	5,75	5,03	7,57
$NIR_{0,05}$	A =1,70; B = 2,01; B/A = 3,27; A/B = 1,64				

Zagęszczanie siewu łubinu w mieszankach skutkowało naturalnie zwiększeniem udziału jego nasion w plonie mieszanek. Jednak efekt ten był znaczący jedynie przy małej obsadzie roślin owsa, a mały przy dużej jego obsadzie w mieszankach. I tak, w mieszankach w których wysiewano 140 ziaren·m^{-2} owsa, zwiększanie gęstości siewu łubinu od 25 do 100 nasion·m^{-2} powodowało wzrost udziału jego nasion w plonie o 10 pkt.%, natomiast przy wysiewie 560 ziaren·m^{-2} owsa odpowiednio tylko o 4,2 pkt.% (tab. 19). Duża obsada roślin owsa w mieszance redukowała plon nasion łubinu i ich udział w strukturze plonu mieszanek. Czterokrotne zwiększenie gęstości siewu owsa skutkowało 2 – 3.krotnym zmniejszeniem udziału nasion łubinu w plonie mieszanek (tab. 19). Okazało się, że udział nasion łubinu w plonie mieszanek koreluje ujemnie (r=0,81) z plonem mieszanek w stopniu wysoko istotnym. W każdym też roku badań występowała istotna ujemna zależność między plonem ogólnym mieszanek a plonem nasion łubinu w tych mieszankach. Współczynniki korelacji między tymi cechami wyniosły w latach kolejno: -0,81, -0,61, -0,80.

4.1.5. Wielocechowa ocena porównawcza mieszanek owsa z łubinem żółtym

Ocena walorów agrotechniczno – użytkowych upraw roślinnych na podstawie poszczególnych ich cech prowadzi często do przeciwstawnych wniosków. Także wielkość plonu roślin nie jest wystarczającym kryterium oceny, zwłaszcza w przypadku mieszanek różnogatunkowych, ponieważ różna jest wartość użytkowa plonu poszczególnych komponentów mieszanek. Dlatego mieszanki owsa z łubinem poddano ocenie wieloaspektowej wykorzystując metodę zaproponowaną przez Rudnickiego [2002]. Uwzględniono w niej 4 cechy: plon ziarna owsa średni z lat badań, wierność plonu owsa w latach, plon nasion łubinu średni z lat badań,

wierność plonu łubinu w latach. Cechom tym nadano wagi podane w rozdziale 3.1.7., uznając plonowanie łubinu w mieszankach jako cechę o największym znaczeniu.

Tabela 20. Wielocechowa ocena przydatności rolniczej mieszanek na podstawie danych z lat: 2002, 2004, 2005

Skład mieszanki - gęstość siewu (szt.·m^{-2})		Punkty oceny za:				Ocena łączna ważona*
		Wysokość plonu:		Wierność plonu:		
Owies	Łubin	Owsa	Łubinu	Owsa	Łubinu	
140	100	24,5	78,5	56,2	81,1	59,3
140	75	37,7	62,9	46,1	77,0	55,0
140	50	43,7	57,0	57,6	53,9	52,6
280	25	58,9	41,4	58,7	48,5	50,3
560	50	61,2	42,0	57,8	42,6	50,2
280	100	46,5	52,9	47,6	53,2	50,2
420	75	55,8	48,6	42,2	46,6	49,5
560	75	55,0	46,7	44,2	51,0	49,5
140	25	37,9	51,5	64,2	51,8	49,4
280	75	48,7	52,0	39,6	52,2	49,2
280	50	48,1	50,5	47,9	49,2	49,2
420	50	46,5	49,6	53,1	48,8	49,1
560	25	59,7	35,1	62,8	47,5	48,5
420	25	59,3	37,2	58,8	43,9	48,1
420	100	58,7	45,8	33,9	42,4	47,4
560	100	57,8	48,5	29,3	41,4	47,3

* wagi dla cech: wielkość plonu owsa = 0,3; wielkość plonu łubinu = 0,4; wierność plonu owsa = 0,15; wierność plonu łubinu 0,15.

W takiej ocenie najlepszymi okazały się mieszanki, w których gęstość siewu owsa jest mała (140 ziaren·m^{-2}), a gęstość siewu łubinu duża (100 – 75 nasion·m^{-2}). Decydujący wpływ na taką ocenę ma względnie dobre plonowanie łubinu i większa niż w innych mieszankach wierność jego plonów w latach (tab. 20). Należy zauważyć, że tylko w tych mieszankach nasiona łubinu stanowią więcej niż 12% w plonie mieszanki (tab. 19) i dzięki temu zachowują one cechy mieszanki.

Za najmniej przydatne do uprawy w warunkach realizacji doświadczenia polowego okazały się mieszanki w których owies jest wysiewany w dużej gęstości (560 lub 420 ziaren·m^{-2}) i łubin w dużej (100 nasion·m^{-2}) lub przeciwnie małej (25 nasion·m^{-2}) gęstości siewu. W takich mieszankach plonowanie owsa jest wprawdzie względnie wysokie, ale plony nasion łubinu są małe i zawodne (tab. 20). Średni z lat udział nasion łubinu w plonie mieszanek nie przekracza wówczas 7%, a w latach posusznych jest wręcz znikomy. Skład gatunkowy plonu nie kwalifikuje ich jako mieszanki, a raczej jako siewy czyste owsa z minimalnym dodatkiem nasion łubinu.

W niniejszych badaniach nie potwierdza się jako właściwa, stosowana w praktyce rolniczej, zasada wysiewania mieszanek w gęstościach odpowiadających 50% gęstości siewów czystych obu komponentów mieszanki. Taka mieszanka (280 ziaren·m^{-2} owsa + 50 nasion·m^{-2}

łubinu) uzyskała dość niską ocenę (49,2 pkt.) i 11 pozycję rankingową wśród 16 porównywanych mieszanek (tab. 20).

Przyjęte zasady oceny wielocechowej mieszanek sprawiły, że łączna ocena ważona koreluje dodatnio z plonem nasion łubinu w mieszankach (r=0,80), ale ujemnie z plonem całkowitym mieszanek (r=-0,72).

4.2. Oddziaływania sąsiedzkie między roślinami owsa i łubinu żółtego oraz reakcje tych gatunków na oddziaływania brzegowe

4.2.1. Efekty wzajemnych oddziaływań sąsiedzkich między roślinami owsa i łubinu żółtego

W zasiewach mieszanych dwóch gatunków roślin miejsce zajmowane przez poszczególne osobniki obu gatunków jest przypadkowe, a ich lokalizacja względem siebie dość równomierna w przestrzeni łanu. W takich łanach zachodzi konkurencja międzygatunkowa o wszystkie niedoborowe czynniki życiowe roślin obu komponentów mieszanki, a jednym z jej efektów jest wypieranie z łanu gatunku konkurencyjnie słabszego, jak to wykazano w części 4.1. tej pracy. To wypieranie roślin zmienia ich obsadę w łanie i przez to wpływa na efekty konkurencji ujawniające się w cechach roślin. Poznanie oddziaływań wzajemnych pomiędzy gatunkami roślin, ale z eliminacją zjawiska wypierania, jest możliwe poprzez badanie efektów oddziaływań sąsiedzkich. Ocenę takich efektów umożliwia znana z literatury uprawa pasowa różnych gatunków roślin [Burczyk 2003, Fortin i in. 1994, Iragavarapu i Randall 1996, Jurik i Van 2004, Pendelton i in. 1963, West i Griffith 1992, Van 1994]. Zjawiska oddziaływań wzajemnych zachodzą wówczas w strefie styku sąsiadujących rzędów badanych gatunków. Efekty tych oddziaływań między gatunkami mogą nie ograniczać się wyłącznie do bezpośrednio sąsiadujących rzędów roślin lecz mogą sięgać w głąb łanu i obejmować też dalsze rzędy roślin. Dotychczasowe badania wpływów sąsiedzkich wskazują, iż oddziaływania takie odnoszą się do dwóch lub trzech rzędów sąsiadujących gatunków roślin. Dlatego w badaniach własnych przyjęto czwarty rząd roślin jako nie podlegający już wpływom sąsiedzkim.

Sąsiedztwo roślin owsa i łubinu żółtego, w odległości 10 cm między rzędami stykowymi, ujawniło bardzo silnie zachodzące oddziaływania wzajemne tych gatunków (tab. 21). Owies rosnąc obok łubinu znacznie pogarszał warunki życiowe roślin łubinu. W strefie styku z owsem łubin wytworzył mniejszą o 39% biomasę nadziemną, mniejszą o 34% liczbę strąków i aż o 48% mniejszą masę nasion niż w oddaleniu od owsa (4 rząd) i wszystkie te różnice okazały się wysoko istotne. Wraz ze wzrostem dystansu od owsa malało w sposób naturalny jego oddziaływanie na rośliny łubinu, tym niemniej jeszcze w trzecim rzędzie łubinu od owsa skutki takie były obserwowane. Strefa oddziaływań owsa sięgała zatem na około 30 cm w głąb łanu łubinu. Należy sądzić, że z takiej przestrzeni gleby owies korzystał z nutrientów i wody, wyczerpując ich zasoby i ograniczając dostępność dla łubinu.

Łubin żółty wykazał korzystne oddziaływania na rosnące sąsiedzko rośliny owsa (tab. 21). W rzędzie stykowym rośliny owsa cechowała większa dorodność i wykształcenie ponad 2,2.krotnie większej biomasy niż w rzędzie czwartym, najdalej odsuniętym od łubinu. Analogiczne reakcje ujawniły się w generatywnych cechach roślin owsa. Wykształcał on 2,5 krotnie dorodniejsze wiechy, większą o 27% liczbę pędów generatywnych i 2,4 krotnie większy plon ziarna. Ten wielce korzystny wpływ łubinu na owies ograniczał się jednak tylko do jednego rzędu owsa, bezpośrednio sąsiadującego z łubinem. Na dalszych rzędach (2, 3, 4) rośliny owsa nie różniły się istotnie miedzy sobą pod względem żadnej ocenianej cechy. Godnym zauważenia jest, że rośliny owsa rosnące w bezpośrednim sąsiedztwie z roślinami łubinu wykazały większą o 38% zieloność liści, określaną w jednostkach SPAD, niż w oddaleniu od łubinu. Świadczy to o lepszym odżywieniu roślin owsa azotem i sugeruje wykorzystywanie zasobów tego składnika gromadzonych przez łubin w wyniku symbiozy z bakteriami brodawkowymi.

Powyższe wyniki nie mają bezpośredniego odpowiednika w literaturze. Dowiedziono natomiast negatywny wpływ sąsiedztwa kukurydzy na rośliny soi, która reagowała 10-30% obniżką plonu nasion. Kukurydza natomiast, podobnie jak w badaniach własnych owies,

korzystnie reagowała na sąsiedztwo soi dając 10 – 40% wzrost plonów ziarna w strefie kontaktu roślin w stosunku do roślin z dalszych rzędów. Z kolei pszenica i owies skutecznie konkurują z kukurydzą wpływając negatywnie na jej plonowanie w rzędach sąsiedzkich, podobny efekt miało sąsiedztwo tych zbóż dla plonu soi [Fortin i in 1994, Iragavarapu i Randall 1996, Jurik i Van 2004, Pendelton i in. 1963, West i Griffith 1992, Van 1994].

Tabela 21. Efekty oddziaływań sąsiedzkich między roślinami owsa i łubinu żółtego (średnie z lat 2004 i 2005)

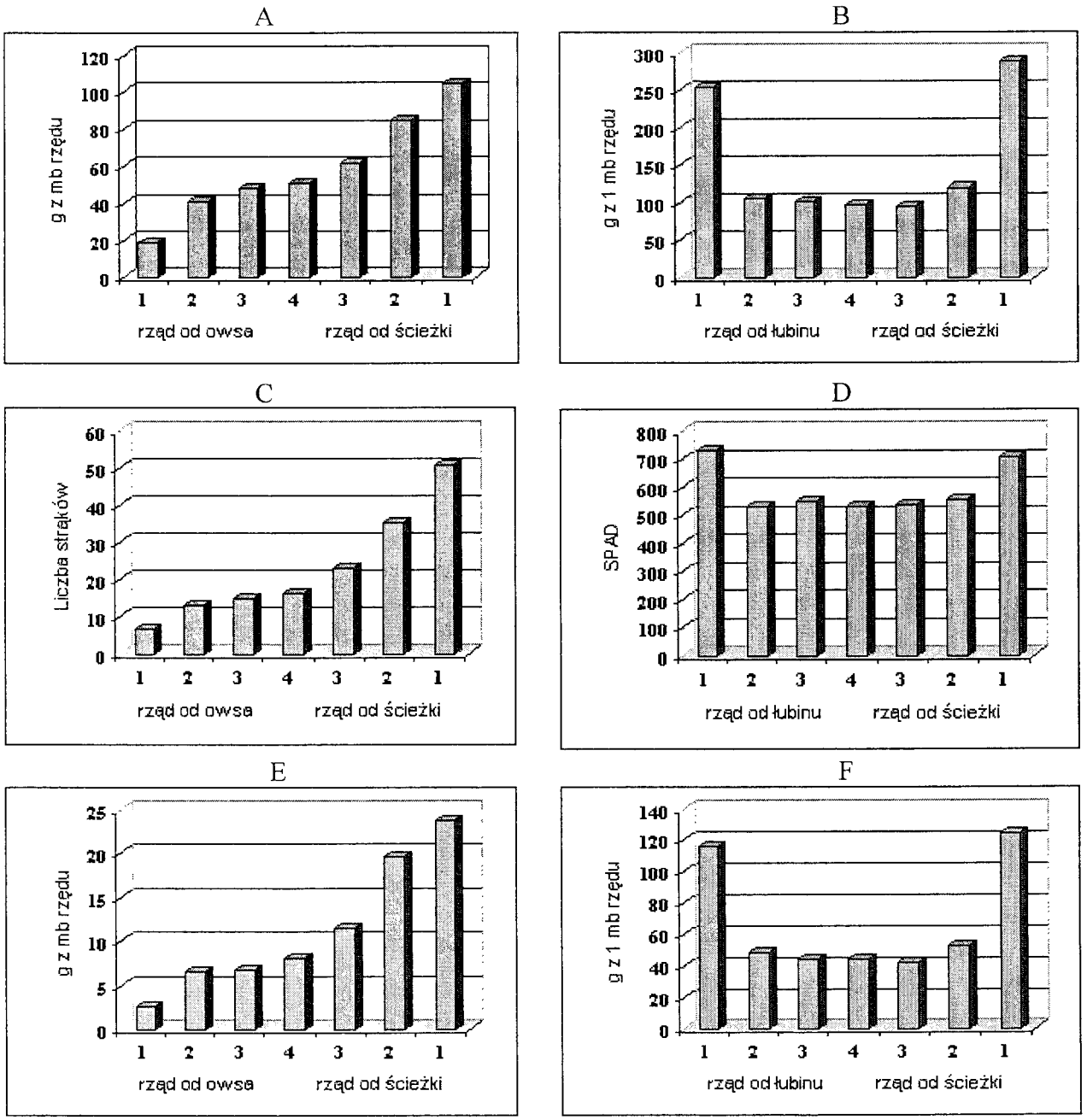
Cecha	Jednostka miary	Kolejny rząd sąsiedztwa roślin				$NIR_{0,05}$
		1	2	3	4	
Łubin żółty						
Biomasa roślin	g·mb^{-1}*	68,1	81,7	101,8	111,3	25,0
	%	61	73	91	100	-
Masa strąków	g·mb^{-1}	14,8	20,8	21,9	27,2	5,7
	%	54	77	81	100	-
Liczba strąków	Szt. ·1mb^{-1}	22,4	28,4	29,7	33,9	6,5
	%	66	84	88	100	-
Masa nasion	g·mb^{-1}	7,1	11,1	11,3	13,7	2,9
	%	52	81	83	100	
Masa 1000 nasion	g	126,5	132,8	135,5	130,2	6,7
	%	97	102	104	100	-
Owies						
Biomasa roślin	g·mb^{-1}	215,7	104,9	101,3	97,3	27,8
	%	222	108	104	100	-
Masa wiech	g·mb^{-1}	112,7	49,8	49,5	44,9	15,7
	%	251	111	110	100	-
Liczba wiech	Szt. ·1mb^{-1}	49,2	38,7	41,4	38,8	6,7
	%	127	100	107	100	-
Masa ziarna	g·mb^{-1}	95,0	43,5	41,0	39,7	12,0
	%	239	110	103	100	
Masa 1000 ziaren	g	30,9	30,7	31,1	30,6	n.i.
	%	101,0	100,4	101,7	100,0	-
Wskaźnik zazielenienia liści	SPAD	697	524	515	506	52,9
	%	138	104	102	100	-

* mb – metr bieżący rzędu roślin

4.2.2. Porównanie efektów oddziaływań sąsiedzkich owsa i łubinu żółtego z efektami oddziaływań brzegowych

Wykazane powyżej korzystne oddziaływania łubinu żółtego na sąsiedzko rosnący owies i ujemne reakcje łubinu na sąsiedztwo owsa skonfrontowano z efektami oddziaływań brzegowych. Służyło temu doświadczenie wykonane w 2005 roku w taki sposób, że pozwoliło dokonać porównań efektów oddziaływań sąsiedzkich i brzegowych. Niektóre wyniki zawarte na rysunku 3 ewidentnie dowodzą zupełnie różnej reakcji owsa i łubinu na sąsiadowanie tych

gatunków ze sobą oraz różnej ich reakcji na obecność ścieżki przylegającej do rzędów skrajnych poletek doświadczalnych.



A – biomasa roślin łubinu; B - biomasa roślin owsa; C – liczba strąków na 1 mb rzędu łubinu; D – zieloność liści owsa; E – masa nasion łubinu; F - masa ziarna owsa

Rysunek 3. Reakcje roślin łubinu żółtego i owsa na oddziaływania brzegowe oraz na wzajemne oddziaływania sąsiedzkie w 2005 roku

Rośliny łubinu wykazały silną reakcję na oddziaływania brzegowe (sąsiedztwo ścieżki) jak też na oddziaływania sąsiedzko rosnącego owsa (rys. 3). Na rzędach bezpośrednio przylegających do ścieżki wykształcały 2,1.krotnie większą biomasę, 3,1.krotnie większą liczbę strąków, 3,3.krotnie większą masę strąków oraz 3,0.krotnie większą masę nasion niż wewnątrz poletek (rząd 4). Oddziaływania ścieżki na te cechy łubinu występowały także na rzędach 2 i 3 od ścieżki i choć były coraz mniejsze to znaczące i statystycznie istotne. Można więc

stwierdzić, że korzystne oddziaływanie ścieżki na wymienione cechy roślin łubinu sięga do trzeciego rzędu od skraju poletek. Odwrotnie natomiast łubin reagował na sąsiedztwo owsa. Na rzędzie bezpośrednio przylegającym do owsa wykształcał 2,7.krotnie mniej biomasy, 2,5.krotnie mniejszą liczbę strąków, 2,7.krotnie mniejszą masę strąków i 3,1.krotnie mniejszą masę nasion niż w głębi poletek. Zależnie od cechy ten niekorzystny wpływ owsa sięgał do drugiego lub trzeciego rzędu łubinu od granicy z owsem (rys. 3). Spośród obserwowanych cech łubinu jedynie dorodność jego nasion, mierzona masą 1000 nasion, nie wykazała istotnych zmian pod wpływem oddziaływań brzegowych oraz oddziaływań sąsiedzkich owsa.

Powyższe reakcje roślin łubinu sprawiły, że przy porównaniach jego cech na rzędach przylegających do ścieżek i na rzędach przylegających do owsa stwierdzono ogromne różnice. Biomasa roślin łubinu na rzędzie sąsiadującym ze ścieżką okazała się aż 5,6.krotnie większa niż na rzędzie sąsiadującym z owsem. Analogiczne ilorazy w przypadku innych cech wyniosły: liczba strąków – 7,8; masa strąków – 8,8; masa nasion – 9,1 (rys. 3). Można więc stwierdzić, że rośliny łubinu żółtego posiadają dużą zdolność wykorzystywania zasobów otaczającego je środowiska w warunkach ograniczonej konkurencji wewnątrzgatunkowej (przy ścieżce). Łubin ma natomiast małą zdolność konkurowania z owsem i rosnąc sąsiedzko ulega jego silnej presji konkurencyjnej. Wynik taki potwierdza złe tolerowanie owsa przez łubin w mieszankach wykazane w części 4.1. Należy jednak uwzględnić fakt, że komentowane wyniki uzyskano w roku 2005, w którym końcowa część okresu wegetacji roślin była posuszna, więc stopień reakcji konkurencyjnych jest przypuszczalnie większy niżby był w warunkach dostatku wody.

Rośliny owsa silnie reagowały na oddziaływania brzegowe i sąsiedzkie, ale w sposób odmienny niż rośliny łubinu. Na rzędach przylegających do ścieżek rośliny owsa rosły bujnie i wytwarzały 2,9.krotnie większą ilość biomasy nadziemnej, 1,5.krotnie większą liczbę wiech, 3,1.krotnie większą masę wiech, 2,8.krotnie większą masę ziarna oraz były o 34% lepiej odżywione azotem niż w środkowej części poletek (rys. 3). Te efekty oddziaływań brzegowych wystąpiły jednak tylko na rzędzie bezpośrednio przylegającym do ścieżek. Na rzędach 2, 3 i 4 od ścieżki cechy owsa nie różniły się w stopniu istotnym.

Podobnie jak na oddziaływania brzegowe owies reagował na sąsiedztwo łubinu. Na rzędzie sąsiadującym z roślinami łubinu owies wykształcał dorodniejsze rośliny niż w oddaleniu od łubinu. W tym przypadku świeża biomasa jego roślin była większa 2,6.krotnie, liczba wiech – 1,3.krotnie, masa wiech – 2,7.krotnie, masa ziarna – 2,6.krotnie i odżywienie azotem o 39% lepsze niż na rzędzie 4 położonym w głębi poletek. Jednak istotne oddziaływanie sąsiedztwa łubinu ograniczało się tylko do rzędu stykowego. Na rzędach położonych dalej od łubinu owies nie wykazywał istotnych reakcji na ten czynnik. Miejsce na poletkach nie wpływało też istotnie na dorodność ziarna owsa.

Porównanie cech owsa na rzędach skrajnych (obok ścieżki i obok łubinu) wskazuje, że łubin żółty był konkurentem bardzo słabym dla owsa. Otóż sąsiadując z łubinem owies wykształcał o 12% mniejszą biomasę nadziemną i tylko o 6,6% mniejszą masę ziarna niż rosnąc obok ścieżek. Jednocześnie odżywienie roślin owsa azotem było niemal takie samo w obu przypadkach, z tendencją lepszego odżywienia (o 3,4%) w sąsiedztwie łubinu (rys. 3). Takie wyniki wskazują, że rośliny łubinu są dla owsa zdecydowanie słabszymi konkurentami niż rośliny owsa wzajemnie dla siebie.

4.2.3. Efekty oddziaływań brzegowych w mieszance owsa z łubinem żółtym

Owies rosnąc w mieszance składającej się z 280 ziaren·m^{-2} owsa i 75 nasion·m^{-2} łubinu żółtego pozytywnie reagował na sąsiedztwo ścieżek rozdzielających poletka doświadczalne z tym, że efekty oddziaływania ścieżek dotyczyły dwóch rzędów od ścieżki. Masa ziarna owsa

z 1 metra bieżącego rzędu bezpośrednio przylegającego do ścieżki okazała się większa o 79%, a z drugiego rzędu od ścieżki większa o 13% niż we wnętrzu poletek (tab. 22). Te efekty były zdecydowanie mniejsze niż w przypadku owsa uprawianego w siewie czystym (patrz 4.2.1. i 4.2.2.). Należy jednak zauważyć różnicę gęstości siewu owsa (280 i 560 ziaren·m^{-2}) w obu tych przypadkach. Rudnicki i Gałęzewski [2006] wykazali natomiast istotne znaczenie gęstości siewu owsa jako czynnika modyfikującego efekty oddziaływań brzegowych.

Tabela 22. Reakcje roślin owsa i łubinu uprawianych w mieszance na oddziaływania brzegowe w zależności od lokalizacji rzędu względem ścieżki rozdzielającej poletka doświadczalne (średnie z lat 2004 i 2005)

Cecha	Kolejny rząd roślin od ścieżki				$NIR_{0,05}$
	1	2	3	4	
Owies					
Biomasa roślin (g·mb^{-1})*	134,4	85,2	74,5	76,8	10,3
Liczba wiech na 1 mb	28,2	22,7	21,2	22,3	2,3
Masa wiech (g·mb^{-1})	63,8	40,6	33,8	34,7	4,6
Masa ziarna (g·mb^{-1})	53,5	34,0	28,3	29,0	3,7
Łubin żółty					
Biomasa roślin (g·mb^{-1})	67,6	51,1	41,8	43,2	22,6
Liczba strąków na 1 mb	25,2	18,8	14,4	14,9	10,4
Masa strąków (g·mb^{-1})	18,7	13,2	10,0	10,4	8,6
Masa nasion (g·mb^{-1})	20,4	15,3	11,7	11,6	3,9
Mieszanka owsa z łubinem					
Biomasa łubinu i owsa (g·mb^{-1})	202,0	136,3	116,3	120,0	15,9
Udział łubinu w biomasie mieszanki (%)	33,5	37,5	35,9	36,0	n.i.
Masa ziarna owsa i nasion łubinu (g·mb^{-1})	73,9	49,3	40,0	40,7	5,6
Udział nasion łubinu w masie mieszanki (%)	27,6	31,0	29,2	28,5	n.i.

* mb – metr bieżący rzędu roślin

Zasoby czynników życiowych na ścieżkach wpływały na cechy roślin owsa ponieważ efekty oddziaływań brzegowych pozostawały w związku z szerokością ścieżek. Rośliny owsa były tym bardziej dorodne, im większa była szerokość ścieżek rozdzielających poletka z tym, że różnice cech roślin w stopniu udowodnionym wystąpiły między szerokościami ścieżek 24 cm i 36 cm (tab. 23).

Rośliny łubinu w mieszance z owsem także korzystnie reagowały na oddziaływania brzegowe ścieżek. Rosnąc w rzędzie przylegającym do ścieżki łubin wykształcał większą o około 59% biomasę nadziemną, większą o 73% liczbę strąków, większą o 83% masę strąków i większą o 76% masę nasion niż w rzędach 3 i 4 od ścieżki (tab. 22). Jednak te efekty wystąpiły w stopniu udowodnionym tylko na tym pierwszym rzędzie od ścieżki, a szerokość ścieżki nie miała istotnego znaczenia (tab. 23).

Takie reakcje owsa i łubinu na sąsiedztwo ścieżek sprawiły, że łączna biomasa nadziemna obu tych gatunków w mieszance na pierwszym, jak też na drugim rzędzie od ścieżki, okazała się istotnie większa niż na rzędach 3 i 4 od ścieżki. Analogiczna prawidłowość wystąpiła także w przypadku masy łącznej ziarna owsa i nasion łubinu. Z kolei udział łubinu w masie mieszanki nie zmieniał się znacząco na kolejnych rzędach od ścieżki (tab. 22). To wskazuje,

że konkurencja międzygatunkowa ma podobne nasilenie niezależnie od odległości roślin od ścieżek.

Tabela 23. Reakcje roślin owsa i łubinu uprawianych w mieszance na oddziaływania brzegowe przy różnych szerokościach ścieżki rozdzielającej poletka doświadczalne (średnie z lat 2004 i 2005)

Cecha	Szerokość ścieżki (cm)			$NIR_{0,05}$
	48	36	24	
Owies				
Biomasa roślin ($g \cdot mb^{-1}$)*	98,2	97,2	82,8	11,8
Liczba wiech na 1 mb	24,1	25,1	21,6	2,7
Masa wiech ($g \cdot mb^{-1}$)	45,9	45,8	37,9	6,2
Masa ziarna ($g \cdot mb^{-1}$)	38,6	38,5	31,5	5,0
Łubin				
Biomasa roślin ($g \cdot mb^{-1}$)	53,0	48,4	51,4	n.i.
Liczba strąków na 1 mb	19,2	18,0	17,6	n.i.
Masa strąków ($g \cdot mb^{-1}$)	13,7	12,7	12,8	n.i.
Masa nasion ($g \cdot mb^{-1}$)	15,8	15,4	13,1	n.i.
Mieszanka				
Biomasa łubinu i owsa ($g \cdot mb^{-1}$)	151,2	145,6	134,2	13,6
Udział łubinu w biomasie mieszanki (%)	32,5	31,3	34,5	n.i.
Masa ziarna owsa i nasion łubinu ($g \cdot mb^{-1}$)	54,4	53,9	44,5	8,4
Udział nasion łubinu w masie mieszanki (%)	28,3	28,3	28,0	n.i.

* mb – metr bieżący rzędu roślin

Porównując reakcje owsa oraz łubinu żółtego, uprawianych w mieszance (tab. 22) i uprawianych w siewach czystych (tab. 21 i rys. 3), na oddziaływania brzegowe można dostrzec wyraźne różnice. Otóż w siewie czystym owsa efekty oddziaływań brzegowych ujawniały się tylko na jednym rzędzie bezpośrednio przylegającym do ścieżki, natomiast w mieszance w dwóch kolejnych rzędach od ścieżki. Z kolei w przypadku łubinu w siewie czystym oddziaływania ścieżki ujawniały się w trzech rzędach, a w mieszance tylko w pierwszym rzędzie od ścieżki.

4.3. Reakcje łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek na wilgotność gleby

Do realizacji tego zadania badawczego wykonano w latach 2004 i 2005 dwa doświadczenia wazonowe różniące się zakresem badanych czynników (patrz 3.3.). Wyniki pochodzące z pierwszego doświadczenia zamieszczono w podrozdziałach 4.3.1. – 4.3.4., a z drugiego w podrozdziałach 4.3.5. i 4.3.6.

4.3.1. Reakcje łubinu żółtego na wilgotność gleby, uprawę w mieszankach i termin zbioru

Potrzeby wodne łubinu żółtego są duże skoro, we wszystkich terminach zbioru, świeża biomasa jego części nadziemnych zwiększała się zdecydowanie wraz ze wzrastającą wilgotnością podłoża do 80% polowej pojemności wodnej (tab. 24).

Tabela 24. Plon świeżej masy (g · wazon^{-1}) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w czterech terminach zbioru

Termin zbioru [T]	Łubin w siewie czystym i mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	267	449	445	387
	Łubin (5) + owies (10)	57	199	308	188
	Łubin (5) + owies (20)	78	195	264	179
	Łubin (5) + owies (30)	54	161	246	154
	Średnia	114	251	316	227
II	Łubin (5)	387	721	847	652
	Łubin (5) + owies (10)	199	448	521	389
	Łubin (5) + owies (20)	74	366	538	326
	Łubin (5) + owies (30)	111	260	512	294
	Średnia	193	449	604	415
III	Łubin (5)	364	737	896	666
	Łubin (5) + owies (10)	140	416	738	431
	Łubin (5) + owies (20)	101	494	488	361
	Łubin (5) + owies (30)	117	329	539	328
	Średnia	181	494	665	447
IV	Łubin (5)	138	227	251	205
	Łubin (5) + owies (10)	43	106	200	116
	Łubin (5) + owies (20)	42	108	186	112
	Łubin (5) + owies (30)	20	99	158	92
	Średnia	61	135	199	131
Średnia	Łubin (5)	289	534	610	477
	Łubin (5) + owies (10)	110	292	442	281
	Łubin (5) + owies (20)	74	291	369	244
	Łubin (5) + owies (30)	75	212	364	217
	Średnia	137	332	446	305

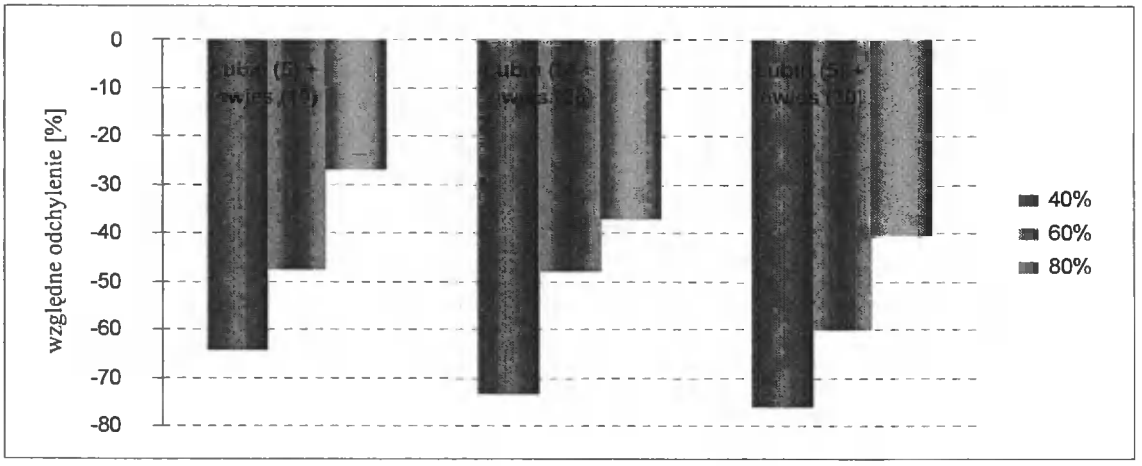
$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T) – 37,4; wilgotności gleby (W) – 29,5; mieszanek (M) – 37,4; T/W - 64,7; W/T - 58,9; M/T - 74,7; T/M - 74,7; M/W - 64,7; W/M - 58,9

Zwiększenie wilgotności podłoża z 40 do 60% ppw spowodowało zwiększenie plonu biomasy nadziemnej łubinu w zasiewie jednogatunkowym średnio, dla wszystkich terminów zbioru, aż o 142%, i o dalsze 34% między wilgotnością 80% a 60% ppw. Ta reakcja łubinu

na warunki wodne była względnie mała we wczesnych fazach rozwojowych i nasilała się wraz z upływem czasu do III terminu zbioru, tj do początku wykształcania nasion w strąkach. Jeśli w I terminie zbioru różnica plonów biomasy nadziemnej, między obiektami o wilgotności podłoża 80% i 40%, wyniosła 67%, to w III terminie zbioru aż 146%. Na duże potrzeby wodne łubinu wskazuje Rojek [1989], zwłaszcza w okresie od kwitnienia do końca zawiązywania strąków. Nawadnianie łubinu w tym czasie wyraźnie zwiększa plony nasion [Dudek 1996, Szukała i in. 1995], natomiast deficyt wody zmniejsza zawiązywanie strąków lub zwiększa ich opadanie [Rojek 1989]. Z kolei Januszkiewicz [1997] różny stopień reakcji łubinu na czynnik wodny w okresie wegetacji wiąże się z dynamiką wzrostu tej rośliny; początkowo jest on powolny, zahamowany w 4. i 5. tygodniu, a następnie gwałtowny od 7. tygodnia wegetacji. Jego zdaniem we wczesnym okresie wzrostu (około 3 tygodni) rośliny łubinu mogą przeciwstawić się krótko działającemu stresowi wodnemu podwyższając zdolność utrzymywania wody w liściach drogą syntezy proliny.

W mieszankach konkurencja łubinu z owsem o wodę ujawniła się jeszcze silniejszą reakcją łubinu na warunki wodne niż w siewie czystym. Każde obniżenie wilgotności podłoża poniżej 80% ppw powodowało dużą redukcję biomasy nadziemnej łubinu i nasilała się ona wraz z gęstością siewu owsa w mieszance (tab. 24). Zmniejszenie plonu świeżej masy łubinu między obiektami z 80% i 40% wilgotnością gleby było 4.krotne, gdy w wazonie z 5 roślinami łubinu występowało 10 roślin owsa oraz 4,8.krotne, gdy obsada owsa na wazon wynosiła 30 roślin.

Konkurencja roślin owsa względem łubinu ujawniła się wyraźnie przy porównaniu plonu świeżej masy łubinu rosnącego w mieszankach z jego plonem w siewie czystym, przy takiej samej liczbie roślin łubinu w obu przypadkach. Otóż przy wilgotności podłoża odpowiadającej 80% ppw plon łubinu w mieszankach okazał się mniejszy niż w siewie czystym o 26,8 – 40,3%, przy wilgotności 60% ppw o 47,7 – 60,0%, a przy wilgotności 40% ppw aż o 64,3 – 76,2% (rys. 4).



Rysunek 4. Odchylenia (w %) biomasy łubinu w mieszankach z owsem od biomasy łubinu w siewie czystym przy różnej wilgotności gleby

Skutki różnej wilgotności gleby i obecności owsa w mieszankach dla łubinu są jeszcze bardziej widoczne przy porównaniu jego plonów w siewie czystym, i w warunkach dużej wilgotności gleby, z pozostałymi obiektami doświadczalnymi (tab. 25). Okazuje się, że w skrajnym przypadku, tj. przy niedoborach wody (40% ppw) i w mieszankach z dużą obsadą owsa (20 – 30 roślin w wazonie), łubin wytworzył zaledwie około 12% biomasy nadziemnej w stosunku do warunków dla niego korzystnych (siew czysty i wilgotność podłoża 80% ppw).

Fakt tak dużej redukcji biomasy łubinu rosnącego w mieszankach, przy utrzymującej się przez cały okres wegetacji niskiej wilgotności podłoża (40% ppw), ewidentnie dowodzi, iż w takich warunkach rośliny łubinu przegrywają konkurencję z owsem o wodę i bardzo silnie ograniczają swój wzrost (rys. 4). Wraz z większą zawartością wody w glebie konkurencja międzygatunkowa o ten składnik środowiskowy słabnie i łubin wytwarza względnie dużą biomasę nadziemną, ale nawet przy dostatku wody (80% ppw) jego plon w mieszankach jest mniejszy niż w siewie czystym. Przypuszczalnie wynika to z konkurencji łubinu z owsem w mieszankach o inne zasoby środowiskowe, najprawdopodobniej o składniki pokarmowe przy ograniczonej masie ziemi w wazonach. Z wynikami tymi korespondują wyniki doświadczeń polowych, w których stwierdzano tym większą redukcję plonu i innych cech łubinu uprawianego współrzędnie ze zbożami, im bardziej posuszny był okres wegetacji takich mieszanek [Kotwica 1994; Paprocki 1961a, 1961b; Blok i Paprocki 1956; Burczyk 1958; Rudnicki i Kotwica 1999].

Tabela 25. Świeża masa roślin łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem przy różnej wilgotności gleby (w % plonu największego)

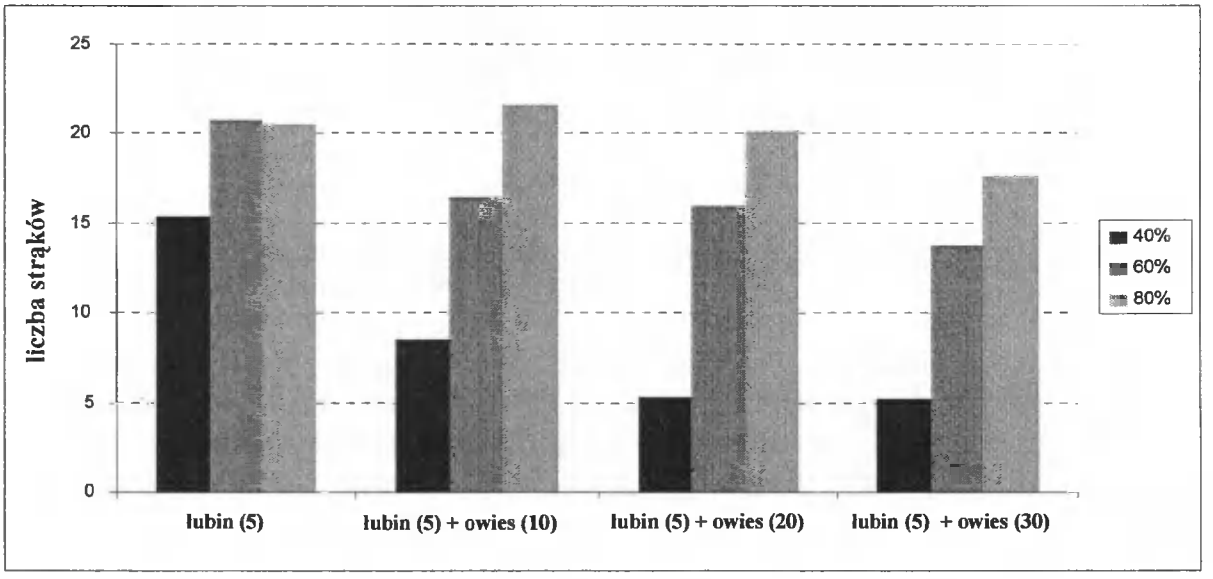
Łubin i mieszanki (roślin·wazon^{-1})	Wilgotność gleby (% ppw)		
	40	60	80
Łubin (5)	47,4	87,5	100
Łubin (5) + owies (10)	18,0	47,9	72,4
Łubin (5) + owies (20)	12,1	47,7	60,5
Łubin (5) + owies (30)	12,3	34,8	59,7

Tabela 26. Wpływ wilgotności i składu mieszanki na plony suchej masy łubinu żółtego w czterech terminach zbioru (g · wazon^{-1})

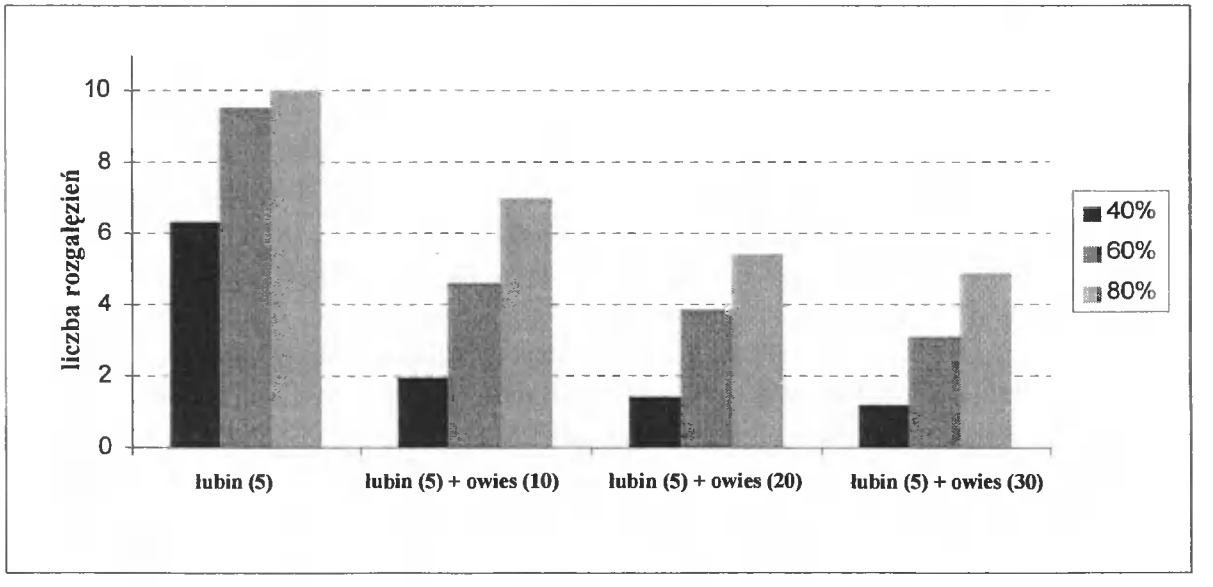
Czynniki i ich poziomy	Termin zbioru				Średnia
	I	II	III	IV	
Wilgotność gleby (% ppw)					
40	14,1	27,5	44,0	48,3	33,5
60	27,2	61,1	96,2	101,4	71,5
80	33,5	78,6	110,4	132,9	88,9
$NIR_{0,05}$	4,1	10,4	12,1	23,5	6,8
Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1})					
Łubin (5)	40,7	84,2	115,1	147,8	96,9
Łubin (5) + owies (10)	21,5	52,6	84,9	84,2	60,8
Łubin (5) + owies (20)	20,2	45,6	68,0	82,3	54,0
Łubin (5) + owies (30)	17,4	40,6	66,2	62,5	46,7
$NIR_{0,05}$	5,3	13,2	15,4	30,0	8,6

Omówione powyżej reakcje łubinu na warunki wodne i sposób siewu (czysty lub mieszanki) ujawniły się także w plonach suchej biomasy nadziemnej z tym, że oddziaływanie czynników okazało się niezależne (tab. 26). Zwiększenie wilgotności gleby z 40% ppw do 60% ppw i dalej do 80% ppw powodowało, we wszystkich terminach zbioru, istotne przyrosty plonu suchej masy łubinu. Różnice plonów między skrajnymi wilgotnościami gleby były bardzo duże i wzrastały wraz z upływem okresu wegetacji roślin. W pierwszym terminie zbioru różnica

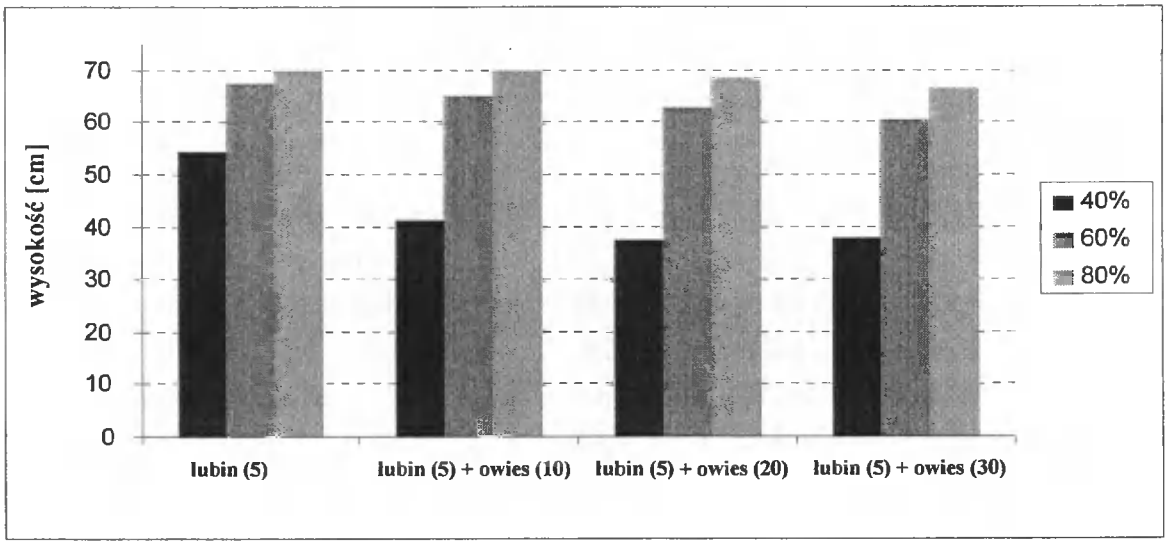
ta wyniosła 138%, a w terminie ostatnim aż 175%. Uprawa łubinu w mieszankach z owsem nie sprzyja gromadzeniu plonu suchej masy przez łubin. Toteż w obecności owsa łubin wytwarzał istotnie mniejszy plon suchej masy niż wówczas, gdy rósł bez konkurenta (tab. 26). Już dodatek 10 roślin owsa do 5 roślin łubinu na wazon powodował zmniejszenie plonu suchej masy łubinu o 26 – 47% zależnie od terminu zbioru. Reakcja ta nasilała się wraz ze zwiększaniem obsady roślin owsa w mieszance do 20 i 30 sztuk na wazon, choć należy to traktować jako tendencję ponieważ nie udowodniono różnic między ilościami biomasy łubinu w porównywanych mieszankach.



Rysunek 5. Liczba strąków na roślinie łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem przy różnej wilgotności gleby



Rysunek 6. Liczba rozgałęzień pierwszego rzędu na roślinie łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem przy różnej wilgotności gleby



Rysunek 7. Wysokość pędu głównego roślin łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem przy różnej wilgotności gleby

Kształtowanie się niektórych cech łubinu podlegało współdziałającemu wpływowi czynników doświadczalnych, a w przypadku kilku innych cech czynniki działały niezależnie. Interakcyjnemu oddziaływaniu wilgotności gleby i sposobu siewu (siew czysty, mieszanki) podlegały takie cechy jak: wysokość i liczba rozgałęzień pędu głównego, liczba strąków na roślinie (rys. 5, 6, 7). W przypadku wszystkich tych cech stwierdzono zdecydowanie słabszą reakcję na warunki wodne łubinu rosnącego w siewie czystym niż w mieszankach z owsem. Ukazuje to porównanie wartości tych cech na obiektach doświadczalnych ze skrajnymi wilgotnościami gleby, tj. 40% i 80% ppw. Otóż w uprawie jednogatunkowej różnica wysokości roślin łubinu na tych obiektach wyniosła 15,5 cm (28,5%) podczas gdy w mieszankach z owsem wyniosła 28,4 – 31,1 cm (75 – 83%) zależnie od gęstości siewu owsa w mieszance. W przypadku rozgałęziania się roślin oraz liczby strąków na roślinie analogiczne różnice były jeszcze większe. Rośliny łubinu w siewie czystym wykształcały o 57% więcej rozgałęzień przy wilgotności gleby wynoszącej 80% ppw niż przy 40% ppw, natomiast w mieszankach z owsem różnice te były 3,6 – 4,2.krotne. Dostatek wody w glebie sprzyjał wykształcaniu większej liczby strąków na roślinach. O ile jednak w siewie czystym liczba strąków przy dużej wilgotności gleby (80% ppw) była większa tylko o 26% niż w warunkach posusznych (40% ppw), w mieszankach z owsem była większa aż 2,6 – 5,0.krotnie. Jednocześnie ta reakcja łubinu w mieszankach na warunki wodne była tym silniejsza, im większa była gęstość siewu owsa w mieszance. Z kolei zwiększenie wilgotności podłoża powoduje złagodzenie omówionych powyżej negatywnych reakcji łubinu na współwystępowanie z owsem (rys. 5, 6, 7).

Niektóre cechy łubinu podlegały niezależnemu wpływowi wilgotność gleby oraz sposobu siewu (siew czysty, mieszanki) albo stwierdzono brak istotnej reakcji na te czynniki, co obrazują wyniki zamieszczone w tabelach 27 i 28. Wraz ze zwiększaniem wilgotności gleby z 40% do 60% i do 80% ppw rośliny łubinu wykształcały coraz większą masę korzeni. Przy wilgotności odpowiadającej 60% ppw świeża masa korzeni okazała się 3,2.krotnie większa niż przy 40% ppw, a przy wilgotności 80% ppw zwiększyła się o dalsze 44%. Podobna reakcja, jak masy korzeni, na wilgotność gleby wystąpiła w przypadku świeżej masy liści wykształconych przez roślinę łubinu, a różnice między obiektami doświadczalnymi wyniosły odpowiednio 2,6 krotność i 44,3% (tab. 27).

Tabela 27. Wpływ wilgotności gleby na niektóre cechy łubinu żółtego

Cecha	Wilgotność gleby (% ppw)			$NIR_{0,05}$
	40	60	80	
Masa korzeni z wazonu (g)	11,3	36,2	52,3	4,5
Masa liści na roślinie (g) – II t. zbioru	13,4	35,2	50,8	6,8
Udział masy liści w masie rośliny (%)	17,8	16,5	18,4	n.i.
Udział masy strąków w masie rośliny (%)	48,6	47,3	39,8	7,9
Masa strąków z 1 rośliny (g)	6,2	12,4	15,2	3,1
Masa pojedynczego strąka (g)	0,64	0,71	0,77	n.i.
Liczba nasion w strąku	2,43	2,32	2,36	n.i.
Masa 1000 nasion (g)	98	110	107	11
Plon nasion z wazonu (g)	12,1	23,7	27,8	10,7

Dostatek wody sprzyjał wykształcaniu większej masy strąków na roślinach, a różnica tej cechy między skrajnymi wilgotnościami gleby była 2,5.krotna. Zarysowała się także tendencja tym lepszej dorodności strąków, im korzystniejsze były warunki wodne w glebie. Okazało się natomiast, że udział masy strąków w całej masie nadziemnej roślin łubinu zmniejszał się wraz z uwilgotnieniem gleby, zwłaszcza między 60% a 80% ppw. Wynik taki świadczy, że reakcje roślin łubinu na warunki wodne zdecydowanie silniej ujawniają się w masie organów wegetatywnych niż generatywnych. Na tle silnego przyrostu biomasy wegetatywnej wraz z poprawą warunków wodnych, masa strąków zwiększa się w wyraźnie mniejszym stopniu, a przez to ich udział w masie roślin maleje. Stwierdzenie takie znajduje potwierdzenie w plonach nasion łubinu. Otóż plon nasion zwiększył się istotnie (o 96%) między obiektami o wilgotności gleby wynoszącej 40% i 60% ppw, a także (o 17,3%) między 60% i 80% ppw (tab. 27). Jednak ta reakcja łubinu ujawniająca się w plonach nasion jest zdecydowanie słabsza niż w przypadku świeżej lub suchej biomasy nadziemnej roślin, a także masy korzeni (tab. 24, 26, 27). Podobne relacje masy organów wegetatywnych do generatywnych obserwował Paprocki [1961a] w latach o obfitych opadach w drugiej połowie okresu wegetacji. W takich warunkach łubin rozwinął silnie masę wegetatywną, kosztem rozwoju generatywnego. Należy zaznaczyć, że reakcja ta dotyczyła starej odmiany łubinu żółtego 'Poznański'.

Wszystkie wyniki zawarte w tabelach 24 –26 oraz na rysunkach 5 - 7 świadczą o silnej konkurencji owsa względem łubinu i o słabym tolerowaniu obecności roślin owsa przez rośliny łubinu w mieszankach. Porównanie wartości poszczególnych cech łubinu w zasiewie czystym i w mieszankach z owsem ukazuje, że w mieszankach niemal wszystkie cechy łubinu ulegają istotnej i na ogół silnej redukcji. Jest ona zwykle tym większa, im więcej roślin owsa konkuruje z łubinem o tę samą ilość zasobów środowiskowych. Na przykład plon nasion łubinu w mieszance z 10 roślinami owsa w wazonie okazał się mniejszy niż łubinu w siewie czystym o 45%, a w mieszance z 30 roślinami owsa – mniejszy aż o 65% (tab. 28).

Reakcje roślin łubinu na czynniki doświadczalne ujawniły się także w zmienności osobniczej roślin tego gatunku, co obrazują dane zawarte w tabeli 29. Otóż wraz z pogarszaniem się warunków wodnych gleby średnie wartości poszczególnych cech łubinu ulegały redukcji, a jednocześnie wyraźnie zwiększała się ich zmienność osobnicza. W warunkach posusznych (40% ppw) zmienność liczby strąków na roślinie wyniosła 77,3%, a w przypadku biomasy nadziemnej i masy strąków na roślinie przekraczała 94%. Konkurencja o wodę między roślinami sprawiła, że niektóre rośliny zyskiwały przewagę i osiągały względnie duże rozmiary, a inne przegrywając rywalizację były słabo wyrośnięte lub rozwinięte. Ta konkurencja, i przez to zmienność osobnicza, nasilała się wraz z ograniczonymi zasobami wody w glebie.

W mieszankach konkurencja łubinu z owsem o wodę i inne zasoby ujawniła się zdecydowanie większą zmiennością osobniczą roślin łubinu niż w zasiewie czystym łubinu. Toteż rośliny łubinu w mieszankach z owsem są nie tylko średnio mniej dorodne niż w siewie czystym, ale też zdecydowanie silniej zróżnicowane między sobą. O dużej zmienności osobniczej łubinu żółtego, szczególnie w pierwszych tygodniach działania suszy glebowej donosi Januszkiewicz [1997].

Tabela 28. Wpływ uprawy łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem na niektóre jego cechy

Cecha	Sposób siewu				NIR 0,05
	Łubin (5)	Łubin (5) + owies (10)	Łubin (5) + owies (20)	Łubin (5) + owies (30)	
Masa korzeni z wazonu (g)	49,2	33,0	26,6	24,3	5,7
Masa liści na roślinie (g) – II t. zbioru	52,7	30,8	24,5	24,6	8,7
Udział masy liści w masie rośliny (%)	22,3	14,9	17,2	15,8	5,6
Udział masy strąków w masie rośliny (%)	49,0	46,0	44,7	41,1	n.i.
Masa strąków z 1 rośliny (g)	17,9	10,1	9,4	7,8	4,0
Masa pojedynczego strąka (g)	0,90	0,64	0,64	0,64	0,20
Liczba nasion w strąku	2,96	2,18	2,45	1,88	1,02
Masa 1000 nasion (g)	107	104	103	105	n.i.
Plon nasion z wazonu (g)	34,8	19,2	18,5	12,2	13,7

Tabela 29. Wartości średnie niektórych cech łubinu żółtego i współczynniki zmienności osobniczej (CV%) tych cech w warunkach różnej wilgotności gleby i sposobu siewu

Czynniki i ich poziomy	Cecha					
	Biomasa nadziemna		Liczba strąków na roślinie		Masa strąków na roślinie	
	g	CV%	sztuk	CV%	g	CV%
Wilgotność gleby (% ppw)						
40	12,3	98,8	8,9	77,3	6,1	94,6
60	27,3	62,2	16,7	30,0	12,4	51,6
80	39,7	39,2	19,6	26,9	15,2	44,6
Skład mieszanki (szt.·wazon^{-1})						
Łubin (5)	41,1	49,0	19,8	26,9	17,9	34,5
Łubin (5) + owies (10)	23,7	80,5	14,6	49,4	10,1	72,3
Łubin (5) + owies (20)	22,8	60,0	14,7	44,4	9,6	59,1
Łubin (5) + owies (30)	18,4	74,6	11,3	66,6	7,4	78,5

4.3.2. Reakcje owsa na wilgotność gleby, uprawę w mieszankach i termin zbioru

Wiele cech owsa, takich jak plon świeżej masy, masa pojedynczej rośliny czy jej wysokość podlegały niezależnemu wpływowi terminów zbioru, wilgotności podłoża i gęstości siewu (tab. 30). Plon świeżej masy owsa oraz wysokość jego roślin zmieniały się w sposób naturalny wraz postępującym wzrostem i rozwojem. Do drugiego terminu zbioru (faza pełni

wiechowania) owies zwiększał swoją wysokość jak i biomasę części nadziemnych, po czym następowała stopniowa redukcja świeżej masy roślin wskutek spadku zawartości wody w tkankach, aż do pełnej dojrzałości.

Owies jest zaliczany do roślin o stosunkowo dużych potrzebach wodnych, a wzrastające uwilgotnienie gleby sprzyja plonom ziarna i słomy owsa [Janowiak 1989, Karczmarczyk i in. 1996; Krężel i Śniady 1990; Sniady 1996a]. Toteż w badaniach własnych wraz z rosnącą wilgotnością podłoża w wazonach z 40% do 60% ppw rośliny owsa wytwarzały coraz większą biomasę. Przy wilgotności 60% ppw plon świeżej masy zwiększył się o 39,2% w stosunku do masy jaką wytworzyły rośliny owsa przy 40% ppw. Wzrost wilgotności do 80% ppw nie sprzyjał już dalszemu zwiększaniu plonu biomasy nadziemnej, choć Śniady [1996b] największy plon owsa uzyskał przy wilgotności 80% mkpw. Masa pojedynczej rośliny owsa wykazała analogiczną, jak plon z wazonu, reakcję na zmiany wilgotności gleby, osiągając największą wartość przy 60% ppw. Zwiększanie wilgotności gleby do 80% ppw sprzyjało natomiast wykształcaniu przez owies coraz wyższych źdźbeł. Dostatek wody sprzyjał również krzewieniu produkcyjnemu, a różnica tej cechy między skrajnymi wilgotnościami gleby wyniosła 33,8% (tab. 30).

Wraz ze wzrostem liczby roślin owsa w wazonie zwiększał się plon jego biomasy, lecz jednocześnie malała masa pojedynczej rośliny i jej wysokość. Dlatego plon świeżej masy był dalece nieproporcjonalny do liczby roślin. I tak, gdy liczba roślin owsa w wazonie została zwiększona 3. krotnie (z 10 do 30 roślin) jego plon wzrósł zaledwie o 35%, ale jednocześnie masa pojedynczej rośliny zmniejszyła się 2.krotnie (tab. 30). Zagęszczanie roślin owsa w mieszankach z łubinem powodowało istotne zmniejszanie wysokości jego roślin oraz tendencję silniejszego krzewienia produkcyjnego, co zgodnie stwierdzali także Śniady [1996b] oraz Wolska i Wojcieszka [1985].

Tabela 30. Wpływ czynników doświadczalnych na niektóre cechy owsa w mieszankach z łubinem żółtym

Czynniki i ich poziomy	Cecha			
	Plon świeżej masy ($g \cdot wazon^{-1}$)	Masa pojedynczej rośliny (g)	Wysokość roślin (cm)	Krzewienie produkcyjne IV t. zbioru
Termin zbioru				
I	258	14,6	47,2	-
II	327	18,4	52,8	-
III	259	15,9	52,1	-
IV	237	13,0	51,7	-
$NIR_{0,05}$	52	3,2	3,7	-
Wilgotność gleby (% ppw)				
40	194	11,6	42,2	1,30
60	319	18,2	53,2	1,55
80	297	16,7	57,4	1,74
$NIR_{0,05}$	41	2,5	2,9	0,38
Skład mieszanki ($szt. \cdot wazon^{-1}$)				
Łubin + owies (5+10)	214	22,1	57,2	1,41
Łubin + owies (5+20)	266	13,4	49,6	1,47
Łubin + owies (5+30)	330	11,0	45,9	1,71
$NIR_{0,05}$	41	2,5	2,9	n.i.

4.3.3. Reakcje mieszanek łubinu żółtego z owsem na wilgotność gleby, udział owsa w mieszance i termin zbioru

Plony mieszanek są wypadkową omówionych powyżej reakcji łubinu żółtego i owsa na uprawę współrzędną w różnych warunkach wodnych oraz wzajemnych oddziaływań konkurencyjnych lub synergistycznych między roślinami tych gatunków w mieszankach. Wszystkie trzy czynniki doświadczalne w stopniu istotnym wpływały na plon świeżej oraz suchej masy mieszanek owsa z łubinem, ale był to wpływ współzależny (tab. 31).

Tabela 31. Plon suchej masy łubinu w siewie czystym i jego mieszanek z owsem ($g \cdot wazon^{-1}$)

Termin zbioru (T)	Łubin w siewie czystym i mieszanki (M)	Wilgotność gleby (% ppw) (W)			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	31	46	45	41
	Łubin (5) + owies (10)	44	94	84	74
	Łubin (5) + owies (20)	69	100	88	86
	Łubin (5) + owies (30)	66	126	98	97
	Średnia	53	92	79	74
II	Łubin (5)	53	93	106	84
	Łubin (5) + owies (10)	89	158	149	132
	Łubin (5) + owies (20)	102	160	166	143
	Łubin (5) + owies (30)	80	177	175	144
	Średnia	81	147	149	126
III	Łubin (5)	85	132	129	115
	Łubin (5) + owies (10)	120	180	221	174
	Łubin (5) + owies (20)	75	159	175	137
	Łubin (5) + owies (30)	101	200	208	169
	Średnia	95	168	183	149
IV	Łubin (5)	102	160	181	148
	Łubin (5) + owies (10)	126	201	206	178
	Łubin (5) + owies (20)	93	157	212	154
	Łubin (5) + owies (30)	97	163	205	155
	Średnia	104	170	201	159
Średnia	Łubin (5)	68	108	115	97
	Łubin (5) + owies (10)	95	158	165	139
	Łubin (5) + owies (20)	85	144	160	130
	Łubin (5) + owies (30)	86	167	172	141
	Średnia	83	144	153	127

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T) – 11; wilgotności gleby (W) – 8; mieszanek (M) – 11; T/W - 18; W/T - 17; M/T - 21; T/M - 21; M/W - 18; W/M – 17

Wzrostowi wilgotności podłoża towarzyszył przyrost plonu suchej masy roślin, ale ta reakcja nie była jednakowa w okresie wegetacji. We wczesnych fazach rozwojowych roślin (I termin zbioru) była względnie słaba. Wówczas największy plon stwierdzono przy umiarkowanej wilgotności gleby (60% ppw), a zarówno przy małej (40% ppw) jak i dużej (80% ppw) wilgotności gleby plony te były istotnie mniejsze. Jednocześnie w tym terminie zbioru reakcja mieszanek na warunki wodne była tym silniejsza, im większa gęstość siewu owsa w mieszance. W I terminie zbioru ujawnił się także wyraźnie wpływ warunków wodnych na rozwój roślin. Łubin był w fazie kwitnienia, jednak w warunkach niedoboru wody (40% ppw) rośliny łubinu osiągnęły fazę kwitnienia, a pojedyncze osobniki zawiązywały strąki w dolnych

partiach kwiatostanu (zwłaszcza w mieszankach z owsem), natomiast przy większej wilgotności gleby łubin nie wytworzył jeszcze w pełni rozwiniętego kwiatostanu. Z kolei rośliny owsa w warunkach posusznych były w fazie końca wiechowania (59 w skali Zadoksa), podczas gdy przy dużej wilgotności gleby osiągnęły dopiero fazę otwierania się pochwy liściowej lub początku wiechowania (Zadoks 49 - 51).

Te różnice we wcześniejszym rozwoju roślin przypuszczalnie rzutowały na reakcje mieszanek na warunki wodne w późniejszych terminach zbioru. Maksymalne zapotrzebowanie łubinu jak i owsa na wodę przypada na fazę ich kwitnienia [Bac 1977; Rojek 1968] z tym, że duże potrzeby wodne owsa trwają do końca lipca, to jest do fazy wypełniania ziarna [Rudnicki 1995]. Wynika stąd, że duże zapotrzebowanie roślin obu gatunków pokrywa się w czasie. Potwierdzenie nakładania się okresów krytycznych obu gatunków w mieszankach potwierdzają badania Paprockiego [1961a].

Duże potrzeby wodne łubinu, a zwłaszcza owsa, w drugiej połowie okresu wegetacji sprawiły, że wraz z opóźnianiem zbioru i zaawansowanym rozwojem roślin plon suchej masy mieszanek coraz silniej zależał od wilgotności gleby. Stąd zwiększana wilgotność gleby w przedziałach 40 – 60 i 60 – 80% ppw powodowała istotne zwiększenie plonu suchej masy. W ostatnim terminie zbioru wystąpiła też wyraźna interakcja warunków wodnych i składu mieszanek. W warunkach posusznych (40% ppw) i umiarkowanie wilgotnych (60% ppw) stwierdzono większy plon suchej masy mieszanki składającej się z 5 roślin łubinu i 10 roślin owsa w wazonie niż mieszanek z większą obsadą roślin owsa. Z kolei w warunkach dużego uwilgotnienia gleby obsada roślin owsa w mieszankach nie miała znaczenia dla wielkości plonu suchej masy mieszanek (tab. 31).

Tabela 32. Wpływ czynników doświadczalnych na udział łubinu (%) w mieszankach z owsem

Czynniki i ich poziomy	Udział (%) masy łubinu w biomasie mieszanek	
	świeża masa	sucha masa
Termin zbioru		
I	38,3	23,1
II	47,8	32,0
III	53,7	43,8
IV	30,3	44,0
$NIR_{0.05}$	6,8	6,1
Wilgotność gleby (% ppw)		
40	29,5	24,2
60	43,3	36,9
80	54,7	46,1
$NIR_{0.05}$	5,4	4,8
Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1})		
Łubin (5) + owies (10)	49,7	39,3
Łubin (5) + owies (20)	42,5	37,9
Łubin (5) + owies (30)	35,3	30,0
$NIR_{0.05}$	5,4	4,8

Wszystkie czynniki doświadczalne wpływały na strukturę gatunkową plonu mieszanek, ale w sposób niezależny. Wraz z upływem wegetacji aż do trzeciego terminu zbioru wzrastał udział łubinu w biomasie mieszanek (tab. 32). Wskazuje to na różną dynamikę gromadzenia biomasy przez łubin i owies w okresie wegetacji. We wcześniejszych fazach rozwojowych szybsze gromadzenie biomasy wykazał owies i w I terminie zbioru stanowił on 61,7% świeżej

oraz 76,9% suchej masy mieszanek. W drugiej połowie okresu wegetacji relatywnie szybsze było gromadzenie biomasy łubinu, a jego udział w suchej masie mieszanek zwiększył się 23,1% w I terminie do poziomu około 44% w dwóch ostatnich terminach zbioru.

Udziałowi łubinu w plonie mieszanek sprzyja dostatek wody w glebie. Im większa była wilgotność gleby, tym większy też udział masy łubinu w masie plonu mieszanek. Zwiększeniu wilgotności z 40% ppw do 60% towarzyszył wzrost udziału łubinu w mieszance o 12,7 pkt.% suchej masy, a w przedziale wilgotności 60 - 80% ppw o 9,2 pkt.%. Wynik taki wskazuje na silniejszą reakcję łubinu, niż owsa, na warunki wilgotnościowe w glebie.

Powyższe kształtowanie się struktury gatunkowej plonu mieszanek znajduje wyjaśnienie w wynikach uzyskanych przez Paprockiego [1961b]. Badając gospodarkę wodną mieszanek owsa z łubinem i żyta jarego z łubinem na tle siewów czystych tych roślin twierdzi on, że w początkowej części okresu wegetacji zboża w siewie czystym zużywają więcej wody niż mieszanka tych zbóż z łubinem i wyraźnie więcej niż łubin w siewie czystym. W okresie natomiast wykształcania nasion prawidłowość ta ulega zmianie i zboża zużywają mniej wody niż mieszanka, a najsilniej wysusza glebę łubin w siewie czystym.

Zwiększanie obsady owsa w mieszance z 10 do 20 i 30 roślin na wazon skutkowało naturalnym zwiększeniem jego udziału w masie łącznej mieszanek i zmniejszaniem udziału łubinu (tab. 32). Jednak proporcje udziału obu gatunków w plonie mieszanek znacznie odbiegają od obsady roślin w mieszankach. Zwiększeniu 3.krotnemu obsady roślin owsa z 10 do 30 w wazonie odpowiada tylko 1,15.krotne (o 9,3 pkt.%) zwiększenie udziału tego gatunku w plonie mieszanki.

4.3.4. Wpływ wilgotności gleby i rodzaju zasiewu na zawartość azotu w glebie w trzech terminach zbioru plonu mieszanek owsa z łubinem

Jednym z czynników będących przedmiotem konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej są składniki pokarmowe. W przypadku mieszanek zbożowo- strączkowych szczególnie interesująca jest konkurencja o azot, ponieważ rośliny te mogą korzystać z różnych jego źródeł, a nie rozstrzygniętą w literaturze jest też kwestia korzystania przez roślinę zbożową z azotu wydzielanego do podłoża przez rośliny z rodziny bobowatych. Podjęto więc próbę oceny wykorzystywania tego składnika przez rośliny owsa i łubinu żółtego w mieszankach poprzez oznaczenie zawartości formy azotanowej i amonowej azotu w glebie po zbiorach roślin. Okazało się, że wraz z upływem okresu wegetacji roślin zasobność gleby w azot azotanowy oraz azot mineralny ogółem zmniejsza się, zwłaszcza w końcowej jego części, natomiast zawartość formy amonowej azotu początkowo utrzymuje się na zbliżonym poziomie i zmniejszyła się nieznacznie dopiero w końcowej części okresu wegetacji (tab. 33 i 34). Wynik taki wskazuje, że rośliny owsa, ale także łubinu, pobierały z gleby azot głównie w formie azotanowej i wyczerpywały jego zasoby z gleby w wazonach. Lityński i Jurkowska [1982] na podstawie przeglądu literatury wskazują na liczne uwarunkowania pobierania obu form azotu przez rośliny nie współżyjące z drobnoustrojami wiążącymi azot elementarny, a wśród nich wilgotność gleby. W niniejszych badaniach zwiększanie wilgotności gleby powodowało znaczne przyrosty biomasy roślin i wraz z tym silniejsze wyczerpywanie azotu azotanowego z gleby, zwłaszcza w dwóch pierwszych terminach wykonywania oznaczeń. Godne zauważenia jest jednak odwrotne kształtowanie się zawartości w glebie azotu azotanowego i amonowego na poziomach wilgotności gleby. Otóż o ile wraz ze wzrostem uwilgotnienia gleby zawartość azotu azotanowego zmniejszała się, to amonowego przeciwnie wzrastała (tab. 33). Być może nie wynika to tylko z wyczerpywania azotu azotanowego przez rośliny lecz także z nasilenia procesu nitryfikacji formy amonowej, ponieważ temu procesowi sprzyja umiarkowana wilgotność gleby i dobre jej natlenienie [Koter

1980]. Takie hipotetyczne wyjaśnienie częściowo uzasadnia przesuwanie się proporcji między zawartością azotu amonowego do azotanowego wraz z większą wilgotnością gleby od 0,82 przy wilgotności odpowiadającej 40% ppw do 1,58 przy 60% ppw i do 4,1 przy 80% ppw (tab. 33).

Zależności zawartości form azotu w glebie od jej wilgotności oraz od obsady roślin w wazonach opisują następujące równania regresji:

$Y_1=37,32-0,358x_1-0,242x_2$ przy R=0,96**

$Y_2=15,91+0,0575x_1-0,156x_2$ przy R=0,81**

$Y_3=53,23-0,301x_1-0,397x_2$ przy R=0,92**

gdzie: Y_1 – zawartość $N\text{-}NO_3$ (mg·kg gleby^{-1}); Y_2 – zawartość $N\text{-}NH_4$ (mg·kg gleby^{-1}); Y_3 – zawartość azotu ogółem (mg·kg gleby^{-1}); x_1 – wilgotność gleby w % ppw.; x_2 – liczba roślin owsa i łubinu w wazonie.

Z równań tych wynika, że zarówno większe uwilgotnienie gleby jak i wzrastająca obsada roślin prowadzą od wyczerpywania zasobów azotu mineralnego ogółem, jak też zwłaszcza azotu azotanowego. Z kolei w przypadku azotu amonowego większe uwilgotnienie gleby sprzyja jego zawartości w glebie, a duża obsada roślin przeciwnie.

Tabela 33. Wpływ wilgotności gleby na zawartość form azotu w glebie po zbiorze łubinu żółtego i jego mieszanek z owsem w trzech terminach (mg·kg gleby^{-1})

Termin zbioru (A)	Wilgotność gleby w % ppw (B)	Forma azotu		Razem
		$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	
II	40	24,9	16,7	41,6
	60	14,9	15,1	30,0
	80	3,0	18,2	21,2
	średnia	14,3	16,7	30,9
III	40	25,9	16,0	41,9
	60	8,2	15,4	23,7
	80	4,8	19,4	24,2
	średnia	13,0	16,9	29,9
IV	40	5,5	14,1	19,6
	60	6,0	15,2	21,2
	80	5,5	16,0	21,6
	średnia	5,7	15,1	20,8
Średnia	40	18,8	15,6	34,4
	60	9,7	15,3	25,0
	80	4,4	17,9	22,3
	średnia	11,0	16,2	27,2

$NIR_{(0,05)}$	A	B	A/B	B/A
$N\text{-}NO_3$	2,9	2,9	5,0	5,0
$N\text{-}NH_4$	n.i.	2,2	n.i.	n.i.
Razem	4,2	4,2	7,4	7,4

Takie wyniki sprawiły, że nie stwierdzono istotnych współzależności między zawartością w glebie azotu azotanowego i amonowego, natomiast zawartości tych form oraz azotu mineralnego ogółem korelowały z ilościami wytworzonej suchej masy roślin (tab. 35-A). Okazało się, że wraz z nagromadzaniem coraz większej ilości suchej biomasy roślin łubinu i owsa, pod wpływem wszystkich trzech czynników doświadczalnych, zmniejszała się zawartość azotu azotanowego w glebie w stopniu istotnym. Zwraca uwagę natomiast fakt ujemnej korelacji

między biomasą łubinu a zawartością azotu azotanowego oraz dodatnia z zawartością azotu amonowego. Wynik taki sugeruje, że rośliny łubinu wraz z nagromadzaniem swojej biomasy pobierały z gleby coraz więcej azotu azotanowego, ale też obficiej wzbogacały ją w azot amonowy. Przeważał jednak ten pierwszy proces skoro bilans tych zjawisk nie prowadził do wzbogacenia gleby w azot mineralny ogółem (tab. 35-A i B).

Tabela 34. Zawartość form azotu w glebie po zbiorach łubinu żółtego i jego mieszanek z owsem w trzech terminach (mg·kg gleby^{-1})

Termin zbioru (A)	Rodzaj zasiewu (C)	Forma azotu		Razem
		$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	
II	Łubin (5)	19,4	21,8	41,1
	Łubin (5) + owies (10)	14,1	16,6	30,6
	Łubin (5) + owies (20)	12,3	16,8	29,1
	Łubin (5) + owies (30)	11,3	11,6	22,9
	średnia	14,3	16,7	30,9
III	Łubin (5)	18,6	20,1	38,7
	Łubin (5) + owies (10)	12,5	17,3	29,8
	Łubin (5) + owies (20)	12,8	14,6	27,4
	Łubin (5) + owies (30)	8,0	15,7	23,8
	średnia	13,0	16,9	29,9
IV	Łubin (5)	8,1	16,4	24,5
	Łubin (5) + owies (10)	6,2	14,1	20,4
	Łubin (5) + owies (20)	4,9	13,5	18,5
	Łubin (5) + owies (30)	3,5	16,4	19,9
	średnia	5,7	15,1	20,8
średnia	Łubin (5)	15,4	19,4	34,8
	Łubin (5) + owies (10)	10,9	16,0	26,9
	Łubin (5) + owies (20)	10,0	15,0	25,0
	Łubin (5) + owies (30)	7,6	14,6	22,2
	średnia	11,0	16,2	27,2

$NIR_{(0,05)}$	A	C	A/C	C/A
NO3	2,9	3,7	n.i.	n.i.
NH4	n.i.	2,8	4,3	4,8
Razem	4,2	5,5	n.i.	n.i.

Gleba spod łubinu w siewie czystym była bardziej zasobna w obie formy azotu niż gleba spod mieszanek owsa z łubinem. Owies silnie wyczerpywał zasoby azotu glebowego, jednak silniej formy azotanowej niż amonowej. Gdy do 5 roślin łubinu dodano 10 roślin owsa w wazonie to zawartość azotu ogółem w glebie zmniejszyła się średnio o 22,7% w porównaniu z siewem czystym łubinu, w tym azotu azotanowego o 29,2% i amonowego o 17,5%. Przy dalszym zagęszczeniu roślin owsa do 30 sztuk na wazon różnice te wyniosły odpowiednio 36,2%, 50,6%, 24,7% (tab. 34). Analiza współzależności między zawartością azotu w glebie a ilością suchej masy wytworzonej przez rośliny łubinu i owsa w mieszankach (bez siewu czystego łubinu) wykazała, że wytworzenie większej biomasy zarówno przez owies jak też przez łubin prowadzi do wyczerpywania azotu mineralnego z gleby (tab. 35-C).

Zależności ilości wytworzonej suchej biomasy roślin od zawartości form azotu w glebie uogólniają następujące równania regresji:

$Y_1 = -69{,}57-1{,}868x_1+9{,}524x_2$ przy R=0,87**

$Y_2 = 181{,}02-4{,}93x_1$ przy r=0,91**

gdzie: Y_1 – sucha biomasa łubinu z wazonu (g); Y_2 – sucha biomasa owsa i łubinu z wazonu (g); x_1 – zawartość $N\text{-}NO_3$ (mg·kg gleby^{-1}); x_2 – zawartość $N\text{-}NH_4$ (mg·kg gleby^{-1}).

Tabela 35. Współczynniki korelacji liniowej (r) pomiędzy suchą biomasą roślin z wazonu a zawartością form azotu w glebie po zbiorach roślin

biomasa	Forma azotu w glebie		
	NO_3	NH_4	Azot ogółem
A. Łącznie dla terminów zbioru, warunków wodnych i rodzaju siewu roślin (n=36)			
Łubin	**-0,37**	**0,39**	-0,21
Owies	**-0,42**	-0,01	**-0,44**
Razem łubin i owies	**-0,71**	-0,12	**-0,67**
B. Łącznie dla warunków wodnych i rodzaju siewu roślin (średnio z terminów) (n=12)			
Łubin	-0,40	**0,77**	-0,12
Owies	**-0,66**	-0,06	**-0,78**
Razem łubin i owies	**-0,91**	-0,11	**-0,89**
C. Łącznie dla warunków wodnych i obsady roślin owsa w mieszankach (średnio z terminów i bez siewu czystego łubinu) (n=9)			
Łubin	**-0,88**	**0,78**	**-0,75**
Owies	-0,66	-0,06	**-0,78**
Razem łubin i owies	**-0,93**	0,59	**-0,87**

Pogrubiona czcionka – korelacje udowodnione

4.3.5. Plonowanie łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek w zróżnicowanych warunkach wilgotności gleby

Prezentowane w tym podrozdziale wyniki dotyczące plonowania łubinu żółtego, owsa oraz ich mieszanek w zróżnicowanych warunkach wilgotności gleby pochodzą z doświadczenia wazonowego wykonanego w 2005 roku (patrz 3.3.3.). Wyniki dotyczące innych cech wykazywały analogiczne kierunkowe prawidłowości jak powyżej (4.2.1. – 4.2.4.) i zamieszczono je w aneksie.

Podobnie jak w poprzednim doświadczeniu (4.2.1.) reakcja łubinu żółtego na warunki wodne i współwystępowanie w mieszankach z owsem była silna, a czynniki te kształtowały jego plon niezależnie (tab. 36).

Plon nasion łubinu żółtego wykazał zdecydowany wzrost wraz z rosnącą wilgotnością podłoża. Pomiędzy obiektami o wilgotności gleby wynoszącej 40% i 60% ppw plon ten zwiększył się ponad 2.krotnie i o dalsze 40,7% między 60% i 80% ppw (tab. 36). Niska tolerancja łubinu na obecność owsa znajduje potwierdzenie w plonie nasion, który w siewie czystym był wyższy niż średnio w mieszankach ponad dwukrotnie. Wraz z rosnącym udziałem owsa z 10 do 30 roślin w mieszance malał plon nasion łubinu, a różnica ta wynosiła 27,2%. W skrajnym przypadku, tj. przy 40% ppw i w mieszankach z dużą obsadą owsa 30 roślin w wazonie, łubin wytworzył zaledwie 8,4% masy nasion w stosunku do warunków dla niego korzystnych (siew czysty i wilgotność 80% ppw). Reakcja taka potwierdza wyniki zawarte w poprzednich częściach pracy, świadcząc o szczególnie małej tolerancji łubinu na obecność owsa w warunkach niedoboru wody w środowisku.

Tabela 36. Plony nasion łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem, w różnych warunkach wilgotności gleby (g·wazon^{-1})

Łubin i jego mieszanki z owsem (roślin·wazon^{-1}) (M)	Wilgotność gleby (% ppw) (W)			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	24,7	42,7	48,7	38,7
Łubin (5) + owies (10)	11,9	20,6	32,0	21,5
Łubin (5) + owies (20)	7,8	21,3	30,9	20,0
Łubin (5) + owies (30)	4,1	14,7	28,1	15,6
średnia	12,1	24,8	34,9	24,0

$NIR_{0,05}$ dla: mieszanek (M)= 5,5; wilgotności gleby (W)= 4,3; W/M= n.i.; M/W= n.i.

Zapotrzebowanie roślin owsa na wodę jest duże, jednak okazało się, że nie tak duże jak roślin łubinu. W wazonach, w których utrzymywano wilgotność na poziomie 60% ppw plon ziarna owsa był największy i ponad 2,2 krotnie większy niż z wazonów, gdzie wilgotność utrzymywana była na poziomie 40% ppw. (tab. 37). Zarysowała się jednak tendencja słabszego plonowania owsa przy wilgotności podłoża 80% ppw niż przy 60% ppw, która okazała się dlań optymalną. Należy zauważyć, że najwyższy plon nasion łubinu stwierdzono przy wilgotności podłoża wynoszącej 80% ppw.

Plon ziarna owsa wzrastał w sposób naturalny wraz ze zwiększaniem obsady jego roślin z 10 do 30 roślin·wazon^{-1}, a różnica między tymi obiektami wyniosła prawie 26%. Reakcja tej rośliny na obsadę była jednak inna w mieszankach z łubinem żółtym niż siewie czystym owsa. Siewy czyste owsa dały wyższe plony wraz z zagęszczeniem obsady, w zasiewach mieszanych natomiast obsada roślin owsa nie różnicowała plonu ziarna. Reakcja taka nie pokrywa się z wynikami uzyskanymi w warunkach polowych (patrz 4.1.2.). Należy jednak zauważyć, że w doświadczeniu wazonowym wilgotność gleby w obiektach była utrzymywana na stałym poziomie przez cały okres wegetacji, a konkurencja o światło między roślinami była zdecydowanie słabsza niż w warunkach polowych. Pełniejsze wyjaśnienie tej odmiennej reakcji plonu owsa na obsadę jego roślin w wazonach daje analiza tendencji interakcji potrójnej pomiędzy wilgotnością gleby, składem mieszanki i rodzajem siewu. Analiza wariancji przy poziomie ufności p = 0,95 nie wykazała takiego współdziałania czynników (było ono bliskie istotności (F_{obl} = 2,16, F_{tabl} = 2,48), udowodniono je natomiast przy poziomie ufności p=0,90.

Owies w siewie czystym pozytywnie reagował na zwiększenie wilgotności gleby z 40 do 60% ppw. Uwilgotnienie odpowiadające 80% ppw okazało się natomiast korzystne tylko przy dużej obsadzie jego roślin (30) w wazonach, a nadmierne przy mniejszej liczbie roślin. W mieszankach plonowanie owsa wykazało odwrotną tendencję na duże uwilgotnienie gleby (tab. 37). Wynik taki sugeruje, że owies rosnąc samodzielnie w małej obsadzie nie może wytranspirować nadmiaru wody, co prowadzi do obniżenia jego plonu. W mieszankach natomiast łubin po wykształceniu znacznej biomasy wegetatywnej pobierał wodę nadmiarową dla owsa i jej ilość była odpowiednia dla dobrego plonowania owsa rosnącego w obsadzie 10 roślin w wazonie. Trudnym do zinterpretowania jest natomiast zmniejszanie się plonu owsa w mieszankach wraz z zagęszczaniem jego roślin przy dużej wilgotności gleby. Ta reakcja wymaga dalszych badań.

Dokonując porównania plonu mieszanek na tle plonu owsa w siewach czystych wykazano istotne efekty wpływu zarówno wilgotności podłoża, jak też obsady roślin owsa w wazonach oraz sposobu siewu (tab. 38). Podobnie natomiast jak w analizie wariancji plonu

owsa nie wykazano współdziałania tych trzech czynników przy poziomie ufności p=0,95, które jednak wystąpiło przy p=0,90.

Tabela 37. Plony ziarna owsa w siewach czystych i w mieszankach z łubinem żółtym w różnych warunkach wilgotności gleby (g·wazon^{-1})

Rodzaj siewu (S)	Obsada owsa (roślin·wazon^{-1}) (O)	Wilgotność gleby (% ppw) (W)			Średnia
		40	60	80	
czysty	Owies (10)	26,0	72,9	61,0	53,3
	Owies (20)	40,2	78,7	73,3	64,1
	Owies (30)	42,3	91,7	105,2	79,7
Średnia		36,2	81,1	79,8	65,7
mieszany	Owies (10) + łubin (5)	32,7	70,1	79,8	60,9
	Owies (20) + łubin (5)	35,8	77,3	66,9	60,0
	Owies (30) + łubin (5)	36,3	88,7	66,7	63,9
Średnia		34,9	78,67	71,1	61,6

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S)= n.i.; obsady owsa (O)=10,1; wilgotności gleby (W)=10,1; O/S=14,3; S/O= 11,9 W/S= n.i.; S/W= n.i.; W/O= n.i.; O/W= n.i.

Tabela 38. Plony łączne mieszanek owsa i łubinu żółtego na tle siewów czystych owsa (gram·wazon^{-1}) przy trzech poziomach wilgotności gleby

Rodzaj siewu [S]	Obsada owsa (roślin·wazon^{-1}) [O]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
czysty	Owies (10)	32,7	72,9	61,0	55,5
	Owies (20)	40,2	78,7	73,3	64,1
	Owies (30)	42,3	91,7	105,2	79,7
Średnia		38,4	81,1	79,8	66,4
mieszany	Owies (10) + łubin (5)	37,9	90,6	111,8	80,1
	Owies (20) + łubin (5)	43,6	98,6	97,8	80,0
	Owies (30) + łubin (5)	40,4	103,4	94,8	79,6
Średnia		40,6	97,6	101,5	79,9

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S)= 6,8; obsady owsa (O)= 10,0; wilgotności gleby (W)= 10,0; O/S= 14,2; S/O= 11,80; W/S= n.i.; S/W= n.i.; W/O= n.i.; O/W= n.i.

Owies w siewie czystym, jak i jego mieszanki z łubinem, wymagają dobrego zaopatrzenia w wodę (tab. 38). Dobremu ich plonowaniu sprzyjała na ogół wilgotność gleby odpowiadająca około 60% polowej pojemności wodnej gleby. Duża wilgotność gleby (80% ppw.) okazała się korzystna jedynie przy dużej obsadzie owsa w siewie czystym oraz dla mieszanki składającej się z 10 roślin owsa i 5 roślin łubinu w wazonie.

Porównanie plonów mieszanek z plonami owsa w siewach czystych ukazuje, większe plonowanie mieszanek. Różnice między grupami tych obiektów są jednak małe w warunkach umiarkowanie posusznych (40% ppw), a wykazują tendencję wzrostową wraz z większą wilgotnością podłoża. W warunkach utrzymującego się niedoboru wody plony mieszanek były większe średnio tylko o 5,7%, przy wilgotności 60% ppw o 16,1% a przy 80% ppw o 31% niż plony owsa w siewach czystych. Taka prawidłowość nie została udowodniona przy poziomie

ufności p=0,95, ale okazała się istotna przy p=0,90. Wskazuje ona na związek efektów uprawy mieszanek z warunkami wodnymi. Są one znikome w warunkach posusznych i znacznie większe przy dostatku wody. Wynik taki koresponduje z wynikami doświadczenia polowego zawartymi w podrozdziale 4.1.4. W warunkach polowych mieszanki plonowały lepiej niż owies w roku 2004 o stosunkowo korzystnej ilości i rozkładzie opadów, ale w latach posusznych odwrotnie.

Reakcje obu gatunków roślin na warunki wodne oraz na współwystępowanie w mieszankach ujawniły się też w udziale nasion łubinu w strukturze plonu mieszanek. W warunkach niedoboru wody udział nasion łubinu w plonie ulegał silnej redukcji wraz z zagęszczaniem roślin owsa w mieszance, natomiast przy dużym uwilgotnieniu podłoża nasiona łubinu stanowiły około 30% plonu mieszanek, niezależnie od obsady roślin owsa w wazonach (tab. 39).

Tabela 39. Udział nasion łubinu żółtego w plonie łącznym mieszanek owsa z łubinem żółtym, w różnych warunkach wilgotności gleby (%)

Skład mieszanki łubinu z owsem (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5) + owies (10)	31,6	23,1	29,9	28,2
Łubin (5) + owies (20)	18,5	22,6	31,7	24,3
Łubin (5) + owies (30)	11,4	14,8	29,4	18,5
średnia	20,5	20,2	30,4	23,7

$NIR_{0,05}$ dla: mieszanek (M)= 8,2; wilgotności gleby (W)= 8,2; W/M= n.i.; M/W= n.i.

4.3.6. Konkurencja między roślinami owsa i łubinu w mieszankach tych gatunków w różnych warunkach wilgotności gleby

Omówione powyżej reakcje roślin owsa oraz łubinu żółtego na ich skład ilościowy w mieszankach oraz na warunki wodne wskazują, że między roślinami tych gatunków zachodzi konkurencja o wodę. Wyraźna jest jednak znacznie silniejsza negatywna rekcja roślin łubinu na obecność roślin owsa w mieszance niż odwrotnie, która jednak maleje wraz z rosnącą wilgotnością podłoża. Kształtowanie się skutków konkurencji, pozostaje w związku z proporcją udziału obu komponentów mieszanek względem siebie. W celu dokładniejszego poznania oddziaływań konkurencyjnych między roślinami owsa i łubinu rosnącymi współrzędnie w mieszankach posłużono się metodą opisaną w podrozdziale 3.1.7.

Porównanie wartości wskaźnika konkurencji wszystkich roślin owsa względem wszystkich roślin łubinu rosnących w mieszance (IK_o) z analogicznymi wartościami wskaźnika konkurencji roślin łubinu względem roślin owsa (IK_l) w mieszankach dowodzi, że owies jest zdecydowanie silniejszym konkurentem dla łubinu niż łubin dla owsa (tab. 40). Wynik taki jest w dużym stopniu efektem niejednakowej liczby roślin obu rywalizujących gatunków. Dlatego intensywność konkurencji owsa względem łubinu wzrasta wraz ze zwiększającą się obsadą roślin owsa w mieszankach. Okazało się, że w warunkach ciągłej umiarkowanej posuchy (40% ppw.) wartości wskaźnika IK_o układają się niemal proporcjonalnie do stosunku liczby roślin owsa i łubinu w mieszankach. Gdy liczba roślin owsa jest 2.krotnie większa niż łubinu, to IK_o=2,07, a gdy stosunek tych roślin w mieszance wynosi 6 to IK_o=6,04 (tab. 40). Stosownie do konstrukcji tego wskaźnika oznacza to, że dodatek owsa do łubinu w mieszankach powoduje odpowiednio około 2 lub 6.krotną redukcję plonu nasion łubinu w porównaniu z jego plonem nasion w siewie czystym. Jednak wraz z większym uwilgotnieniem gleby konkurencja owsa jest

coraz słabsza i dalece nieproporcjonalna do obsady roślin owsa w mieszankach. Świadczy to ewidentnie, że przedmiotem konkurencji między owsem i łubinem jest głównie woda.

Rośliny łubinu wywierają słabszą presję konkurencyjną względem roślin owsa niż odwrotnie, ale też ich liczba w mieszankach była mniejsza niż owsa. Pomimo to łubin konkurując z owsem powodował zmniejszenie plonu ziarna owsa w mieszankach w porównaniu z siewem czystym owsa. Najsilniejszą konkurencję (IK_l=1,58) wykazał łubin w warunkach dużego uwilgotnienia gleby i gdy rywalizował z 6.krotnie większą liczbą roślin owsa (owies 30 + łubin 5) oraz w warunkach umiarkowanie posusznych, gdy rywalizował z 2.krotnie większą liczbą roślin owsa. Należy zauważyć, że w warunkach stałej umiarkowanej wilgotności gleby (60% ppw) obecność łubinu w mieszankach była niemal obojętna dla roślin owsa (tab. 40).

Powyższe fakty świadczą o wzajemnej konkurencji między roślinami owsa i łubinu w mieszankach. Konkurencja międzygatunkowa nasilała się w sposób oczywisty wraz z ogólną liczbą roślin obu gatunków korzystających z tej samej puli zasobów czynników życiowych, natomiast konkurencja ta była tym słabsza im większa była ilość dostępnej dla nich wody. Toteż największą wartość (1,88) osiągnął indeks konkurencji międzygatunkowej (K_m) w warunkach posusznych i przy obsadzie łącznej 35 roślin owsa i łubinu w wazonie (tab. 40). Przy dostatku wody i mniejszej obsadzie roślin indeks ten przyjmował wartości mniejsze od 1,0 co wskazuje, że w tych warunkach nie zachodzi konkurencja międzygatunkowa, a wręcz dochodzi do korzystnego współdziałania obu gatunków w mieszankach.

Tabela 40. Wskaźniki konkurencji między roślinami owsa i łubinu żółtego w mieszankach

Obsada roślin owsa i łubinu (roślin·wazon^{-1})	Wilgotność gleby (% ppw)		
	40	60	80
Wskaźniki intensywności konkurencji owsa względem łubinu żółtego (IK_o)			
Owies (10) + łubin (5)	2,07	2,08	1,52
Owies (20) + łubin (5)	3,17	2,00	1,58
Owies (30) + łubin (5)	6,04	2,91	1,73
Wskaźniki intensywności konkurencji łubinu żółtego względem owsa (IK_l)			
Owies (10) + łubin (5)	1,26	1,04	0,76
Owies (20) + łubin (5)	1,12	1,02	1,10
Owies (30) + łubin (5)	1,17	1,03	1,58
Indeksy konkurencji międzygatunkowej (Km) w mieszankach owsa z łubinem żółtym			
Owies (10) + łubin (5)	1,14	1,04	0,76
Owies (20) + łubin (5)	1,33	1,01	0,93
Owies (30) + łubin (5)	1,88	1,23	1,17
Siła konkurencyjna pojedynczej rośliny owsa (SK_o) względem łubinu żółtego w mieszankach			
Owies (10) + łubin (5)	0,69	0,69	0,51
Owies (20) + łubin (5)	0,63	0,40	0,32
Owies (30) + łubin (5)	0,86	0,42	0,25
Siła konkurencyjna pojedynczej rośliny łubinu żółtego (SK_l) względem owsa w mieszankach			
Owies (10) + łubin (5)	0,84	0,69	0,51
Owies (20) + łubin (5)	0,90	0,81	0,88
Owies (30) + łubin (5)	1,00	0,89	1,35

O ile wszystkie rośliny owsa łącznie wykazały dość silne oddziaływanie konkurencyjne względem 5 roślin łubinu w wazonie, to siła konkurencyjna pojedynczej rośliny owsa okazała się względnie mała. Dodanie do 5 roślin łubinu w wazonie 1 rośliny owsa wywoływało skutek konkurencyjny równoważny dodaniu 0,25 – 0,86 rośliny łubinu (tab. 40). Inaczej to ujmując można stwierdzić, że jedna dodatkowa roślina łubinu okazała się takim konkurentem dla pozostałych roślin łubinu jak 1,16 – 4,0 roślin owsa, zależnie od warunków wodnych i składu mieszanki w jego siewie czystym. Pojedyncza roślina owsa jest tym słabszym konkurentem dla łubinu, im większy dostatek wody mają oba gatunki. Z kolei przy dostatku wody roślina owsa konkuruje tym słabiej z łubinem, im większa jest gęstość siewu owsa w mieszance, co można przypisać nasilaniu się konkurencji wewnątrzgatunkowej między roślinami owsa o składniki pokarmowe i inne czynniki życiowe. Ta konkurencja wewnątrzgatunkowa zmniejsza potencjał konkurencyjny pojedynczej rośliny owsa względem łubinu.

Pojedyncza roślina łubinu okazała się takim samym lub silniejszym konkurentem dla owsa jak owies dla łubinu, w analogicznych obiektach doświadczalnych. Zwraca uwagę przypadek mieszanki składającej się z 10 roślin owsa i 5 roślin łubinu w warunkach dużej wilgotności gleby. W tym obiekcie potencjały konkurencyjne pojedynczych roślin obu gatunków okazały się symetryczne, o czym świadczy taka sama wartość wskaźników SK_o i SK_l wynosząca 0,51 (tab. 40). Ta symetryczność oznacza, że dodanie 2 roślin owsa do 5 roślin łubinu wywołuje taki skutek konkurencyjny jak dodanie 1 rośliny łubinu w jego siewie czystym, a dodanie do 10 roślin owsa 2 roślin łubinu daje efekt równoważny zagęszczeniu owsa w siewie czystym o 1 roślinę na wazon.

4.4. Oddziaływania allelopatyczne roślin owsa na rośliny łubinu żółtego

4.4.1. Reakcje łubinu żółtego na wyciągi wodne z roślin owsa

Rośliny łubinu żółtego systematycznie traktowane różnymi dawkami wodnych wyciągów z całych roślin owsa nie wykazały dającego się udowodnić zróżnicowania ich cech, pomimo bardzo małego błędu doświadczalnego. Poszczególne cechy roślin łubinu wykazały niewielką zmienność (CV), pod wpływem wzrastających dawek wyciągów z roślin owsa, która w obrębie badanych cech nie przekraczała 7% (tab. 41). Toteż w żadnym przypadku analiza wariancji nie ujawniła istotnych różnic między poziomami czynnika doświadczalnego. Wyniki zawarte w tabeli 41. nie wykazują też wyraźnych tendencji w kształtowaniu się cech łubinu na kolejnych poziomach czynnika. Wyniki takie nie potwierdzają więc hipotezy o allelopatycznym charakterze oddziaływań owsa na łubin, jednak nie wykluczają występowania takiego zjawiska w zasiewie mieszanym, które może ujawniać się dopiero w warunkach konkurencji o działaniu pośrednim (eksploatacji).

Tabela 41. Wartości niektórych cech roślin łubinu traktowanych różnymi dawkami wodnych wyciągów z roślin owsa. Średnie z lat 2003 -2004

Cecha	Dawka wyciągu wodnego z roślin owsa						CV(%)*
	0	1	2	3	4	5	
Plon nasion [g·m^{-2}]	311	315	302	302	281	302	3,8
Plon słomy [g·m^{-2}]	756	744	710	757	713	711	3,1
Masa strąków z poletka [g]	566	569	548	546	510	547	3,9
Masa strąków na roślinie [g]	5,8	6,4	5,7	6,0	5,9	5,8	4,2
Masa nasion z rośliny [g]	3,4	3,7	3,4	3,5	3,3	3,4	4,0
Liczba strąków na roślinie	8,5	9,6	9,4	9,4	9,2	9,5	4,3
Liczba nasion z rośliny	31,7	35,7	31,6	32,6	30,7	33,1	5,4
Liczba nasion w strąku	3,7	3,7	3,3	3,4	3,3	3,5	5,3
Liczba rozgałęzień I rzędu	2,2	2,0	2,3	2,3	2,0	2,0	7,1
Wysokość roślin (cm)	58,3	59,8	59,5	59,4	57,2	61,1	2,3
Masa 1000 nasion (g)	111	111	108	111	109	112	1,5

* współczynnik zmienności

W literaturze nie znajdujemy wyników badań nad oddziaływaniami allelopatycznymi owsa na łubin. Prowadzano natomiast badania dotyczące oddziaływań łubinu na owies. Jaskulski [1996] dowodzi zmniejszanie się plonu jęczmienia jarego pszenicy jarej i owsa traktowanych eksudatami z łubinu żółtego w zakresie 19,3 - 27,7% przy czym najsilniejszą niekorzystną reakcję wykazywał owies. Ekstrakty łubinowe oddziałują na procesy związane z pobieraniem i kumulacją azotanów przez roślinę, co w efekcie uwidacznia się obniżeniem poziomu tych związków w roślinach [Cwojdziński i in. 1996]. W tych badaniach autorzy wykazali istotne reakcje gatunków zbóż na traktowanie ich ekstraktami z roślin łubinów. Takie wyniki nie są zgodne z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy, prawdopodobnie ze względu na inny sposób pozyskania substancji biologicznie czynnych z roślin łubinu i inne ich dawki.

Rośliny zbożowe wykazują oddziaływania wzajemne o charakterze allelopatycznym. Jaskulski [1996] wykazał istnienie takich reakcji pomiędzy różnymi gatunkami zbóż jarych traktowanych eksudatami z biomasy zbóż. Gatunek donora i akceptora decydował o ich kierunku

i sile zatem reakcja była indywidualna dla każdego gatunku. O ile owies sprzyjał plenności pszenicy, to nie wpływał on na jęczmień. Sam jednak niekorzystnie reagował na związki wypłukane z roślin pszenżyta i pszenicy.

4.4.2. Reakcje łubinu żółtego na mulczowanie gleby biomasą roślin owsa i łubinu

Mulczowanie powierzchni gleby w międzyrzędziach łubinu żółtego biomasą owsa lub łubinu żółtego miało na celu uzyskanie odpowiedzi na pytanie: czy w warunkach polowych zachodzi oddziaływanie allelopatyczne substancji wypłukiwanych przez opady atmosferyczne z biomasy mulczu okrywającego powierzchnię gleby na łubin żółty? Uzyskane wyniki nie dają podstaw do twierdzącej odpowiedzi na tak postawione pytanie. Reakcje roślin łubinu na mulczowanie okazały się niewielkie i nie dające się potwierdzić metodami statystycznymi. Analizując wyniki zawarte w tabeli 42 można jedynie dostrzec tendencje w kształtowaniu się niektórych cech łubinu pod wpływem zastosowanej do mulczowania biomasy roślin. W przypadku takich cech jak plon nasion, plon słomy, liczba strąków z poletka zaznaczyła się korzystna reakcja roślin łubinu na mulczowanie, przy czym jest ona nieco silniejsza w przypadku mulczu z biomasy łubinu niż z owsa. Taka tendencja sugeruje stymulujący wpływ substancji uwalnianych z biomasy mulczu na rośliny łubinu. Można więc sądzić, że wpływ mulczu ma raczej charakter oddziaływań troficznych niż allelopatycznych inhibicyjnych, albo ten pierwszy rodzaj oddziaływań przeważa nad tym drugim. Mulcz okrywając powierzchnię gleby wpływał też zapewne na jej wilgotność i poprzez to na cechy roślin łubinu.

Tabela 42. Wartości niektórych cech roślin łubinu żółtego w warunkach mulczowania gleby biomasą roślin owsa i łubinu

Cecha	Obiekty*							CV(%)
	Ł1	Ł2	Ł1+2	O1	O2	O1+2	K	
Plon nasion [g]	320	321	323	306	302	305	285	4,4
Plon słomy [g]	723	729	728	698	691	698	649	4,0
Masa strąków z poletka [g]	623	628	627	602	596	602	560	4,0
Masa strąków na roślinie [g]	6,2	6,2	6,3	6,1	5,8	6,0	6,2	2,7
Masa nasion z rośliny [g]	3,2	3,1	3,2	3,0	2,9	3,0	3,2	3,9
Liczba strąków na roślinie	8,4	8,2	7,7	7,8	7,4	7,8	8,4	4,8
Liczba nasion z rośliny	26,9	25,2	24,8	24,0	22,8	23,2	25,0	5,6
Liczba nasion w strąku	3,2	3,1	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,6
Liczba rozgałęzień I.rzędu	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,7	1,4	8,7
Wysokość roślin (cm)	59,7	58,1	60,2	58,4	56,8	57,2	56,0	2,4
Masa 1000 nasion (g)	124	127	129	126	127	129	129	1,5

* Ł1 – biomasa łubinu, stosowna przy wysokości roślin owsa około 30 cm,
Ł2 – biomasa łubinu, stosowna w pełni wiechowania owsa,
Ł1+2 – biomasa łubinu stosowana w obu powyższych terminach,
O1 – biomasa owsa, stosowna przy wysokości roślin owsa około 30 cm,
Ł2 – biomasa owsa, stosowna w pełni wiechowania owsa,
Ł1+2 – biomasa łubinu stosowana w obu powyższych terminach

W przedmiotowej literaturze znajdujemy wyniki badań dotyczące wpływu świeżej biomasy roślin lub rozkładających się szczątków jednego gatunku na inny. Wyniki takich badań dowodzą zwykle inhibicyjnego wpływu przyoranych lub pozostawionych w postaci mulczu resztek posprzętnych roślin na roślinę następczą [Blum 1997, Blum 1998, Lafond i in. 1996,

Opoku i Vyn 1997, Wardle i in. 1996]. Brak jest natomiast wyników badań nad oddziaływaniem mulczowania gleby w okresie wegetacji roślin strączkowych.

Wykonane doświadczenia dotyczące oddziaływań allelopatycznych w warunkach polowych okazały się trudne pod względem metodycznym. W takich warunkach niemożliwe jest zwłaszcza wyodrębnienie zachodzących równolegle efektów oddziaływań allelopatycznych i troficznych. Dlatego wnioskowanie o występowaniu oddziaływań allelopatycznych może mieć tylko charakter poszlakowy, a wielu autorów zajmujących się ekologią roślin nie uznaje zjawiska allelopatii jako znaczącego mechanizmu konkurencji w zbiorowiskach roślinnych [Oleszek 1996].

5. Podsumowanie

Przedstawione powyżej wyniki badań wskazują, że oddziaływania wzajemne pomiędzy roślinami owsa i łubinu żółtego, współwystępującymi w zasiewach mieszanych, mają charakter konkurencji pośredniej na drodze eksploatacji. Efekty rywalizacji obu tych gatunków cechuje silna asymetria, gdyż rośliny łubinu ponoszą zdecydowanie większe jej skutki niż rośliny owsa. W mieszankach owies jest gatunkiem dominującym, głównie wskutek większej liczby jego osobników niż roślin łubinu.

Eksperymenty, w których rośliny owsa i łubinu żółtego współwystępowały w zasiewach mieszanych, lub łany ich siewów czystych sąsiadowały ze sobą, dowiodły negatywnego wpływu owsa na niemal wszystkie badane cechy roślin łubinu żółtego takie jak: masa rośliny, liczba pędów bocznych pierwszego rzędu, liczba i masa strąków na roślinie i liczba nasion w strąku. Cechy te ulegały kilkukrotnej redukcji w stosunku do siewów czystych łubinu. Nasilenie tych reakcji było silnie związane z przebiegiem pogody w sezonach wegetacyjnych, a także z gęstością siewu obu gatunków w mieszankach. Konsekwencją negatywnej reakcji roślin łubinu żółtego na obecność konkurenta było także ich wypadanie z łanu i zmniejszanie się liczby roślin uczestniczących w plonowaniu średnio o około 35%. Jednak w warunkach długotrwałych posuch atmosferycznych i dużej gęstości siewu to wypadanie roślin łubinu sięgało nawet niemal 80%. Skutkiem takich reakcji było bardzo niskie plonowanie łubinu w mieszankach z owsem, a także w warunkach sąsiadowania z tym gatunkiem. Średni plon nasion łubinu w mieszankach wyniósł zaledwie 0,39 $t \cdot ha^{-1}$, co stanowi niespełna 24% plonu nasion tego gatunku w siewach czystych o takich samych gęstościach siewu łubinu w obu przypadkach. Plonowanie łubinu w mieszankach cechowała również bardzo duża zmienność w latach, o czym świadczą współczynniki zmienności przekraczające nawet 100%. W skrajnym przypadku, w warunkach długotrwałej posuchy atmosferycznej, plon nasion łubinu rosnącego w sąsiedztwie owsa uległ ponad dziewięciokrotnej depresji w porównaniu z plonem na skraju poletek przylegającym do ścieżki. Na podstawie powyższego można wnioskować, iż łubin żółty wybitnie nie toleruje owsa w swoim sąsiedztwie i w warunkach współwystępowania w zasiewach mieszanych z tym gatunkiem.

Rośliny owsa dobrze na ogół tolerowały obecność łanu łubinu żółtego w swoim sąsiedztwie. Reakcja ta nie wynikała jednak ze stymulującego działania roślin łubinu, lecz miała to samo źródło, co efekt brzegowy uprawy owsa, a obecność łubinu nie pozostawała bez negatywnych skutków dla roślin owsa. Reakcja ta wystąpiła zwłaszcza w zasiewach łącznych obu gatunków, jednak jej nasilenie było stosunkowo słabe i ujawniło się w takich cechach jak: masa rośliny i krzewienie produkcyjne. Negatywna reakcja owsa na obecność roślin łubinu dotyczyła jednak zwłaszcza cech generatywnych, stąd plonowanie owsa średnie rzędu 4,8 $t \cdot ha^{-1}$ było niższe w mieszankach niżeli w siewach czystych o 13,8%, przy analogicznych gęstościach siewu w obu przypadkach.

Zjawisko konkurencji roślin owsa i roślin łubinu żółtego ma charakter eksploatacji, której czynnikiem limitującym intensywność oddziaływań wzajemnych okazała się ilość wody dostępnej dla roślin. W warunkach ciągłej umiarkowanej posuchy (40% ppw) wartości indeksu konkurencji owsa względem łubinu (IK_o) były niemal proporcjonalnie do stosunku liczby roślin owsa i łubinu w mieszankach. Gdy liczba roślin owsa była 2.krotnie większa niż łubinu to $IK_o = 2,07$, a gdy stosunek tych roślin w mieszance wyniósł 6 to $IK_o = 6,04$. Stosownie do konstrukcji tego wskaźnika oznacza to, że dodatek owsa do łubinu w mieszankach powoduje odpowiednio około 2 lub 6.krotną redukcję plonu nasion łubinu w porównaniu z jego plonem nasion w siewie czystym. Jednak wraz z większym uwilgotnieniem gleby konkurencja owsa była

coraz słabsza i dalece nieproporcjonalna do obsady roślin owsa w mieszankach. Świadczy to ewidentnie, że przedmiotem konkurencji między owsem i łubinem jest głównie woda.

Potrzeby wodne roślin łubinu żółtego okazały się duże, i większe niżeli roślin owsa, a jednocześnie największe zapotrzebowanie na wodę obu gatunków pokrywa się w czasie. Rośliny owsa lepiej znoszą niedobory wody niż rośliny łubinu toteż w warunkach siewów mieszanych mają większe zdolności wykorzystania limitowanych jej zasobów niż rośliny łubinu żółtego. Każde obniżenie wilgotności podłoża poniżej 80% ppw powodowało dużą redukcję każdej badanej cechy roślin łubinu. Szczególnie silnie zjawisko to ujawniło się w warunkach konkurencji ze wzrastającą obsadą roślin owsa w mieszance i nasilało się wraz z upływem wegetacji. W skrajnym przypadku, tj. przy niedoborach wody (40% ppw) i w mieszankach z dużą obsadą owsa (20 – 30 roślin w wazonie), łubin wytworzył zaledwie około 12% biomasy nadziemnej i 8,4% plonu nasion w stosunku do warunków dla niego korzystnych (siew czysty i wilgotność podłoża 80% ppw).

Nie udowodniono aby rośliny owsa korzystały z azotu pochodzącego z symbiozy łubinu z bakteriami *Rhizobium lupini*. Wystąpiła tylko ledwie zauważalna tendencja nieco lepszego odżywienia owsa azotem, mierzonego stopniem zazielenienia liści w jednostkach SPAD, w mieszankach z łubinem niż w siewie czystym owsa oraz w sąsiedztwie łubinu niż wewnątrz jego łanu. Rośliny owsa i łubinu nie konkurowały jednak między sobą o zasoby glebowe azotu mineralnego albo konkurencja ta była bardzo słaba. Rośliny łubinu korzystając z azotu pochodzenia symbiotycznego zaspokajały swoje potrzeby co do tego składnika, natomiast rośliny owsa korzystały z azotu mineralnego, a wytwarzana przez nie sucha biomasa była tym większa, im silniejsze było wyczerpywanie azotu mineralnego z gleby wazonów.

Nie udowodniono zjawisk konkurencji odbywającej się na drodze interferencji – oddziaływań o charakterze bezpośrednim, ponieważ w warunkach polowych nie ujawniły się allelopatyczne oddziaływania wyciągów wodnych z roślin owsa, ani mulczu z biomasy owsa na rośliny łubinu żółtego.

Intensywność zjawisk oddziaływań wzajemnych można częściowo regulować proporcją wysiewu obu gatunków. Proporcje gęstości siewu owsa do gęstości siewu łubinu w 16 badanych mieszankach wynosiły od 1,4 do 22,4. Ponieważ rośliny owsa miały znaczną przewagę liczebności osobników i przez to łączna intensywność ich konkurencji z łubinem była duża, to owies okazał się zdecydowanie silniejszym konkurentem dla łubinu niż łubin dla owsa. Intensywność konkurencji owsa wzrastała wraz ze zwiększającą się obsadą jego roślin w mieszankach. Potencjał konkurencyjny pojedynczych roślin łubinu względem roślin owsa w mieszankach okazał się jednak duży, większy od pojedynczej rośliny owsa. Całość wyników dotyczących tego zagadnienia układa się w prawidłowość, że w mieszankach pojedyncze rośliny owsa są tym silniejszymi konkurentami dla roślin łubinu, im silniejsza jest rywalizacja między roślinami łubinu, a mniejsza między roślinami owsa. Analogicznie pojedyncze rośliny łubinu są tym silniejszymi konkurentami dla roślin owsa, im silniejsza jest rywalizacja między roślinami owsa, a mniejsza między roślinami łubinu. Intensywność zjawiska konkurencji międzygatunkowej maleje wraz zwiększającymi się zasobami wody W warunkach wysokiego uwilgotnienia i stosunku obsady owsa do łubinu jak 1:2 ujawnił się nawet synergiczny efekt współwystępowania owsa i łubinu. W warunkach takich siły konkurencji pojedynczych roślin obu gatunków względem siebie zrównoważyły się spełniając warunki konkurencji symetrycznej i jednocześnie osiągnęły najniższy poziom skutkując najniższym indeksem konkurencji międzygatunkowej.

Plony mieszanek owsa z łubinem żółtym, w warunkach polowych, nie okazały się większe, a niekiedy nawet były istotnie mniejsze niż owsa w siewie czystym. Średni plon grupy

16 mieszanek uwzględnionych w badaniach był o 0,39 $t \cdot ha^{-1}$ (tj 7%) mniejszy od średniego plonu owsa w siewach czystych. Pozytywne walory uprawy owsa i łubinu żółtego w mieszankach ujawniły się tylko w warunkach wystarczającej ilości opadów w 2004 roku. Wówczas wystąpiło zjawisko „nadproduktywności" mieszanki względem siewów czystych komponentów ją tworzących. Plony mieszanek zależały w głównej mierze od plonowania w nich owsa, a w małym stopniu od plonowania łubinu. W każdym też roku badań występowała istotna ujemna zależność między plonem ogólnym mieszanek a plonem nasion łubinu w tych mieszankach. Plonowanie owsa, łubinu jak i ich mieszanek wykazywało związek z intensywnością konkurencji tych gatunków. Z indeksami konkurencji międzygatunkowej dodatnio korelowały plony owsa ($r = 0,84$) a ujemnie plony łubinu ($r = -0,89$) w mieszankach. Także plony mieszanek wykazały wysoko istotną zależność od tego indeksu, z której wynika, że w mieszankach o różnym składzie, w tych samych warunkach, wraz z nasilaniem się konkurencji między owsem i łubinem do $K_m = 2,04$ zwiększał się plon mieszanki, a powyżej tej wartości zmniejszał się.

Owies i łubin żółty okazały się gatunkami mało przydatnymi do współrzędnej uprawy w mieszankach. Zadowalające efekty produkcyjne wykazały mieszanki tych roślin jedynie w warunkach dostatku wody oraz przy znacznie zrównoważonej gęstości siewu obu gatunków (np. 140 $ziaren \cdot m^{-2}$ owsa i 75 - 100 $nasion \cdot m^{-2}$ łubinu). Wówczas uprawa taka zachowuje cechy mieszanki z udziałem nasion łubinu w plonie przekraczającym 12%, a plony są najmniej zmienne w latach. Mało przydatne do uprawy w warunkach realizacji doświadczenia polowego okazały się natomiast mieszanki, w których owies jest wysiewany w dużej gęstości (560 lub 420 $ziaren \cdot m^{-2}$) i łubin w dużej (100 $nasion \cdot m^{-2}$) lub przeciwnie małej (25 $nasion \cdot m^{-2}$) gęstości siewu. W takich mieszankach plonowanie owsa jest wprawdzie względnie wysokie, ale plony nasion łubinu są małe i zawodne. Średni udział nasion łubinu w plonie mieszanek nie przekraczał wówczas 7%, a w latach posusznych był wręcz znikomy. Taki skład gatunkowy plonu nie kwalifikuje ich jako mieszanki, a raczej jako siewy czyste owsa z minimalnym dodatkiem nasion łubinu. Wyniki badań nie potwierdziły także jako właściwej zasady wysiewania mieszanek w gęstościach odpowiadających 50% gęstości siewów czystych obu komponentów mieszanki.

6. Wnioski

1. Pomiędzy roślinami owsa i łubinu żółtego, w zasiewach mieszanych tych gatunków, zachodzą silne wzajemne oddziaływania konkurencyjne o charakterze eksploatacji, a głównym przedmiotem rywalizacji jest woda.
2. Konkurencję między owsem i łubinem w łanach mieszanek cechuje silna asymetria. Gatunkiem dominującym jest owies a jego przewaga konkurencyjna nad łubinem jest wynikiem większej obsady roślin owsa i słabszej jego reakcji na warunki posuszne niż łubinu.
3. Rośliny łubinu w mieszankach bardzo silnie reagują na konkurencję przeważającej liczby roślin owsa, co ujawnia się w redukcji niemal wszystkich cech roślin łubinu, ich wypadaniu z łanu oraz w małym udziale nasion łubinu w plonie mieszanek. Te reakcje łubinu nasilają się wraz z niedoborem wody dostępnej dla roślin.
4. Potencjał konkurencyjny pojedynczej rośliny łubinu żółtego względem owsa okazał się większy niż pojedynczej rośliny owsa względem łubinu. Jednak ta siła konkurencji międzygatunkowej jest zależna od nasilenia rywalizacji wewnątrzgatunkowej, proporcji wysiewu gatunków w mieszankach i warunków środowiskowych.
5. W mieszankach pojedyncze rośliny gatunku A były tym silniejszymi konkurentami dla roślin gatunku B im silniejsza była rywalizacja między roślinami gatunku B a mniejsza między roślinami gatunku A i prawidłowość ta była powtarzalna.
6. Konkurencja międzygatunkowa w mieszankach nasilała się wraz z zagęszczaniem siewu owsa w mieszankach natomiast zmniejszała się wraz z zagęszczaniem siewu łubinu. Nie ujawniło się jednak korzystne oddziaływanie łubinu na owies w stopniu dającym się udowodnić.
7. Bezpośrednie sąsiedztwo roślin łubinu jest korzystne dla roślin owsa, natomiast sąsiedztwo roślin owsa jest zdecydowanie niekorzystne dla roślin łubinu.
8. Rośliny owsa, a także łubinu, w mieszankach pobierały azot mineralny głównie w formie azotanowej i wyczerpywały jego zasoby w glebie. Zawartość w glebie azotu azotanowego i azotu mineralnego ogółem zmniejszała się wraz z upływem okresu wegetacji roślin, większym uwilgotnieniem podłoża i wzrastającą liczbą roślin owsa w wazonach.
9. Ilości azotu symbiotycznego zaspokajały potrzeby roślin łubinu a były zbyt małe aby mógł z nich korzystać owies w mieszankach. Toteż obecność łubinu w mieszankach nie wpływała na stopień odżywienia roślin owsa azotem w warunkach polowych a w wazonach wytwarzana sucha biomasa owsa była tym większa, im silniejsze było wyczerpywanie azotu mineralnego z gleby.
10. W warunkach polowych nie ujawniły się allelopatyczne oddziaływania wyciągów wodnych z roślin owsa ani mulczu z biomasy owsa na rośliny łubinu żółtego.
11. Plony owsa i łubinu w mieszankach oraz plony mieszanek wykazały związek z intensywnością konkurencji między tymi gatunkami. Wraz ze wzrostem indeksu konkurencji międzygatunkowej (K_m) zwiększał się plon ziarna owsa, a zmniejszał plon nasion łubinu. Plon łączny mieszanki wykazał natomiast zależność krzywoliniową z ekstremum funkcji przy K_m=2,04.
12. Owies i łubin żółty okazały się gatunkami mało przydatnymi do współrzędnej uprawy w mieszankach. Zadowalających efektów produkcyjnych mieszanek tych roślin

można oczekiwać jedynie w warunkach dostatku wody oraz przy znacznie zrównoważonej gęstości siewu obu gatunków (np. 140 ziaren·m^{-2} owsa i 75 - 100 nasion·m^{-2} łubinu). Wówczas uprawa taka zachowuje cechy mieszanki z udziałem nasion łubinu w plonie przekraczającym 12%.

7. Spis literatury

1. Andrzejewska L., Kajak A. 2001. Perspektywy wykorzystania przez rolnictwo wyników prac ekologicznych. Post. Nauk Roln., 5: 41-57.
2. Artyszak A. 1993. Dobór komponentów i skład mieszanek z udziałem jarych roślin strączkowych uprawianych na nasiona-przegląd literatury. Post. Nauk Roln., 4: 81-87.
3. Atraszkowa H.A. 1972. O wlijani mineralnowo azota na żyłtyj kormowyj ljupin. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 137: 261-270.
4. Bac S. 1977. Ewapotranspiracja potencjalna i rzeczywista w okresach krytycznych owsa i ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 110: 63-71.
5. Baghestani A., Lemieux C., Leroux G.D., Baziramakenga R., Smard R.R. 1999. Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. Weed Science, Vol. 47(5): 498-504.
6. Barbacki S., Burczyk H. 1955. Doświadczenia z mieszankami na nasiona łubinu z owsem. W: Prace działu roślin strączkowych i pastewnych. IUNG Puławy, z.1 (1951-55): 148-149.
7. Batalin M. 1962. Studium nad resztkami pożniwnymi roślin uprawianych w łanie. Rocz. Nauk Roln., D-98: 5-155.
8. Begon M., Mortimer M. 1989. Ekologia populacji. Studium porównawcze zwierząt i roślin. PWRiL, Warszawa.
9. Blok T., Paprocki S. 1956. Siew mieszany jako czynnik przyspieszania dojrzewania łubinu żółtego pastewnego. Post. Nauk Roln., 1: 54-60.
10. Blum U. 1997. Benefitsof citrate over EDTA for extracting phenolic acids from soils and plant debris. J. Chem. Ecol., 23: 347-362.
11. Blum U. 1998. Effect of microbial utilization of phenolic acids and their phenolic acid breakdown products on allelopathic interactions. J. Cem. Ecol., 24: 658-708.
12. Boguszewski W. 1954. Badania nad siewami mieszanymi łubinu z owsem. Rocz. Nauk Roln., A-68(3): 481-503.
13. Borowiecki J., Księżak J. 2000. Rośliny strączkowe w mieszankach ze zbożami w produkcji pasz. Post. Nauk Roln., 2: 89-100.
14. Braun H. 1978. Tramlines in corn. International Pest Control: 16-18.
15. Budzyński W., Szempliński W. 1999. Owies. W: szczegółowa uprawa roślin. Jasińska Z., Kotecki A. (red.), AR Wrocław, t. 1: 235-254.
16. Burczyk H. 1958. Mieszanki owsa z łubinem pastewnym w uprawie na nasiona. Rocz. Nauk Roln., A-79(1): 319-347.
17. Burczyk P. 2003. Zalety upraw pasowych z wsiewką roślin motylkowatych a możliwość ograniczenia strat azotu. Post. Nauk Roln., 1(301): 15-24.
18. Byszewski W., Błaszczyk D. 1966. Reakcja odmian łubinu żółtego na różne sposoby uprawy. Rocz. Nauk Roln., A-90(4): 633-645.

19. Ceglarek F., Buraczyńska D., Brodowski H. 1999. Plonowanie i skład chemiczny strączkowo-zbożowych w warunkach rejonu siedleckiego Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach". AR Poznań.

20. Cravley M.J. 1986. Life History and Environment. In: M.J.; Crawley, (red.), Plant Ecology., Blackwell Sci. Public., Oxford: 253-290.

21. Cousens R.D. 1996. Comparative growth of wheat, barley, and annual ryegrass (Lolium rigidum) in monoculture and mixture. Australian J. of Agric. Res., 47(3): 449-464.

22. Cwojdziński W., Gulewicz K., Nowak K. 1996. Ekstrakt z nasion łubinu gorzkiego czynnikiem ograniczającym kumulacje azotanów przez korzenie marchwi. Mat. Konf. PTŁ „Łubin kierunki badań i perspektywy użytkowe". Poznań: 254-265.

23. Doll H., Holm U., Sogaard B. 1995. Effect of crop deisty on competition by wheat and barley with Agrostemma githago and other weeds. Weed Res. Oxford, 35(5): 391-396.

24. Donald C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron.:1-114.

25. Dudek S. 1996. Wpływ deszczowania na plonowanie łubinu żółtego uprawianego na glebie bardzo lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 438: 295-300.

26. Ellenberg H. 1956. Zur Entwicklung der Vegetationssystematik in Mitteleuropa. Agnewandte. Pflanzensoz, 1: 133-143.

27. Falińska K. 1996. Ekologia roślin. PWN, Warszawa.

28. Fortin M.C., Culley, J., Edwards, M. 1994. Soil Water, Plant Growth, and yield of Srip-Intercropped Corn. J. Prod. Agric., 7: 63-69.

29. Fujita K., Ofosu-Budu K.G., Ogata S. 1992. Biological nitrogen fixation in mixed leguje-cereal croping system. Plant and Soil, 141: 155-175.

30. Gąsiorowski H. 1995. Przyrodniczo-rolnicze podstawy uprawy owsa. W: Owies chemia i technologia. Gąsiorowski, H. (red.). PWRiL, Poznań.

31. Gonet Z., Stadejek H. 1981. Wpływ wilgotności gleby i dawki azotu w doświadczeniu wazonowym na plon i skład chemiczny owsa zbieranego w różnych fazach rozwoju. Pam. Puł., IUNG z. 75: 69-85.

32. Grabarczyk S., Peszek J., Rzekanowski C., Żarski J. 1990. Rejonizacja potrzeb deszczowania w Krainie Wielkich Dolin. Zesz. Probl. Nauk Roln., 387: 73-87.

33. Grela E., Krasucki W., Król W., Krusiński R., Skórnicki H. 1992. Nasiona grochu w mieszankach z pszenżytem w żywieniu tuczników. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. EE -10: 197-202.

34. Gronowicz Z., Fordoński G., Rutkowski M. 1991. Wpływ terminu siewu i zbioru na plonowanie łubinu żółtego. Fragm. Agronom., 4: 61-70.

35. Górski M., Koter M. 1952. Korzyści siewów mieszanych roślin zbożowych z roślinami motylkowymi. Rocz. Nauk Roln., A-66(1): 29-50.

36. Harasimowicz-Hermann G. 1988. The effect of fertilization with microelements and magnesium on the development and yield of yellow lupine (lupinus luteus L.). Proc. 5 Intern. Lupin Conf., Poznań: 488-493.

37. Harasimowicz-Hermann G. 1997. Wartość przedplonowa bobiku, zbóż i ich mieszanek dla pszenicy ozimej w warunkach regionu pomorsko-kujawskiego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 446: 369-375.

38. Harborne J. B. 1997. Ekologia biochemiczna. PWN, Warszawa.

39. Hulbert H.W., Remsberg J.D. 1927. Influence of border rows in variety tests of small grains. J. of American Soc. of Agronomy, 19 (7): 585-589.

40. Ignaczak S. 1993. Produkcyjność i produktywność bobiku oraz zbóż w zależności od poziomu nawożenia azotem i udziału w mieszankach. Fragm. Agronom., 4 (40): 159 - 160.

41. IOR 2004. Zalecenia Instytutu Ochrony Roślin. Poznań.

42. Iragavarapu T.K. Randall G.W. 1996. Border effect on yields in a strip – intercropped soybean, corn, and wheat production system. J. Prod. Agric., 9(1): 101-107.

43. Jacobi U.S. Fleck N.G. 2000. Evaluation of the allelopathic potencial of oat genotypes at the initial period of cycle. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, vol. 35(1): 11-19.

44. Janowiak J. 1989. Efekt nawadniania owsa na luźnej glebie piaszczystej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 377: 249-257.

45. Januszkiewicz E.K. 1997. Wczesna selekcja materiałów hodowlanych łubinu żółtego w kierunku podwyższenia odporności na suszę. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 446: 127-132.

46. Jasińska Z., Kotecki A. 1993. Rośliny strączkowe. PWN, Warszawa.

47. Jasińska Z., Kotecki A. 1999. Łubin. W: szczegółowa uprawa roślin. Jasińska Z., Kotecki A. (red.), AR Wrocław, t. 2: 23-43.

48. Jaskulski D. 1996. Wpływ eksudatów z roślin łubinu żółtego na zboża jare. Mat. Konf. PTŁ „Łubin: kierunki badań i perspektywy użytkowe". Poznań: 45-52.

49. Jurik T.W., Van K. 2004. Microenvironment of a corn-soybean-oat strip intercrop system. Field Crops Res., 90: 335-349.

50. Karczmarczyk S., Koszański Z., Friedrich S., Kowalski W. 1996. Porównanie reakcji dwóch odmian owsa na deszczowanie i nawożenie mineralne. Cz. I. Wzrost, rozwój i plonowanie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 438: 219-226.

51. Kato-Noguchi H., Kosemura S., Yamamura S., Mizutani J., Hasegawa K. 1994. Allelopathy of oatss. I. Assessment of allelopathic potencial of extract of oat shoots and identyfication o fan allelochemical. J. Chem. Ecol. 20: 309-314.

52. Klima K., Pisulewska E. 2000. Kształtowanie się komponentów struktury plonu ziarna owsa, uprawianego w warunkach górskich w siewie czystym i w mieszankach. Rocz. Akademii Roln., Poznań. CCCXXV: 39-47.

53. Kluk K. 1779. O rolnictwie, zbożach, łąkach, chmielnikach winnicach y roślinach gospodarskich. Ossolineum, Wrocław. 1954.

54. Knudsen M.T., Hauggaard-Nielsen H., Jensen E.S. 2004. Cereal-grain Legume intercrops in organic farming-a Danish survey. In: Books of proceedings VIII ESA Congress: Europan agriculture in a Global Context. KVL Copenchaga: 613-614.

55. Kotecki A. 1990. Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego składu komponentów w mieszankach na plon nasion peluszki uprawianej w różnych warunkach glebowych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, rozpr. 87.

56. Koter Z. 1980. Azot mineralny w glebie i roślinie. W: Gospodarka azotowa roślin uprawnych. Nowacki E. (red.). PWRiL, Warszawa.

57. Kotwica K. 1994. Przydatność pszenżyta jarego i łubinu żółtego do uprawy w mieszankach o różnej gęstości siewu obu komponentów. Rozpr. doktorska, ATR Bydgoszcz.

58. Kotwica K., Rudnicki F. 1994. Wpływ gęstości siewu na plony pszenżyta jarego i jego mieszanek z łubinem żółtym. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 162 (rol. LVIII): 97 – 101.

59. Kotwica K., Rudnicki F. 1999. Konkurencja między pszenżytem jarym i łubinem żółtym w mieszankach. Mat. konf. nauk."Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach", AR Poznań: 56 – 57.

60. Kotwica K., Rudnicki F. 2003. Komponowanie mieszanek zbóż jarych z łubinem na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 495: 163 - 170.

61. Kotwica K., Rudnicki F. 2004. Efekty uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo – strączkowych na glebie kompleksu żytniego dobrego. Acta Scient. Polon., Agricultura, 3 (1): 149 – 156.

62. Kozera G. 1965. Studia nad gospodarką wodną niektórych roślin strączkowych. Acta agr. Et silv., agr., V: 171-208.

63. Krężel R., Śniady R. 1990. Wpływ różnej gęstości roli przy zmiennym poziomie nawożenia i wilgotności gleby na plonowanie owsa na glebie lekkiej. Zesz. Nauk. AR Wrocław., Rolnictwo LIII, 196: 25-35.

64. Księżak J. 1998a. Zróżnicowanie cech morfologicznych wybranych odmian grochu siewnego uprawianych w mieszankach z jęczmieniem jarym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 463: 388-398.

65. Księżak J. 1998b. Uprawa grochu z jęczmieniem dobrą praktyką w produkcji pasz dla tuczników. Mat konf. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej". Puławy: 263-270.

66. Księżak J., Brzóska F. 1998. Uprawa mieszanek strączkowo – zbożowych i wykorzystanie ich w żywieniu zwierząt. Instr. upowsz. nr 68, IUNG Puławy.

67. Księżak J., Janina U., Mieloch E. 2000. Ocena plonowania, efektywności ekonomicznej i żywieniowej mieszanek grochu ze zbożami jarymi. Rocz. Akademii Roln., Poznań. CCCXXV: 49-57.

68. Księżak J., Magnuszewska K., 1999. Plonowanie mieszanek grochu ze zbożami uprawianych w wybranych rejonach kraju. Fragm. Agronom., 3: 89-96.

69. Kurowski T.P., Nowicki J., Wanic M. 1998. Choroby jęczmienia jarego i owsa w siewie czystym i mieszanym. Fragm. Agronom., XV 4(60): 25-35.

70. Kusiorska K., Tworkowski J., Szczukowski S. 1988. Plon nasion seradeli w siewie czystym i z owsem. Biul. Inst. Hod. i Klim. Rośl., 166: 67-78.

71. Kuś J. 1999. Rola zasiewów mieszanych w różnych systemach gospodarowania. Mat. Konf. „Przyrodnicze i produkcyjne Aspekty uprawy roślin w mieszankach". AR Poznań: 4-16.

72. Lafond G.P., Boyetchko S.C., Brandt S.A., Clayton G.W., Entz M.H. 1996. Influence of changing tillage practices on crop production. Canadian J. Plant Sci., 76: 641-649.

73. Lemańczyk G., Wenda-Piesik A., Wasilewski P. 2001. Wpływ uprawy owsa w siewie czystym oraz w mieszankach na jego zdrowotność i wartość przedplonową dla pszenicy ozimej. Fragm. Agromom. XVIII, 4(72): 65-77.

74. Lewicki S., Mazurek J. 1971. Owies. PWRiL, Warszawa.

75. Lityński T., Jurkowska H. 1982. Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN Warszawa

76. Mackenzie A., Ball A.S., Virdee S.R. 2002. Krótkie Wykłady. Ekologia. PWN, Warszawa.

77. Markow M. 1978. Agrofitocenologia nauka o zbiorowiskach roślinnych pól uprawnych. PWRiL, Warszawa.

78. Martyniak J. 1997. Postęp biologiczny w roślinach strączkowych w okresie transformacji gospodarki w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z. 446: 33-42.

79. Mazurek J., Mazurek J., Król M. 1993. Wpływ odmiany, gleby i agrotechniki na plonowanie owsa. W: Biologia i agrotechnika owsa. IUNG Puławy: 247 – 308.

80. Merbach W., Schelling G. 1980. Effectiveness of symbiotic n2-fixation in leguminous plants, as affected by inoculation with rhizobia, by substrate, n-fertilizing, and 14c-sucrose application (author's transl). Zentralblatt fur Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Zweite naturwissenschaftliche Abteilung: Mikrobiologie der Landwirtschaft der Technologieund des Umweltschutzes, Vol. 135(2): 99-118.

81. Muller C.H. 1970. Phytotoxinsas plant habitaty variables. Recent Adv. Phytochem.: 106-121.

82. Nalborczyk E. 1993. Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Fragm. Agronom., 4 (40): 147-150.

83. Niemczyk H., Radecki A. 1993. Zdolność zbóż do wyrównania plonu z nieobsianej powierzchni ścieżek przejazdowych. Cz.III. Żyto i owies. Rocz. Nauk Roln., A 109(4): 31-40.

84. Nijaki T., Nijaki J., Czerwińska A. 1999. Postęp w hodowli łubinu żółtego i wąskolistnego. Mat. Konf. PTŁ "Lupin in Polish and European Agriculture". Przysiek.

85. Noworolnik K., Polak E., Ruszkowska B. 1981. Porównanie produkcyjności jęczmienia i owsa na glebach kompleksz zytniego słabego. Pam. Puł., 74: 113-120

86. Noworolnik K., Polak E., Ruszkowska B. 1983. Porównanie produkcyjności jęczmienia jarego i owsa na glebach kompleksu żytniego-dobrego. Biul. IHAR., 151: 113-121.

87. Oleszek W. 1996. Allelopatia - rys historyczny, definicja nazewnictwo. Mat konf. „Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii". IUNG Puławy: 5-15.

88. Oleszek W. 1997. Allelopatia. W: Regulatory wzrostu i rozwoju roślin. L.S. Jankiewicz (red.). WN PWN Warszawa: 249 – 272.

89. Opoku G., Vyn T.J. 1997. Wheat straw placement effects on total phenolic compounds in soi land corn seedling growth. Canadian j. Plant Sci. 77: 301-305.

90. Pacewicz K. 2000. Efekt brzeżny w doświadczeniach z pszenicą jarą i jęczmieniem jarym. Rozpr. doktorska. Szczecin.

91. Panek K. 1989. Potrzeby wodne roślin zbożowych. W: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Dzieżyc J. (red.). PWN, Warszawa.

92. Paprocki S. 1956. Plonowanie łubinu żółtego pastewnego w siewach mieszanych. Zesz. Nauk. WSR Olsztyn, 2: 141-186.

93. Paprocki S. 1961a. Wpływ domieszki zbóż na rozwój, plonowanie oraz skład chemiczny pastewnego łubinu żółtego. Cz. I Plonowanie Pastewnego łubinu żółtego w siewach mieszanych ze zbożami. Rocz. Nauk Roln. A-84 (3): 432-461.

94. Paprocki S. 1961b. Wpływ domieszki zbóż na rozwój, plonowanie oraz skład chemiczny pastewnego łubinu żółtego. Cz. II wzajemne oddziaływania na siebie łubinu i zbóż w siewie współrzędnym. Rocz. Nauk Rol. A-84 (4): 761-785.

95. Paprocki S. 1969. Uprawa wyki jarej na nasiona w mieszankach z owsem, pszenicą jarą i bobikiem. Rocz Nauk Roln., A-95(4): 451-463.

96. Pendelton J.W., Bolen C.D., Seif R.D. 1963. Alternating Strips of Corn and Soybean. Vs. Solid Plantings. Agron. J. 55: 293-295.

97. Pisulewska E.K. 1994. Porównanie plonowania żyta i pszenżyta ozimego uprawianych w siewie czystym i mieszanym z wyką piaskową w zależności od nawożenia azotowego i sezonu wegetacyjnego. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych". AR. Poznań: 180-185.

98. Podlaska J., Paprocki S. 1987. Zależność plonu nasion seradeli od obsady roślin w warunkach siewu czystego i mieszanego z owsem. Rocz. AR Poznań CLXXXVII. 36: 79-94.

99. Prusiński J., Kaszkowiak E., Borowska M., Bieniaszewski T., Szukała J. 1999. Możliwości uprawy łubinu w regionie Kujawsko-Pomorskim. Mat. Konf. PTŁ „Lupin in Polish and European Agriculture". Przysiek: 27-33.

100. Rice E.L. 1984. Allelopathy. Wyd. 2, Academic Press, New York.

101. Rocznik statystyczny GUS 2005.

102. Rojek S. 1989. Potrzeby wodne roślin motylkowatych. W: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Dzieżyc (red.). PWN, Warszawa.

103. Ross S.M., King J.R., O'Donovan J.T., Spancer, D. 2003. Seeding rate effects in oat-berseem clover intercrops. Canadian Journal of Plant Science Vol. 83(4): 769-778.

104. Ross S.M., King J.R., O'Donovan J.T., Spancer D. 2005. The productivity of oats. and berseem clover intercrops I. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. Grass and Forage Science Vol. 60(1): 74-86.

105. Rudnicki F. 1994. Biologiczne aspekty uprawy zbóż w mieszankach. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych". AR Poznań: 7-15.

106. Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo – termiczne. Fragm. Agronom., 3(47): 21 – 32.

107. Rudnicki F. 1997. Potencjalna przydatność odmian łubinu żółtego i wąskolistnego do mieszanek ze zbożami jarymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z. 446: 407-413.

108. Rudnicki F. 1999. Środowiskowe uwarunkowania uprawy mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach". AR Poznań.

109. Rudnicki F. 2002. Propozycja metod wielocechowej oceny porównawczej na podstawie odmian pszenżyta ozimego. Folia Univ. Agric. Stein., Agricultura 228(91): 119-124.

110. Rudnicki F. 2005. Mieszanki zbożowe i zbożowo-strączkowe. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wieś Jutra,: 197-213.

111. Rudnicki F., Gałęzewski L. 2006. Efekty oddziaływań brzegowych w doświadczeniach z owsem wysiewanym w różnych gęstościach. Biul. IHAR (w druku).

112. Rudnicki F., Kotwica K. 1994. Wartość przedplonowa pszenżyta jarego, łubinu żółtego i ich mieszanek dla pszenicy ozimej. Fragm. Agronom. 2(42): 19-24.

113. Rudnicki F., Kotwica K. 1999. Porównanie mieszanek zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu pszennego dobrego. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach". AR Poznań.

114. Rudnicki F., Kotwica K. 2002. Porównanie efektów uprawy jarych mieszanek zbożowo – strączkowych z udziałem jęczmienia owsa lub pszenżyta. Folia Univ. Agric. Stetin., Agricultura 228 (91): 125 – 130.

115. Rudnicki F., Wasilewski P. 2000. Znaczenie mieszanek zbożowych i zbożowo – strączkowych w ograniczaniu ujemnych skutków dużego udziału zbóż w zmianowaniu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 470: 127 – 136.

116. Shipley B., Eddy P.A. 1994. Evaluating evidence for competitive hierarchies in plant communities. Oikos, 69(2): 340-345.

117. Siuta A., 1994. Plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych i ich wartość przedplonowa dla zbóż. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych". AR Poznań: 40-44.

118. Siuta A., Dworakowski T., Kuźmicki J. 1998. Plon ziarna i wartość przedplonowi mieszanek zbożowo – strączkowych dla zbóż w warunkach gospodarstw ekologicznych. Fragm. Agronom. 2(58): 53-62.

119. Sobkowicz P. 2001. Nadziemna i podziemna konkurencja między jęczmieniem i owsem w mieszance w początkowym okresie wzrostu. Fragm. Agronom. 2(70): 103-119.

120. Sobkowicz P. 2003. konkurencja międzygatunkowa w jarych mieszankach zbożowych. Rozpr. CXCIV zesz. Nauk. AR Wrocław 458.

121. Stawiana – Kosiorek A., Gołaszewski J., Załuski D. 2003. Konkurencyjność roślin w doświadczeniach hodowlanych z grochem siewnym. I. Oddziaływania brzegowe. Biul. IHAR, 226/227/2: 425 – 439.

122. Stefan z Bronowa 1873. O siewach mięszanych. Nakładem autora. Czcionkami N. Kamińskiego i spółki w Poznaniu.

123. Sypniewski J. 1986. Problemy uprawy roślin strączkowych w Polsce. Fragm. Agronom., 1: 29-36.

124. Sypniewski J. 1989. Uprawa roślin strączkowych na paszę. PWRiL, Warszawa.

125. Szczygielski T. 1993. Plonowanie mieszanek strączkowo – zbożowych. Fragm. Agronom., 4: 187-188.

126. Szmigiel A. 1998. Wpływ kierunku siewu względem stron świata na powierzchnię liści i plonowanie zbóż ozimych. Biul. IHAR 205/206: 87-94.

127. Szwejkowski Z., Wanic M., Nowicki J. 1999. Mikroklimat mieszanki jęczmienia z owsem. Mat. Konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach". AR Poznań: 118-119.

128. Szukała J., Maciejewski T., Sobiech S. 1995. Wpływ terminu i gęstości siewu oraz deszczowania na plon nasion łubinu żółtego. Pozn.Tow.Przyj. Nauk, Wydz. Nauk Rol. i Leśn., Pr. Kom. Nauk Rol.i Kom. Nauk Leśn., T. 79: 105-111.

129. Szukała J., Maciejewski T., Sobiech S. 1997. Porównanie plonowania trzech gatunków łubinu na różnych kompleksach glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z. 446: 261-266.

130. Śniady R. 1996a. Wpływ zmiennych właściwości fizycznych i wodnych gleby lekkiej przy zróżnicowanym poziomie nawożenia słomą i nawozami mineralnymi na plon owsa. Cz. I. Właściwości fizyczne i chemiczne gleby. Zesz. Nauk. AR. Wrocław. Rolnictwo LXVIII 303: 63-91.

131. Śniady R. 1996b. Wpływ zmiennych właściwości fizycznych i wodnych gleby lekkiej przy zróżnicowanym poziomie nawożenia słomą i nawozami mineralnymi na plon owsa. Cz. II. Cechy morfologiczne, plonotwórcze i plonowanie owsa. Zesz. Nauk. AR. Wrocław. Rolnictwo LXVIII 303: 93-167.

132. Święcicki W. 1960. Wpływ wilgotności na rozwój i plonowanie łubinu pastewnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 20: 185-195.

133. Theunissen J. 2004. Application of intercropping in organic agriculture. Biol. Agric. and Horticulture. Vol. 15(1): 251- 259.

134. Thomas A.G., Doohan D.J., McCully K.V. 1994. Weed survery of spring cereal in New Brunswick. Phytprotection, 75(3): 113-124.

135. Tworkowski J. 1987. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na plon i wartość siewną nasion seradeli. Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., 295, Agricult., 44, Supl. A.

136. Tworkowski J., Szczukowski S. 1994. Uprawa seradeli z owsem. Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych". AR Poznań: 160-174.

137. Wanic M. 1997. Mieszanka jęczmienia jarego z owsem oraz jednogatunkowe uprawy tych zbóż w płodozmianach. Rozpr. Acta Acard. Agricult. Tech. Olst., Agricultura 64D.

138. Wanic M., Nowicki J. 2000. Funkcje siewów mieszanych zbóż w płodozmianach. Post. Nauk Roln. 4: 37-50.

139. Wardle D.A., Nicholson K. S., Rahman A. 1996. Use of a comparative approach to identify allelopathic potential and relationship between allelopathy bioassays and competition exprinents for ten grassland and plant species. J. Chem. Ecol., 22: 933-948.

140. Weigelt A., Jolliffe P. 2003. Indices of plant competition. J. of Ecollogy, 91: 707-720.

141. Wenda – Piesik A. 1999. Występowanie niektórych agrofagów owsa uprawianego w siewie czystym i w mieszankach. Mat. Konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach". AR Poznań: 128-129.

142. Wenda-Piesik A. 2001. Zróżnicowanie gatunkowe w uprawach polowych a występowanie i rozwój populacji wyspecjalizowanych szkodników roślin uprawnych. Post. Nauk Roln., 5: 65-77.

143. Wenda-Piesik A., Lemańczyk G. 1997. Health status of lower stem and roots of spring barley and oat cultivated in pure stand and in mixture with leguminosus plants. J. Appl. Genet. 38B: 87-96.

144. Wenda - Piesik A., Lemańczyk G., Kotwica K. 2000. Fitosanitarna funkcja owsa i mieszanek z jego udziałem w ogniwie zmianowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 470: 107 – 118.

145. Wenda-Piesik A., Rudnicki F. 2000. Możliwości zastosowania herbicydów w mieszankach łubinu żółtego ze zbożami. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Lublin. Vol. LV, Supl.27 Sectio E: 221-229.

146. West T.D., Griffith D.R. 1992. Effect of Strip-Intercropping Corn and Soybean on Yield and Profit. J. Prod. Agric. 5: 107-110.

147. Wilczek M. 1993. Plon nasion łubinu żółtego w zależności od nawożenia azotem i ilości wysiewu. Fragm. Agronom. 3 (39): 70-75.

148. Wojcieszka U. 1993. Fizjologia owsa. W: Biologia i agrotechnika owsa. J. Mazurek (red.), IUNG Puławy: 53 – 94.

149. Wolska E., Wojcieszka U. 1985. Wpływ azotu na przebieg niektórych procesów fizjologicznych oraz wielkości i plonu owsa. Pam. Puł. 86: 61-78.

150. Wójcik–Wojtkowiak D., Politycka B., Weyman-Kaczmarkowska W., 1998. Allelopatia. Wydawnictwo AR Poznań.

151. Van K. 1994. Microclimate of narrow strip of oats, corn and soybeans. MS Thesis. Iowa State University, Ames Iowa, 122pp.

152. Zając T. 1993. Wpływ doboru i agrotechniki roślin na wzrost i plonowanie wsiewanej koniczyny czerwonej w różnych warunkach siedliska. Zesz. Nauk. AR Kraków. Rozpr. 182.

153. Zarzycki K. 1965a. Obecny stan badań nad konkurencją (współzawodnictwem) roślin wyższych (część 1). Ekol. Pol. 11(2): 107-123.

154. Zarzycki K. 1965b. Obecny stan badań nad konkurencją (współzawodnictwem) roślin wyższych (część 2). Ekol. Pol. 11(3): 195-210.

155. Zarzycki K. 1968. Eksperymentalne badania zdolności konkurencyjnej roślin. Acta Soc. Bot. Pol. 37: 393-411.

156. Zielińska A. Rutkowski M. 1988. Porównanie wydajności owsa, jęczmienia oraz czterech odmian peluszki w siewie czystym i współrzędnym. Acta Acad. Agric. Tech. Olst. Agric. 46: 113-124.

Aneks

Zadanie badawcze nr 1 – tabele nr: A1 – A34
Zadanie badawcze nr 2 – tabele nr: A35 – A51
Zadanie badawcze nr 3 – tabele nr: A52 – A86

Tabela A1. Istotność reakcji łubinu żółtego i owsa uprawianych w mieszankach i siewach czystych na czynniki doświadczalne w doświadczeniu polowym – zadanie badawcze nr 1 (dla syntezy z lat 2002, 2004, 2005)

Cecha	Czynniki doświadczalne					
	A	B	AxB	LxA	LxB	LxAxB
Łubin żółty w mieszance z owsem						
Wypadanie roślin w trakcie wegetacji	**	**	-	**	*	-
Masa pojedynczej rośliny	**	**	-	-	*	-
Wysokość pędu głównego	-	-	-	-	-	*
Liczba pędów bocznych na roślinie	**	-	*	*	-	-
Masa strąków na roślinie	**	**	**	-	-	-
Liczba strąków na roślinie	**	**	-	-	-	-
Liczba nasion w strąku	*	-	*	*	-	-
Masa tysiąca nasion	-	-	-	-	-	-
Plon nasion łubinu	**	**	**	**	**	-
Łubin żółty w siewie czystym						
Wypadanie roślin w trakcie wegetacji	x	**	x	x	-	x
Masa pojedynczej rośliny	x	**	x	x	-	x
Wysokość pędu głównego	x	**	x	x	-	x
Liczba pędów bocznych na roślinie	x	**	x	x	*	x
Masa strąków na roślinie	x	**	x	x	*	x
Liczba strąków na roślinie	x	**	x	x	*	x
Liczba nasion w strąku	x	**	x	x	-	x
Masa tysiąca nasion	x	-	x	x	-	x
Plon nasion łubinu	x	**	x	x	-	x
Owies w mieszankach z łubinem żółtym						
Obsada wiech przed zbiorem	**	-	-	-	-	-
Masa pojedynczej rośliny	**	**	-	-	-	-
Wysokość źdźbła	**	-	-	-	-	-
Stopień zazielenienia liści	**	-	-	-	-	-
Krzewienie produkcyjne	**	*	*	**	-	-
Masa ziarna w pojedynczej wiesze	**	-	-	-	-	-
Masa tysiąca ziaren	-	-	-	-	-	-
Plon ziarna	**	*	**	**	**	**
Owies w siewie czystym						
Obsada wiech przed zbiorem	**	x	x	-	x	x
Masa pojedynczej rośliny	**	x	x	-	x	x
Wysokość źdźbła	**	x	x	**	x	x
Stopień zazielenienia liści	**	x	x	-	x	x
Krzewienie produkcyjne	**	x	x	-	x	x
Masa ziarna w pojedynczej wiesze	**	x	x	-	x	x
Masa tysiąca ziaren	-	x	x	*	x	x
Plon ziarna	**	x	x	-	x	x
Mieszanki						
Plon łączny mieszanki	**	-	*	*	-	-
Udział nasion łubinu w plonie łącznym	**	**	**	-	**	-

A – gęstość siewu owsa; B – gęstość siewu łubinu; L – lata badań;
*- istotne przy α=0,05; ** - istotne przy α=0,01; "-"- brak istotności; x - nie podlegało analizie

Tabela A2. Obsada powschodowa roślin łubinu w mieszankach owsa z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów na tle siewu czystego (szt.·m^{-2})

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})					Średnie LxB
		0	140	280	420	560	
2002	25	20,3	18,3	18,5	19,0	15,3	18,3
	50	39,7	32,0	39,8	40,3	40,5	38,4
	75	59,5	44,5	51,8	55,3	62,5	54,7
	100	92,0	83,0	80,8	72,3	86,5	82,9
	Średnie LxA	52,9	44,4	47,7	46,7	51,2	48,6
2004	25	26,1	28,5	26,7	30,2	26,3	27,6
	50	56,3	55,2	51,2	52,8	53,5	53,8
	75	77,5	71,9	76,5	72,7	79,3	75,6
	100	103,8	108,6	95,3	105,6	102,5	103,2
	Średnie LxA	65,9	66,1	62,4	65,3	65,4	65,0
2005	25	26,8	23,2	22,4	21,2	21,2	23,0
	50	47,2	46,0	40,4	48,8	49,6	46,4
	75	69,2	63,6	74,8	71,6	72,0	70,2
	100	98,4	100,4	95,2	92,4	94,4	96,2
	Średnie LxA	60,4	58,3	58,2	58,5	59,3	58,9
2002, 2004, 2005	25	24,4	23,3	22,5	23,5	20,9	22,9
	50	47,7	44,4	43,8	47,3	47,9	46,2
	75	68,7	60,0	67,7	66,5	71,3	66,8
	100	98,1	97,3	90,4	90,1	94,5	94,1
	Średnie LxA	59,7	56,3	56,1	56,8	58,6	57,5

χ^2_{tab} = 30,14; χ^2_{obl} dla 2002 = 70,9; dla 2004 = 5,6 dla 2005 = 7,6

Tabela A3. Wypadanie roślin łubinu żółtego w trakcie wegetacji z mieszanek z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów (% obsady wyjściowej)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	27,3	58,9	23,1	64,6	43,5
	50	35,9	65,8	59,6	76,4	59,4
	75	44,2	67,6	62,8	73,8	62,1
	100	47,2	76,6	72,8	81,2	69,5
	Średnie LxA	38,7	67,2	54,6	74,0	58,6
	$NIR_{0,05}$	A= 14,8; B= 14,8; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	14,1	19,9	16,4	22,3	18,2
	50	13,2	19,2	14,0	31,6	19,5
	75	13,4	19,0	20,2	37,7	22,6
	100	19,6	26,5	28,2	51,3	31,4
	Średnie LxA	15,1	21,2	19,7	35,7	22,9
	$NIR_{0,05}$	A= 10,4; B= 10,4; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	36,5	56,4	83,3	71,4	61,9
	50	53,4	47,6	65,2	78,1	61,1
	75	37,0	65,6	75,8	82,7	65,3
	100	50,4	62,2	73,3	79,9	66,4
	Średnie LxA	44,3	58,0	74,4	78,0	63,7
	$NIR_{0,05}$	A= 9,1; B= n.i.; B/A= 18,2; A/B= 18,2				
2002, 2004, 2005	25	26,0	45,1	40,9	52,8	41,2
	50	34,2	44,2	46,3	62,0	46,7
	75	31,6	50,7	52,9	64,7	50,0
	100	39,1	55,1	58,1	70,8	55,8
	Średnie LxA	32,7	48,8	49,6	62,58	48,4
	$NIR_{0,05}$	A= 11,5; B= 6,70; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
CV%	25	35,4	39,6	73,6	41,2	-
	50	48,2	43,4	49,6	34,7	-
	75	41,7	44,2	44,8	30,1	-
	100	35,5	38,2	36,4	19,5	-

Tabela A4. Masa pojedynczej rośliny łubinu żółtego w mieszankach z owsem o różnych gęstościach siewu obu komponentów (g)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	31,1	27,6	38,4	24,1	30,3
	50	48,5	30,5	26,9	28,7	33,6
	75	34,0	29,3	21,6	25,3	27,6
	100	30,7	20,1	22,7	21,5	23,8
	Średnie LxA	36,1	26,9	27,4	24,9	28,8
	$NIR_{0,05}$	A= 7,7; B= 7,7; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	57,3	40,6	44,2	35,3	44,4
	50	41,3	41,4	43,3	33,3	39,8
	75	40,6	26,1	28,0	32,5	31,8
	100	36,2	37,2	22,5	37,2	33,3
	Średnie LxA	43,9	36,3	34,5	34,6	37,3
	$NIR_{0,05}$	A= 9,1; B= 9,1; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	29,4	26,3	18,6	17,1	22,9
	50	24,7	20,4	24,7	17,7	21,9
	75	26,0	16,3	19,3	17,3	19,8
	100	25,9	19,1	16,1	16,9	19,5
	Średnie LxA	26,5	20,5	19,7	17,3	21,0
	$NIR_{0,05}$	A= 3,8; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	39,3	31,5	33,8	25,5	32,5
	50	38,2	30,7	31,6	26,6	31,8
	75	33,5	23,9	23,0	25,1	26,4
	100	30,9	25,5	20,5	25,2	25,5
	Średnie LxA	35,5	27,9	27,2	25,6	29,0
	$NIR_{0,05}$	A= 3,9; B= 4,1; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
CV%	25	32,6	20,5	32,4	29,5	-
	50	26,1	27,9	26,2	24,6	-
	75	17,8	23,1	16,0	24,8	-
	100	13,7	32,6	14,9	34,5	-

Tabela A5. Wysokość pędu głównego rośliny łubinu żółtego w mieszankach z owsem o różnych gęstościach siewu obu komponentów (cm)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	86,4	74,4	68,8	74,8	76,1
	50	82,4	83,3	95,8	71,0	83,1
	75	82,9	76,9	79,4	79,8	79,8
	100	87,2	79,8	76,9	79,5	80,9
	Średnie LxA	84,7	78,6	80,2	76,3	80,0
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i				
2004	25	62,7	66,4	69,9	64,2	65,8
	50	66,0	66,9	63,2	63,7	64,9
	75	65,0	60,3	62,9	60,8	62,3
	100	59,8	66,8	63,5	62,0	63,0
	Średnie LxA	63,4	65,1	64,9	62,7	64,0
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i				
2005	25	67,2	66,6	69,0	66,1	67,2
	50	66,9	70,4	68,9	70,7	69,2
	75	65,6	69,9	68,7	69,4	68,4
	100	72,6	69,3	70,3	69,1	70,3
	Średnie LxA	68,1	69,0	69,2	68,8	68,8
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= 2,6.; B/A= n.i.; A/B= n.i				
2002, 2004, 2005	25	72,1	69,1	69,2	68,4	69,7
	50	71,7	73,5	76,0	68,5	72,4
	75	71,2	69,1	70,3	70,0	70,1
	100	73,2	72,0	70,2	70,2	71,4
	Średnie LxA	72,0	70,9	71,4	69,3	70,9
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i				
CV%	25	14,2	5,4	0,7	6,7	-
	50	10,5	9,6	18,8	4,9	-
	75	11,7	9,9	9,7	11,1	-
	100	15,3	7,8	7,8	10,3	-

Tabela A6. Liczba pędów bocznych I rzędu na roślinie łubinu żółtego w siewach mieszanych z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	2,5	1,8	1,9	2,2	2,1
	50	2,4	2,2	2,3	2,0	2,2
	75	2,3	1,7	2,1	2,1	2,1
	100	2,2	2,1	2,0	2,4	2,2
	Średnie LxA	2,3	2,0	2,1	2,2	2,1
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4
	50	2,2	2,2	2,3	2,1	2,2
	75	2,1	1,6	1,9	2,3	2,0
	100	2,4	2,2	1,8	3,1	2,4
	Średnie LxA	2,3	2,0	2,1	2,5	2,2
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	2,4	1,8	0,9	0,7	1,4
	50	1,5	1,2	2,0	1,0	1,4
	75	1,6	1,1	1,2	1,1	1,3
	100	1,8	0,8	0,4	0,8	1,0
	Średnie LxA	1,8	1,2	1,1	0,9	1,3
	$NIR_{0,05}$	A= 0,6; B= n.i.; B/A= 1,1; A/B= 1,1				
2002, 2004, 2005	25	2,5	1,9	1,7	1,7	2,0
	50	2,0	1,8	2,2	1,7	2,0
	75	2,0	1,5	1,7	1,9	1,8
	100	2,1	1,7	1,4	2,1	1,8
	Średnie LxA	2,2	1,7	1,8	1,8	1,9
	$NIR_{0,05}$	A= 0,3; B= n.i.; B/A= 0,6; A/B= 0,3				
CV%	25	3,8	10,9	34,5	42,3	-
	50	18,3	26,0	6,1	30,0	-
	75	14,8	16,5	22,3	30,0	-
	100	11,4	36,3	49,7	47,7	-

Tabela A7. Masa strąków na roślinie łubinu żółtego w siewach mieszanych z owsem o rożnej gęstości siewu obu komponentów (g)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	17,0	14,3	12,0	6,9	12,5
	50	10,3	11,3	11,3	6,4	9,8
	75	10,6	6,9	7,5	6,3	7,8
	100	11,2	7,5	7,3	6,2	8,1
	Średnie LxA	12,3	10,0	9,5	6,4	9,6
	$NIR_{0,05}$	A= 2,5; B= 2,5; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	25,7	18,4	18,2	14,9	19,3
	50	15,6	17,1	17,1	12,0	15,5
	75	17,1	10,4	11,4	13,5	13,1
	100	19,7	14,3	8,7	16,0	14,7
	Średnie LxA	19,5	15,0	13,9	14,1	15,6
	$NIR_{0,05}$	A= 5,1; B= 5,1; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	10,7	9,9	6,4	6,4	8,4
	50	9,4	7,3	9,4	6,5	8,1
	75	9,8	5,7	7,3	8,0	7,7
	100	9,7	7,1	5,8	6,1	7,2
	Średnie LxA	9,9	7,5	7,2	6,7	7,8
	$NIR_{0,05}$	A= 2,0; B= n.i.; B/A= n.i; A/B= n.i				
2002, 2004, 2005	25	17,8	14,2	12,2	9,4	13,4
	50	11,8	11,9	12,6	8,3	11,1
	75	12,5	7,7	8,7	9,3	9,5
	100	13,5	9,6	7,3	9,4	10,0
	Średnie LxA	13,9	10,8	10,2	9,1	11,0
	$NIR_{0,05}$	A= 1,9; B= 1,9; B/A= 3,8; A/B= 1,8				
CV%	25	34,5	24,3	39,7	41,3	-
	50	23,3	33,6	26,2	31,5	-
	75	26,1	26,0	21,6	33,7	-
	100	32,6	34,1	16,1	49,5	-

Tabela A8. Liczba strąków na roślinie łubinu żółtego w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	5,8	5,1	4,5	2,7	4,5
	50	4,3	4,4	4,3	4,1	4,3
	75	4,2	4,1	3,3	2,7	3,5
	100	3,8	2,5	3,7	2,0	3,0
	Średnie LxA	4,5	4,0	3,9	2,9	3,8
	$NIR_{0,05}$	A= 1,4; B= 1,4; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	8,5	6,4	6,8	5,9	6,9
	50	6,5	6,4	6,6	5,7	6,3
	75	6,4	5,8	4,9	5,5	5,7
	100	5,9	4,1	4,4	4,7	4,8
	Średnie LxA	6,8	5,7	5,7	5,4	5,9
	$NIR_{0,05}$	A= 1,2; B= 1,2; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	4,0	3,7	2,6	2,9	3,3
	50	3,5	3,0	3,8	2,8	3,3
	75	3,5	2,4	2,9	2,8	2,9
	100	3,8	3,1	2,4	2,6	3,0
	Średnie LxA	3,7	3,0	2,9	2,7	3,1
	$NIR_{0,05}$	A= 0,6; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	6,1	5,0	4,6	3,8	4,9
	50	4,8	4,6	4,9	4,2	4,6
	75	4,7	4,1	3,7	3,6	4,0
	100	4,5	3,2	3,5	3,1	3,6
	Średnie LxA	5,0	4,2	4,2	3,7	4,3
	$NIR_{0,05}$	A= 0,61; B= 0,63; B/A= n.i.; A/B= n.i				
CV%	25	30,9	22,0	37,0	38,4	-
	50	27,1	30,4	24,5	28,4	-
	75	26,3	33,8	24,0	36,3	-
	100	22,5	20,1	22,9	37,8	-

Tabela A9. Liczba nasion w strąku łubinu żółtego w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów

Lata badań	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	2,3	1,9	2,0	2,2	2,1
	50	2,3	2,1	2,2	1,9	2,1
	75	2,2	1,9	2,0	2,2	2,1
	100	2,3	1,8	2,4	1,9	2,1
	Średnie LxA	2,3	1,9	2,1	2,1	2,1
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	3,7	3,4	2,6	3,0	3,2
	50	3,0	3,2	3,2	3,1	3,1
	75	2,9	3,2	2,6	3,3	3,0
	100	3,2	3,2	2,9	3,0	3,0
	Średnie LxA	3,2	3,2	2,8	3,1	3,1
	$NIR_{0,05}$	A= 0,3; B= n.i.; B/A= 0,6; A/B= 0,6				
2005	25	2,1	2,1	1,9	1,9	2,0
	50	2,0	2,0	2,0	1,9	2,0
	75	2,0	1,9	1,8	1,9	1,9
	100	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9
	Średnie LxA	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	2,7	2,5	2,2	2,4	2,4
	50	2,4	2,4	2,5	2,3	2,4
	75	2,4	2,3	2,1	2,5	2,3
	100	2,5	2,2	2,4	2,2	2,3
	Średnie LxA	2,5	2,4	2,3	2,3	2,4
	$NIR_{0,05}$	A= 0,19; B= n.i.; B/A= 0,36; A/B= 0,18				
CV%	25	25,7	25,5	14,1	19,6	-
	50	17,9	23,3	22,2	24,4	-
	75	15,6	26,8	17,3	25,2	-
	100	21,0	29,1	16,9	23,8	-

Tabela A10. Masa pojedynczej rośliny łubinu w siewach czystych o różnej gęstości (g)

Lata badań	Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	25	50	75	100		
2002	102,3	88,4	62,9	53,5	76,8	40,3
2004	144,6	91,2	73,5	57,1	91,6	n.i.
2005	122,5	96,9	51,0	47,5	79,5	39,0
Średnia	123,2	92,2	62,5	52,7	82,6	29,8
CV%	14,0	3,8	14,7	7,5	-	-

Tabela A11. Wysokość pędu głównego rośliny łubinu żółtego w siewach czystych o różnej gęstości (cm)

Lata badań	Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	25	50	75	100		
2002	66,3	71,4	74,2	78,2	72,5	3,7
2004	61,5	64,7	66,7	64,8	64,4	n.i.
2005	57,5	61,1	63,0	65,9	61,9	7,5
Średnia	61,8	65,7	68,0	69,6	66,3	3,9
CV%	5,8	6,5	6,8	8,7	-	-

Tabela A12. Liczba pędów bocznych na roślinie łubinu żółtego w siewach czystych o różnej gęstości

Lata badań	Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	25	50	75	100		
2002	4,0	2,7	2,9	2,5	3,0	1,5
2004	3,7	2,7	2,6	2,0	2,7	1,3
2005	6,3	6,0	4,3	3,2	5,0	1,6
Średnia	4,7	3,8	3,3	2,6	3,6	0,9
CV%	24,8	41,3	22,7	19,3	-	-

Tabela A13. Masa strąków na roślinie łubinu żółtego w siewach czystych o różnej gęstości (g)

Lata badań	Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	25	50	75	100		
2002	25,4	26,6	20,4	18,0	22,6	n.i.
2004	44,6	35,3	26,5	20,6	31,8	19,9
2005	48,5	39,4	19,3	16,9	31,0	17,2
Średnia	39,5	33,8	22,1	18,5	28,5	9,5
CV%	25,6	15,8	14,4	8,5	-	-

Tabela A14. Liczba strąków na roślinie łubinu żółtego w siewach czystych o różnej gęstości

Lata badań	Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	25	50	75	100		
2002	7,9	8,8	7,3	7,0	7,7	n.i.
2004	13,4	11,2	9,4	7,6	10,4	5,2
2005	15,3	11,8	6,8	5,7	9,9	5,5
Średnia	12,2	10,6	7,8	6,7	9,3	2,96
CV%	25,9	12,3	14,3	12,1	-	-

Tabela A15. Liczba nasion w strąku łubinu żółtego w siewach czystych o różnej gęstości

Lata badań	Gęstość siewu łubinu (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	25	50	75	100		
2002	2,5	2,6	2,4	2,3	2,5	n.i.
2004	4,0	3,8	3,6	3,4	3,7	n.i.
2005	2,5	2,3	2,2	1,9	2,2	0,3
Średnia	3,0	2,9	2,7	2,5	2,8	0,3
CV%	23,9	22,3	22,2	25,2	-	-

Tabela A16. Obsada powschodowa roślin owsa w mieszankach owsa z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów na tle siewu czystego (szt.·m^{-2})

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	0	195	274	440	529	360
	25	228	287	416	506	359
	50	229	297	428	522	369
	75	180	286	402	506	344
	100	172	284	446	526	357
	Średnie LxA	201	286	426	518	358
2004	0	251	338	462	539	398
	25	239	317	467	557	395
	50	206	326	478	603	403
	75	210	366	435	625	409
	100	194	366	402	520	370
	Średnie LxA	220	343	449	569	395
2005	0	146	304	481	576	376
	25	148	286	441	581	364
	50	154	334	460	563	378
	75	148	287	409	589	358
	100	145	282	449	568	361
	Średnie LxA	148	299	448	576	368
2002, 2004, 2005	0	197	305	461	548	378
	25	205	297	441	548	373
	50	196	319	456	563	383
	75	180	313	415	573	370
	100	170	311	432	538	363
	Średnie LxA	190	309	441	554	373

χ^2_{tab} = 31,144; χ^2_{tab} dla 2002 = 25,2; dla 2004 = 21,1 dla 2005 = 24,6

Tabela A17. Obsada wiech owsa przed zbiorem w mieszankach owsa z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów (szt.·m^{-2})

Lata badań (L))	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	228	287	416	506	359
	50	229	297	428	522	369
	75	180	286	402	506	344
	100	169	284	446	526	356
	Średnie LxA	202	289	423	515	357
	$NIR_{0,05}$	A= 31,3; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	239	317	467	557	395
	50	206	326	478	603	403
	75	210	366	435	625	409
	100	204	366	402	520	373
	Średnie LxA	215	344	446	576	395
	$NIR_{0,05}$	A= 78,2; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	284	392	486	602	441
	50	268	382	514	561	431
	75	257	338	489	620	426
	100	227	346	459	570	401
	Średnie LxA	259	365	487	588	425
	$NIR_{0,05}$	A= 43,3; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	250	332	456	555	399
	50	234	335	473	562	401
	75	216	330	442	584	393
	100	216	332	435	538	380
	Średnie LxA	229	332	452	560	393
	$NIR_{0,05}$	A=30,2; B= n.i; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
CV%	25	9,7	13,3	6,5	7,1	-
	50	10,9	10,6	7,4	5,9	-
	75	14,6	10	8,1	9,4	-
	100	11,1	10,6	5,6	4,1	-

Tabela A18. Masa pojedynczej rośliny owsa w mieszankach owsa z łubinem żółtym o różnych gęstościach siewu obu komponentów (g)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	19,3	12,9	9,4	7,7	12,3
	50	20,7	13,7	11,5	7,6	13,4
	75	19,4	13,4	7,9	6,4	11,8
	100	17,0	10,2	8,5	6,5	10,6
	Średnie LxA	19,1	12,5	9,3	7,1	12,0
	$NIR_{0,05}$	A= 2,52; B= 2,52; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	20,5	13,5	7,7	6,2	12,0
	50	20,4	16,2	11,7	9,0	14,3
	75	19,1	9,9	8,3	8,4	11,5
	100	16,6	13,1	11,3	6,0	11,8
	Średnie LxA	19,2	13,2	9,8	7,4	12,4
	$NIR_{0,05}$	A= 2,90; B= 2,90; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	13,2	8,3	6,6	5,1	8,3
	50	17,0	7,4	7,7	5,5	9,4
	75	12,1	8,2	4,4	4,2	7,2
	100	12,7	11,2	4,9	4,9	8,4
	Średnie LxA	13,8	8,8	5,9	4,9	8,3
	$NIR_{0,05}$	A= 3,20; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	17,7	11,6	7,9	6,3	10,9
	50	19,4	12,4	10,3	7,4	12,4
	75	16,9	10,5	6,9	6,3	10,2
	100	15,4	11,5	8,2	5,8	10,2
	Średnie LxA	17,3	11,5	8,3	6,5	10,9
	$NIR_{0,05}$	A= 1,60; B= 1,59; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
CV%	25	18,2	19,9	14,7	16,6	-
	50	8,6	29,5	17,9	19,6	-
	75	20,0	20,3	25,4	27,5	-
	100	12,5	10,6	32,2	11,5	-

Tabela A19. Wysokość źdźbła owsa w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów (cm)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	95,9	84,2	77,7	83,2	85,2
	50	91,8	89,9	84,8	77,5	86,0
	75	91,6	89,0	79,6	75,8	84,0
	100	109,0	84,4	81,7	73,6	87,2
	Średnie LxA	97,1	86,9	80,9	77,5	85,6
	$NIR_{0,05}$	A= 11,0; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	82,9	77,8	72,2	66,4	74,8
	50	90,3	76,7	78,2	75,9	80,3
	75	85,7	69,6	72,6	68,1	74,0
	100	81,0	81,7	78,9	64,3	76,5
	Średnie LxA	85,0	76,5	75,5	68,7	76,4
	$NIR_{0,05}$	A= 7,2; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	87,8	86,0	84,7	76,8	83,8
	50	90,9	83,4	84,9	79,5	84,7
	75	87,8	85,2	78,0	76,8	81,9
	100	90,0	91,7	82,3	80,1	86,0
	Średnie LxA	89,1	86,6	82,5	78,3	84,1
	$NIR_{0,05}$	A= 5,8; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	88,8	82,7	78,2	75,4	81,3
	50	91,0	83,3	82,6	77,6	83,6
	75	88,4	81,3	76,7	73,6	80,0
	100	93,3	85,9	81,0	72,7	83,2
	Średnie LxA	90,4	83,3	79,6	74,8	82,0
	$NIR_{0,05}$	A= 4,6; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
CV%	25	6,1	4,3	6,5	9,2	-
	50	0,7	6,5	3,8	1,9	-
	75	2,7	10,3	3,9	5,3	-
	100	12,5	4,9	1,8	8,9	-

Tabela A20. Stopień odżywienia roślin owsa azotem w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów (SPAD)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	688	599	580	537	601
	50	703	582	544	544	593
	75	683	596	583	520	596
	100	679	633	614	512	609
	Średnie LxA	688	602	580	528	600
	$NIR_{0,05}$	A= 34; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	729	611	621	602	641
	50	736	679	627	590	658
	75	745	662	622	563	648
	100	742	673	666	574	664
	Średnie LxA	738	656	634	582	653
	$NIR_{0,05}$	A= 37; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004, 2005	25	708	605	601	569	621
	50	720	630	586	567	626
	75	714	629	603	542	622
	100	710	653	640	543	637
	Średnie LxA	713	629	607	555	626
	$NIR_{0,05}$	A= 24; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
CV%	25	2,9	1,0	3,4	5,7	-
	50	2,3	7,7	7,0	4,1	-
	75	4,4	5,2	3,2	4,0	-
	100	4,5	3,1	4,1	5,7	-

Tabela A21. Krzewienie produkcyjne roślin owsa w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	1,78	1,30	1,12	1,19	1,35
	50	2,07	1,19	1,25	1,12	1,41
	75	1,86	1,18	1,18	1,22	1,36
	100	1,53	1,26	1,15	1,10	1,26
	Średnie LxA	1,81	1,23	1,18	1,16	1,34
	$NIR_{0,05}$	A= 0,19; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	1,44	1,03	1,05	1,00	1,13
	50	1,25	1,05	1,11	1,00	1,10
	75	1,29	1,00	1,00	1,03	1,08
	100	1,25	1,13	1,05	1,03	1,11
	Średnie LxA	1,31	1,05	1,05	1,01	1,11
	$NIR_{0,05}$	A= 0,09; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	1,30	1,08	1,03	1,00	1,10
	50	1,62	1,10	1,13	1,10	1,24
	75	1,33	1,05	1,00	1,03	1,10
	100	1,30	1,16	1,03	1,00	1,12
	Średnie LxA	1,39	1,10	1,04	1,03	1,14
	$NIR_{0,05}$	A= 0,14; B= 0,14; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	1,51	1,13	1,06	1,06	1,19
	50	1,65	1,11	1,16	1,07	1,25
	75	1,49	1,08	1,06	1,09	1,18
	100	1,36	1,18	1,08	1,04	1,16
	Średnie LxA	1,50	1,13	1,09	1,07	1,20
	$NIR_{0,05}$	A= 0,127; B= 0,081; B/A= 0,160; A/B= 0,080				
CV%	25	13,39	10,65	3,67	8,53	-
	50	20,29	5,30	5,60	4,83	-
	75	17,12	7,15	8,00	8,43	-
	100	8,89	4,90	5,02	4,19	-

Tabela A22. Masa ziarna w pojedynczej wiesze owsa w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów (g)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) (szt.·m^{-2})	Gęstość siewu owsa (A) (szt.·m^{-2})				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	3,19	2,78	2,50	2,07	2,63
	50	2,73	2,40	2,38	2,08	2,40
	75	2,88	2,45	2,38	2,08	2,45
	100	2,76	2,98	2,22	1,92	2,47
	Średnie LxA	2,89	2,65	2,37	2,04	2,49
	$NIR_{0,05}$	A= 0,37; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	2,95	2,58	1,68	1,95	2,29
	50	3,47	2,37	2,56	1,88	2,57
	75	3,09	2,56	1,85	1,56	2,27
	100	2,86	2,67	2,50	1,50	2,38
	Średnie LxA	3,09	2,54	2,15	1,72	2,38
	$NIR_{0,05}$	A= 0,58; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	2,49	2,32	2,22	1,91	2,24
	50	2,63	2,27	1,85	1,75	2,13
	75	2,47	2,37	2,11	1,55	2,13
	100	2,52	2,32	1,72	1,71	2,07
	Średnie LxA	2,53	2,32	1,98	1,73	2,14
	$NIR_{0,05}$	A= 0,45; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	2,88	2,56	2,13	1,98	2,39
	50	2,94	2,35	2,26	1,91	2,37
	75	2,81	2,46	2,12	1,73	2,28
	100	2,71	2,65	2,15	1,71	2,31
	Średnie LxA	2,84	2,51	2,16	1,83	2,33
	$NIR_{0,05}$	A= 0,27; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
CV%	25	10,05	7,42	15,96	3,38	-
	50	12,75	2,30	13,29	7,18	-
	75	9,04	3,10	10,18	14,39	-
	100	5,32	10,00	15,04	10,19	-

Tabela A23. Obsada wiech owsa w siewach czystych o różnej gęstości siewu (szt.·m^{-2})

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	140	280	420	560		
2002	195	274	440	529	360	48,4
2004	251	338	462	539	398	73,7
2005	226	353	468	566	403	66,0
Średnia	224	321	457	545	387	32,9
CV%	10,2	10,6	2,7	2,9	-	-

Tabela A24. Masa pojedynczej rośliny owsa w siewach czystym o różnej gęstości siewu (g)

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	140	280	420	560		
2002	19,1	12,8	11,1	7,2	12,6	3,6
2004	18,9	12,6	12,8	7,3	12,9	5,7
2005	14,8	9,6	7,7	4,2	9,1	4,5
Średnia	17,6	11,7	10,5	6,3	11,5	2,19
CV%	11,2	12,6	20,3	23,0	-	-

Tabela A25. Wysokość źdźbła owsa w siewach czysty o różnej gęstości siewu (cm)

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				Średnia	$NIR_{0,05}$
	140	280	420	560		
2002	95,5	93,3	81,2	71,0	85,2	14,6
2004	82,2	78,0	69,6	74,3	76,0	10,5
2005	85,4	87,6	83,7	73,8	82,6	7,7
Średnia	87,7	86,3	78,2	73,1	81,3	7,0
CV%	6,4	7,3	7,9	2,0	-	-

Tabela A26. Stopień odżywienia roślin owsa azotem w siewach czystych o różnej gęstości (SPAD)

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				średnia	NIR$_{0,05}$
	140	280	420	560		
2002	655	577	563	575	592	83
2004	714	633	624	577	637	115
średnia	684	605	593	576	615	61
CV%	4,3	4,6	5,1	0,2	-	-

Tabela A27. Krzewienie produkcyjne roślin owsa w siewach czystych o różnej gęstości

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				średnia	NIR$_{0,05}$
	140	280	420	560		
2002	1,76	1,18	1,30	1,15	1,35	n.i.
2004	1,45	1,13	1,10	1,03	1,18	0,30
2005	1,47	1,28	1,08	1,03	1,21	0,29
średnia	1,56	1,19	1,16	1,07	1,24	0,20
CV%	9,2	5,2	8,5	5,5	-	-

Tabela A28. Masa ziarna w pojedynczej wiesze owsa w siewach czystych o różnej gęstości (g)

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				średnia	NIR$_{0,05}$
	140	280	420	560		
2002	3,83	3,27	2,64	2,25	3,00	0,85
2004	4,02	2,99	2,15	2,36	2,88	1,69
2005	2,82	2,30	2,16	1,82	2,28	n.i.
średnia	3,56	2,85	2,32	2,14	2,72	0,61
CV%	14,8	14,3	9,7	10,9	-	-

Tabela A29. Plony nasion łubinu żółtego w siewach czystych o różnej gęstości siewu (t·ha^{-1})

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				średnia	NIR$_{0,05}$
	25	50	75	100		
2002	0,77	0,99	1,11	1,21	1,02	0,30
2004	2,36	2,65	2,71	2,72	2,61	0,25
2005	0,98	1,31	1,50	1,53	1,33	0,30
średnia	1,37	1,65	1,77	1,82	1,65	0,14
CV%	51,45	43,54	38,46	35,72	-	-

Tabela A30. Plony ziarna owsa w siewach czystych o różnej gęstości (t·ha^{-1})

Lata badań	Gęstość siewu owsa (szt.·m^{-2})				średnia	NIR$_{0,05}$
	140	280	420	560		
2002	5,28	6,75	6,69	6,36	6,27	n.i.
2004	5,01	5,87	6,58	6,48	5,98	1,22
2005	4,23	4,32	4,73	4,59	4,47	n.i.
średnia	4,84	5,65	6,00	5,81	5,57	0,64
CV%	9,12	17,79	15,03	14,85	-	-

Tabela A31. Plony nasion łubinu żółtego w mieszankach z owsem o różnej gęstości siewu obu komponentów ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) ($szt. \cdot m^{-2}$)	Gęstość siewu owsa (A) ($szt. \cdot m^{-2}$)				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	0,25	0,10	0,04	0,05	0,25
	50	0,33	0,16	0,14	0,02	0,22
	75	0,43	0,18	0,14	0,14	0,16
	100	0,67	0,17	0,09	0,09	0,11
	Średnie LxA	0,42	0,15	0,10	0,08	0,19
	$NIR_{0,05}$	A= 0,12 ; B= 0,12; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	0,87	0,58	0,49	0,35	0,57
	50	1,01	0,90	0,88	0,69	0,87
	75	1,09	0,93	0,85	0,74	0,90
	100	1,45	0,94	0,79	0,91	1,02
	Średnie LxA	1,11	0,84	0,75	0,67	0,84
	$NIR_{0,05}$	A= 0,19; B= 0,19; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	0,10	0,06	0,02	0,03	0,05
	50	0,15	0,11	0,12	0,05	0,11
	75	0,26	0,14	0,11	0,11	0,16
	100	0,40	0,18	0,08	0,09	0,19
	Średnie LxA	0,23	0,13	0,08	0,07	0,13
	$NIR_{0,05}$	A= 0,05; B= 0,05; B/A= 0,11; A/B= 0,11				
2002, 2004, 2005	25	0,41	0,25	0,18	0,15	0,25
	50	0,50	0,39	0,38	0,26	0,38
	75	0,59	0,42	0,36	0,33	0,43
	100	0,84	0,43	0,32	0,36	0,49
	Średnie LxA	0,59	0,37	0,31	0,27	0,39
	$NIR_{0,05}$	A= 0,08; B= 0,10; B/A= 0,14; A/B= 0,07				
CV%	25	81,4	95,8	120,5	100,5	-
	50	74,5	92,2	93,8	119,6	-
	75	60,7	86,4	94,5	87,7	-
	100	52,6	84,0	105,0	106,9	-

Tabela A32. Plony ziarna owsa w mieszankach z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) ($szt. \cdot m^{-2}$)	Gęstość siewu owsa (A) ($szt. \cdot m^{-2}$)				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	4,89	6,13	6,23	6,16	5,85
	50	5.28	5.83	5,70	6,33	5,78
	75	5,10	5,95	6,27	6,30	5,91
	100	4,35	5,70	6,53	6,71	5,82
	Średnie LxA	4,90	5,90	6,18	6,38	5,84
	$NIR_{0,05}$	A= 0,45; B= n.i.; B/A= 0,91; A/B= 0,91				
2004	25	4,40	5,30	5,19	5,28	5,04
	50	4,65	4,40	4,27	5,30	4,65
	75	4,31	4,46	4,95	4,62	4,59
	100	3,56	4,47	5,11	4,43	4,39
	Średnie LxA	4,23	4,66	4,88	4,90	4,67
	$NIR_{0,05}$	A= 0,67; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	3,44	4,19	4,28	4,30	4,05
	50	3,59	3,90	3,96	4,32	3,94
	75	3,27	3,79	3,98	4,19	3,81
	100	2,96	3,74	3,96	4,35	3,75
	Średnie LxA	3,32	3,91	4,04	4,29	3,89
	$NIR_{0,05}$	A= 0,42; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	4,24	5,21	5,23	5,25	4,98
	50	4,51	4,71	4,64	5,32	4,79
	75	4,23	4,74	5,07	5,03	4,77
	100	3,62	4,64	5,20	5,16	4,65
	Średnie LxA	4,15	4,82	5,03	5,19	4,80
	$NIR_{0,05}$	A= 0,29; B= 0,26; B/A= 0,58; A/B= 0,29				
CV%	25	14,12	15,2	15,20	14,52	-
	50	15,51	17,36	16,31	15,48	-
	75	17,71	19,01	18,58	18,14	-
	100	15,62	17,43	20,22	21,23	-

Tabela A33. Plony mieszanek owsa z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) ($szt. \cdot m^{-2}$)	Gęstość siewu owsa (A) ($szt. \cdot m^{-2}$)				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	5,14	6,22	6,26	6,22	5,96
	50	5,61	5,99	5,83	6,36	5,95
	75	5,53	6,13	6,41	6,44	6,13
	100	5,02	5,86	6,61	6,8	6,07
	Średnie LxA	5,32	6,05	6,28	6,45	6,03
	$NIR_{0,05}$	A= 0,41; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2004	25	5,27	5,88	5,68	5,63	5,61
	50	5,66	5,30	5,15	5,99	5,53
	75	5,40	5,39	5,8	5,36	5,49
	100	5,01	5,41	5,9	5,33	5,41
	Średnie LxA	5,34	5,50	5,63	5,58	5,51
	$NIR_{0,05}$	A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	3,54	4,26	4,30	4,33	4,11
	50	3,74	4,01	4,08	4,37	4,05
	75	3,53	3,94	4,08	4,30	3,96
	100	3,37	3,92	4,04	4,44	3,94
	Średnie LxA	3,55	4,03	4,12	4,36	4,01
	$NIR_{0,05}$	A= 0,42; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2002, 2004, 2005	25	4,65	5,45	5,41	5,39	5,23
	50	5,00	5,10	5,02	5,57	5,17
	75	4,82	5,15	5,43	5,37	5,19
	100	4,47	5,07	5,52	5,52	5,14
	Średnie LxA	4,73	5,19	5,35	5,46	5,18
	$NIR_{0,05}$	A= 0,27; B= n.i.; B/A= 0,51; A/B= 0,26				
CV%	25	16,85	15,73	15,23	14,65	-
	50	17,91	16,1	14,36	15,47	-
	75	18,94	17,67	18,15	16,31	-
	100	17,38	16,36	19,70	17,61	-

Tabela A34. Udział nasion łubinu żółtego w plonie mieszanek owsa z łubinem żółtym o różnej gęstości siewu obu komponentów (%).

Lata badań (L)	Gęstość siewu łubinu (B) ($szt. \cdot m^{-2}$)	Gęstość siewu owsa (A) ($szt. \cdot m^{-2}$)				Średnie LxB
		140	280	420	560	
2002	25	5,09	1,58	0,58	0,64	1,97
	50	6,09	2,73	2,36	0,40	2,9
	75	10,50	2,94	2,15	1,60	4,3
	100	13,49	2,83	1,25	1,26	4,71
	Średnie LxA	8,79	2,52	1,58	0,97	3,47
	$NIR_{0,05}$	A= 2,21; B= 2,21; B/A= 4,42; A/B= 4,42				
2004	25	17,00	10,14	9,06	6,34	10,63
	50	17,88	17,35	13,45	12,35	15,26
	75	20,86	17,18	15,19	14,15	16,85
	100	29,19	18,53	17,03	17,07	20,46
	Średnie LxA	21,24	15,8	13,68	12,48	15,8
	$NIR_{0,05}$	A= 4,48; B= 4,48; B/A= n.i.; A/B= n.i.				
2005	25	3,14	1,54	0,4	0,74	1,46
	50	4,17	2,91	2,92	1,28	2,82
	75	7,45	3,77	2,62	2,54	4,09
	100	12,59	4,86	2,00	2,04	5,37
	Średnie LxA	6,84	3,27	1,99	1,65	3,44
	$NIR_{0,05}$	A= 1,75; B= 1,75; B/A= 3,50; A/B= 3,50				
2002, 2004, 2005	25	8,41	4,42	3,35	2,57	4,69
	50	9,38	7,66	6,25	4,68	6,99
	75	12,94	7,96	6,65	6,10	8,41
	100	18,42	8,74	6,76	6,79	10,18
	Średnie LxA	12,29	7,20	5,75	5,03	7,57
	$NIR_{0,05}$	A= 1,70; B= 2,01; B/A= 3,27; A/B= 1,64				
CV%	25	72,85	91,59	120,71	103,54	-
	50	64,63	89,38	81,7	116,27	-
	75	44,39	81,98	90,8	93,6	-
	100	41,38	79,73	107,46	107,2	-

Tabela A35. Reakcje roślin łubinu żółtego i owsa na oddziaływania brzegowe oraz na wzajemne oddziaływania sąsiedzkie (2005 rok)

Cecha	Rodzaj oddziaływań (B)	Kolejny rząd roślin (A)					$NIR_{0,05}$
		1	2	3	4	średnia	
Łubin żółty							
Masa roślin ($g \cdot mb^{-1}$)	EB	104,5	84,8	64,1	48,7	75,5	A 3,6; B 6,1;
	ES	18,5	41,2	47,8	52,3	39,9	B/A 8,69;
	średnia	61,5	63,0	56,0	50,5	57,7	A/B, 6,5
Masa strąków ($g \cdot mb^{-1}$)	EB	45,0	37,5	20,4	13,3	29,1	A 3,1; B 2,03;
	ES	5,1	10,7	12,2	14,4	10,6	B/A 2,88;
	średnia	25,1	24,1	16,3	13,8	19,8	A/B 3,51
Liczba strąków z mb	EB	50,4	35,2	22,9	14,8	30,8	A 1,7; B 3,07;
	ES	6,5	13,0	14,7	17,5	12,9	B/A 4,34;
	średnia	28,5	24,1	18,8	16,1	21,9	A/B3,21
Plon nasion ($g \cdot mb^{-1}$)	EB	23,7	19,5	11,5	8,0	15,7	A 1,0; B 1,47;
	ES	2,6	6,5	6,8	8,1	6,0	B/A 2,08;
	średnia	13,2	13,0	9,2	8,1	10,9	A/B 1,62
Masa tysiąca nasion (g)	EB	123,8	125,2	154,2	126,3	132,4	An.i.; Bn.i.;
	ES	122,2	128,3	134,6	126,3	127,9	B/An.i.;
	średnia	123,0	126,7	144,4	126,3	130,1	A/Bn.i.
Owies							
Masa roślin ($g \cdot mb^{-1}$)	EB	287,3	119,6	94,2	103,3	151,1	A 8,8; B 10,7;
	ES	252,2	106,0	101,5	97,4	139,3	B/A 15,1;
	średnia	269,7	112,8	97,8	100,4	145,2	A/B 12,9
Masa wiech ($g \cdot mb^{-1}$)	EB	161,8	64,0	48,7	53,5	82,0	A 4,2; B 9,3;
	ES	139,1	55,2	56,1	49,2	74,9	B/A13,2;
	średnia	150,5	59,6	52,4	51,4	78,5	A/B 9,4
Liczba wiech z mb	EB	70,0	48,6	46,2	50,3	53,8	An.i.; B 7,63;
	ES	61,8	45,5	47,4	44,6	49,8	B/An.i.;
	ES	18,5	41,2	47,8	52,3	39,9	A/Bn.i.
Plon ziarna ($g \cdot mb^{-1}$)	EB	124,2	52,4	42,0	44,9	65,9	A n.i.; B 4,6;
	ES	116,0	48,4	44,5	43,9	63,2	B/A 6,4;
	średnia	120,1	50,4	43,2	44,4	64,5	A/B 6,7
Masa tysiąca ziaren (g)	EB	27,3	27,9	28,5	29,1	28,2	An.i.; Bn.i.;
	ES	28,0	28,5	28,8	28,3	28,4	B/An.i.;
	średnia	27,7	28,2	28,6	28,7	28,3	A/Bn.i.
Stopień zazielenienia liści (SPAD)	EB	705,5	552,0	533,8	523,3	578,6	An.i.; B 54,6;
	ES	729,5	529,8	546,3	530,5	584,0	B/An.i.;
	średnia	717,5	540,9	540,0	526,9	581,3	A/Bn.i.

EB – oddziaływania brzegowe; ES – oddziaływania sąsiedzkie

Tabela A36. Wypadanie roślin łubinu żółtego (%) w trakcie wegetacji w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	34,1	40,4	40,1	38,2
2	38,9	46,6	30,6	38,7
3	44,5	42,5	36,3	41,1
4	41,7	43,3	36,7	40,6
Średnia	39,8	43,2	35,9	39,6

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A37. Plon biomasy ($g \cdot mb^{-1}$) roślin łubinu żółtego w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	73,3	63,0	66,4	67,6
2	54,0	51,4	48,0	51,1
3	40,3	40,1	45,0	41,8
4	44,6	39,0	46,1	43,2
Średnia	53,0	48,4	51,4	50,9

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= 22,6; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A38. Liczba pędów bocznych na roślinie łubinu żółtego w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	1,31	1,36	1,41	1,36
2	1,35	1,07	1,09	1,17
3	1,14	1,16	1,02	1,11
4	1,11	1,21	1,09	1,14
Średnia	1,23	1,20	1,15	1,19

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B=0,26; B/A= 0,45; A/B= 0,82

Tabela A39. Liczba strąków ($szt. \cdot mb^{-1}$) łubinu żółtego w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	27,7	23,6	24,2	25,2
2	20,0	19,0	17,3	18,8
3	14,5	14,2	14,4	14,4
4	14,6	15,3	14,7	14,9
Średnia	19,2	18,0	17,6	18,3

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= 10,4; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A40. Masa strąków ($g \cdot mb^{-1}$) łubinu żółtego w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	21,1	17,4	17,7	18,7
2	14,0	13,3	12,4	13,2
3	9,9	9,6	10,4	10,0
4	10,0	10,6	10,5	10,4
Średnia	13,7	12,7	12,8	13,1

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= 8,6; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A41. Plon nasion ($g \cdot mb^{-1}$) łubinu żółtego w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	19,9	21,0	20,4	20,4
2	17,9	17,0	10,9	15,3
3	12,4	11,8	10,8	11,7
4	12,8	11,9	10,2	11,6
Średnia	15,8	15,4	13,1	14,8

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= 3,9; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A42. Wysokość roślin owsa (cm) w trakcie wegetacji w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	85,0	85,6	85,0	85,2
2	81,5	80,4	82,7	81,5
3	80,2	78,9	79,0	79,4
4	79,7	80,7	78,8	79,7
Średnia	81,6	81,4	81,4	81,5

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= 2,9; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A43. Krzewienie produkcyjne roślin owsa w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	1,42	1,33	1,29	1,35
2	1,07	1,03	1,08	1,06
3	1,02	1,05	1,05	1,04
4	1,08	1,09	1,00	1,06
Średnia	1,15	1,13	1,10	1,13

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= 0,09; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A44. Biomasa (g ·mb^{-1}) roślin owsa w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	150,1	145,6	107,4	134,4
2	83,8	93,9	77,8	85,2
3	78,2	71,6	73,7	74,5
4	80,6	77,8	72,2	76,8
Średnia	98,2	97,2	82,8	92,7

$NIR_{0,05}$ dla: A= 11,8; B= 10,3; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A45. Obsada wiech (szt.·mb^{-1}) owsa w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	29,8	30,3	24,6	28,2
2	22,6	24,7	20,7	22,7
3	21,4	21,9	20,2	21,2
4	22,5	23,4	21,0	22,3
Średnia	24,1	25,1	21,6	23,6

$NIR_{0,05}$ dla: A= 2,7; B= 2,3; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A46. Masa wiech (g·mb^{-1}) owsa w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	70,1	70,1	51,1	63,8
2	41,2	44,3	36,2	40,6
3	35,2	34,2	32,0	33,8
4	36,9	34,8	32,4	34,7
Średnia	45,9	45,8	37,9	43,2

$NIR_{0,05}$ dla: A= 6,2; B= 4,6; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A47. Plon ziarna (g·mb^{-1}) owsa w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	59,2	58,7	42,5	53,5
2	34,7	37,2	30,0	34,0
3	29,6	28,7	26,6	28,3
4	31,1	29,3	26,8	29,0
Średnia	38,6	38,5	31,5	36,2

$NIR_{0,05}$ dla: A= 5,0; B= 3,7; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A48. Plon biomasy ($g \cdot mb^{-1}$) roślin owsa i roślin łubinu żółtego w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	223	209	174	202
2	138	145	126	136
3	118	112	119	116
4	125	117	118	120
Średnia	151	146	134	144

$NIR_{0,05}$ dla: A= 13,6; B= 15,9; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A49. Udział biomasy roślin łubinu (%)w plonie biomasy w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	29,0	28,3	35,9	31,1
2	36,1	33,6	32,1	33,9
3	31,1	34,2	33,8	33,0
4	33,8	29,0	36,1	32,9
Średnia	32,5	31,3	34,5	32,7

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A50. Plon łączny owsa i łubinu ($g \cdot mb^{-1}$) w zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	79,1	79,7	62,8	73,9
2	52,6	54,3	41,0	49,3
3	42,0	40,5	37,4	40,0
4	43,9	41,2	37,0	40,7
Średnia	54,4	53,9	44,5	51,0

$NIR_{0,05}$ dla: A= 8,4; B= 5,6; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A51. Udział nasion łubinu w plonie (%) mieszanki zależności od szerokości ścieżki i lokalizacji względem niej (średnie z lat 2004 i 2005)

Kolejny rząd roślin od ścieżki (B)	Szerokość ścieżki cm (A)			Średnia
	48	36	24	
1	25,0	25,8	30,5	27,1
2	31,7	30,2	25,9	29,3
3	28,1	28,9	28,0	28,3
4	28,5	28,3	27,7	28,2
Średnia	28,3	28,3	28,0	28,2

$NIR_{0,05}$ dla: A= n.i.; B= n.i.; B/A= n.i.; A/B= n.i.

Tabela A52. Istotność reakcji łubinu żółtego i owsa uprawianych w mieszankach na czynniki doświadczalne w doświadczeniu wazonowym (2004 rok)

Cecha	Terminy zbioru	Czynniki doświadczalne						
		A	B	C	AxB	AxC	BxC	AxBxC
Łubin żółty								
Plon świeżej masy nadziemnej	T1 - T4	**	**	**	**	**	*	*
Świeża masa korzeni	T4	x	**	**	x	x	-	x
Plon suchej masy nadziemnej	T1 - T4	**	**	**	**	**	-	-
Wysokość pędu głównego	T1 - T4	**	**	**	-	-	**	-
Masa liści na roślinie	T1 - T3	**	**	**	**	**	**	*
Ulistnienie roślin	T1 - T3	**	**	**	-	**	*	-
Liczba rozgałęzień I rzędu	T1 - T3	**	**	**	-	**	*	*
Liczba strąków na roślinie	T2 - T4	-	**	**	-	-	**	-
Masa strąków na roślinie	T2 - T4	**	**	**	**	**	**	*
Masa strąka	T2 - T4	**	**	**	**	-	-	-
Udział masy strąka w masie rośliny	T2 -T4	**	**	-	-	-	-	-
Liczba nasion w strąku	T4	x	-	*	x	x	-	x
Masa 1000 nasion	T4	x	**	-	x	x	-	x
Plon nasion	T4	x	**	**	x	x	-	x
Owies								
Plon świeżej masy	T1 - T4	**	**	**	-	-	-	-
Plon suchej masy	T1 - T4	**	**	**	-	**	*	-
Masa pojedynczej rośliny	T1 - T4	**	**	**	-	-	-	-
Masa wiech na roślinie	T2 - T4	**	-	**	-	-	-	-
Krzewienie produkcyjne	T1 - T4	**	**	-	*	*	-	-
Wysokość roślin	T1 - T4	**	**	**	-	-	-	-
Mieszanki i siew czysty łubinu								
Plon świeżej biomasy	T1 - T4	**	**	**	**	**	-	-
Plon suchej masy	T1 - T4	**	**	**	**	**	**	-
Udział łubinu w świeżej biomasie mieszanek	T1 - T4	**	**	**	-	-	-	-
Udział łubinu w suchej biomasie mieszanek	T1 - T4	**	**	**	-	-	-	-

A - termin zbioru; B - wilgotność gleby; C - skład mieszanki; T - terminy zbiorów
*- istotne przy α=0,05; ** - istotne przy α=0,01; "-"- brak istotności; x - nie podlegało analizie

Tabela A53. Plon suchej masy (g · wazon^{-1}) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w czterech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	31,2	45,9	44,9	40,7
	Łubin (5) + owies (10)	8,1	23,1	33,3	21,5
	Łubin (5) + owies (20)	9,7	22,0	28,8	20,2
	Łubin (5) + owies (30)	7,4	17,9	27,0	17,4
Średnia		14,1	27,2	33,5	25,0
II	Łubin (5)	53,3	93,0	106,3	84,2
	Łubin (5) + owies (10)	28,5	62,6	66,7	52,6
	Łubin (5) + owies (20)	12,3	52,4	72,1	45,6
	Łubin (5) + owies (30)	16,2	36,3	69,4	40,6
Średnia		27,5	61,1	78,6	55,7
III	Łubin (5)	84,7	131,8	128,8	115,1
	Łubin (5) + owies (10)	36,5	86,3	131,7	84,9
	Łubin (5) + owies (20)	25,4	91,8	86,9	68,0
	Łubin (5) + owies (30)	29,3	75,1	94,3	66,2
Średnia		44,0	96,2	110,4	83,6
IV	Łubin (5)	102,3	160,4	180,8	147,8
	Łubin (5) + owies (10)	39,1	82,6	131,0	84,2
	Łubin (5) + owies (20)	34,2	85,8	126,9	82,3
	Łubin (5) + owies (30)	17,7	76,8	92,9	62,5
Średnia		48,3	101,4	132,9	94,2
Średnia	Łubin (5)	67,9	107,8	115,2	96,9
	Łubin (5) + owies (10)	28,1	63,7	90,7	60,8
	Łubin (5) + owies (20)	20,4	63,0	78,7	54,0
	Łubin (5) + owies (30)	17,6	51,5	70,9	46,7
Średnia		33,5	71,5	88,9	64,6

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 8,6; wilgotności gleby (W)= 6,8; mieszanek (M)= 8,6; W/T= 13,6; T/W= 15,0; M/T= 17,3; T/M= 17,3; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A54. Wysokość pędu głównego (cm) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w czterech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	56,0	64,5	62,7	61,1
	Łubin (5) + owies (10)	31,3	58,9	62,8	51,0
	Łubin (5) + owies (20)	41,9	59,3	58,7	53,3
	Łubin (5) + owies (30)	35,0	54,7	61,1	50,3
Średnia		41,1	59,3	61,3	53,9
II	Łubin (5)	54,2	70,9	70,5	65,2
	Łubin (5) + owies (10)	47,3	67,5	73,1	62,6
	Łubin (5) + owies (20)	30,7	64,9	72,2	56,0
	Łubin (5) + owies (30)	40,4	60,8	72,0	57,7
Średnia		43,2	66,1	71,9	60,4
III	Łubin (5)	50,3	69,1	75,6	65,0
	Łubin (5) + owies (10)	45,1	69,1	75,5	63,2
	Łubin (5) + owies (20)	36,7	63,7	69,9	56,8
	Łubin (5) + owies (30)	42,4	64,9	66,6	58,0
Średnia		43,6	66,7	71,9	60,7
IV	Łubin (5)	56,7	65,4	70,3	64,2
	Łubin (5) + owies (10)	40,9	65,1	67,8	57,9
	Łubin (5) + owies (20)	41,3	63,9	73,9	59,7
	Łubin (5) + owies (30)	34,2	60,9	66,0	53,7
Średnia		43,3	63,8	69,5	58,9
Średnia	Łubin (5)	54,3	67,5	69,8	63,9
	Łubin (5) + owies (10)	41,2	65,2	69,8	58,7
	Łubin (5) + owies (20)	37,6	62,9	68,7	56,4
	Łubin (5) + owies (30)	38,0	60,3	66,4	54,9
Średnia		42,8	64,0	68,7	58,5

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 3,3; wilgotności gleby (W)= 2,6; mieszanek (M)= 3,3; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= n.i.; T/M= n.i.; M/W= 5,7; W/M= 5,2

Tabela A55. Masa liści na roślinie (g) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	32,7	58,0	57,2	49,3
	Łubin (5) + owies (10)	5,7	19,6	31,7	19,0
	Łubin (5) + owies (20)	7,3	18,6	29,0	18,3
	Łubin (5) + owies (30)	5,2	13,8	23,8	14,3
Średnia		12,7	27,5	35,4	25,2
II	Łubin (5)	26,6	60,3	71,2	52,7
	Łubin (5) + owies (10)	14,2	34,1	44,2	30,8
	Łubin (5) + owies (20)	4,9	25,8	43,0	24,5
	Łubin (5) + owies (30)	8,0	20,8	45,1	24,6
Średnia		13,4	35,2	50,8	33,2
III	Łubin (5)	14,8	27,8	45,8	29,5
	Łubin (5) + owies (10)	4,4	11,5	24,6	13,5
	Łubin (5) + owies (20)	3,0	19,4	15,5	12,6
	Łubin (5) + owies (30)	4,5	9,1	17,1	10,2
Średnia		6,7	16,9	25,7	16,5
Średnia	Łubin (5)	24,7	48,7	58,0	43,8
	Łubin (5) + owies (10)	8,1	21,7	33,5	21,1
	Łubin (5) + owies (20)	5,1	21,2	29,2	18,5
	Łubin (5) + owies (30)	5,9	14,5	28,7	16,4
Średnia		10,9	26,5	37,3	24,9

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 2,8; wilgotności gleby (W)= 2,8; mieszanek (M)= 3,5; W/T= 4,8; T/W= 4,8; M/T= 6,1; T/M= 5,6; M/W= 6,1; W/M= 5,6

Tabela A56. Ulistnienie rośliny (stosunek masy liści do masy rośliny) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	0,59	0,64	0,64	0,62
	Łubin (5) + owies (10)	0,50	0,49	0,52	0,50
	Łubin (5) + owies (20)	0,46	0,46	0,53	0,49
	Łubin (5) + owies (30)	0,48	0,45	0,48	0,47
Średnia		0,51	0,51	0,54	0,52
II	Łubin (5)	0,34	0,42	0,42	0,39
	Łubin (5) + owies (10)	0,36	0,38	0,42	0,39
	Łubin (5) + owies (20)	0,36	0,35	0,40	0,37
	Łubin (5) + owies (30)	0,36	0,42	0,44	0,40
Średnia		0,36	0,39	0,42	0,39
III	Łubin (5)	0,21	0,19	0,27	0,22
	Łubin (5) + owies (10)	0,15	0,14	0,16	0,15
	Łubin (5) + owies (20)	0,16	0,19	0,16	0,17
	Łubin (5) + owies (30)	0,18	0,14	0,15	0,16
Średnia		0,18	0,17	0,18	0,18
Średnia	Łubin (5)	0,38	0,41	0,44	0,41
	Łubin (5) + owies (10)	0,34	0,34	0,37	0,35
	Łubin (5) + owies (20)	0,33	0,33	0,36	0,34
	Łubin (5) + owies (30)	0,34	0,34	0,36	0,34
Średnia		0,35	0,36	0,38	0,36

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 0,02; wilgotności gleby (W)= 0,02; mieszanek (M)= 0,03; W/T= n.i; T/W= n.i.; M/T= 0,046; T/M= 0,041; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A57. Liczba rozgałęzień I rzędu na roślinie łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	7,5	11,2	11,1	10,0
	Łubin (5) + owies (10)	0,8	3,5	7,3	3,9
	Łubin (5) + owies (20)	1,8	4,2	7,4	4,5
	Łubin (5) + owies (30)	0,5	2,5	4,0	2,3
Średnia		2,7	5,4	7,5	5,2
II	Łubin (5)	6,2	10,9	10,7	9,3
	Łubin (5) + owies (10)	2,5	5,5	7,2	5,1
	Łubin (5) + owies (20)	1,1	4,3	5,9	3,7
	Łubin (5) + owies (30)	2,4	3,0	6,9	4,1
Średnia		3,1	5,9	7,7	5,5
III	Łubin (5)	8,6	10,7	10,3	9,9
	Łubin (5) + owies (10)	2,5	6,1	8,3	5,6
	Łubin (5) + owies (20)	1,7	4,2	4,0	3,3
	Łubin (5) + owies (30)	1,7	4,4	5,8	4,0
Średnia		3,6	6,3	7,1	5,7
Średnia	Łubin (5)	7,4	10,9	10,7	9,7
	Łubin (5) + owies (10)	2,0	5,0	7,6	4,9
	Łubin (5) + owies (20)	1,5	4,2	5,8	3,8
	Łubin (5) + owies (30)	1,5	3,3	5,6	3,5
Średnia		3,1	5,9	7,4	5,5

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 0,67; wilgotności gleby (W)= 0,53; mieszanek (M)= 0,67; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= 1,35; T/M= 1,35; M/W= 1,17; W/M= 1,06

Tabela A58. Liczba strąków na roślinie łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
II	Łubin (5)	14,7	21,9	20,7	19,1
	Łubin (5) + owies (10)	10,5	17,4	22,5	16,8
	Łubin (5) + owies (20)	3,6	14,8	21,2	13,2
	Łubin (5) + owies (30)	6,3	12,0	19,2	12,5
Średnia		8,8	16,5	20,9	15,4
III	Łubin (5)	14,3	19,8	19,1	17,7
	Łubin (5) + owies (10)	7,3	16,2	22,2	15,2
	Łubin (5) + owies (20)	5,4	17,6	18,5	13,8
	Łubin (5) + owies (30)	6,2	14,5	17,7	12,8
Średnia		8,3	17,0	19,4	14,9
IV	Łubin (5)	17,2	20,6	21,7	19,8
	Łubin (5) + owies (10)	7,7	15,9	20,0	14,6
	Łubin (5) + owies (20)	6,8	15,5	20,7	14,3
	Łubin (5) + owies (30)	3,2	14,8	16,0	11,3
Średnia		8,7	16,7	19,6	15,0
Średnia	Łubin (5)	15,4	20,8	20,5	18,9
	Łubin (5) + owies (10)	8,5	16,5	21,6	15,5
	Łubin (5) + owies (20)	5,3	16,0	20,1	13,8
	Łubin (5) + owies (30)	5,2	13,8	17,6	12,2
Średnia		8,6	16,8	20,0	15,1

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= n.i.; wilgotności gleby (W)= 1,37; mieszanek (M)= 1,74; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= n.i.; T/M= n.i.; M/W= 3,01; W/M= 2,74

Tabela A59. Masa strąków na roślinie (g) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
II	Łubin (5)	27,0	26,5	23,3	25,6
	Łubin (5) + owies (10)	11,8	20,5	14,1	15,5
	Łubin (5) + owies (20)	4,3	17,9	17,5	13,2
	Łubin (5) + owies (30)	6,3	12,0	15,2	11,2
Średnia		12,3	19,2	17,5	17,2
III	Łubin (5)	40,0	64,2	62,0	55,4
	Łubin (5) + owies (10)	15,8	41,4	62,5	39,9
	Łubin (5) + owies (20)	11,5	48,3	45,5	35,1
	Łubin (5) + owies (30)	13,6	34,1	46,6	31,5
Średnia		20,2	47,0	54,2	40,5
IV	Łubin (5)	13,3	19,2	21,0	17,9
	Łubin (5) + owies (10)	4,8	9,9	15,4	10,1
	Łubin (5) + owies (20)	3,7	10,4	14,0	9,4
	Łubin (5) + owies (30)	2,0	9,9	10,4	7,4
Średnia		6,0	12,4	15,2	11,2
Średnia	Łubin (5)	26,8	36,7	35,4	33,0
	Łubin (5) + owies (10)	10,8	23,9	30,7	21,8
	Łubin (5) + owies (20)	6,5	25,5	25,7	19,2
	Łubin (5) + owies (30)	7,3	18,7	24,1	17,7
Średnia		12,8	26,2	29,0	22,9

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 2,8; wilgotności gleby (W)= 2,8; mieszanek (M)= 3,5; W/T= 4,8; T/W= 4,8; M/T= 6,1; T/M= 5,5; M/W= 6,1; W/M= 5,5

Tabela A60. Udział masy strąków w masie rośliny (stosunek masy strąków do masy rośliny) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
II	Łubin (5)	0,35	0,19	0,14	0,23
	Łubin (5) + owies (10)	0,30	0,23	0,14	0,23
	Łubin (5) + owies (20)	0,28	0,25	0,16	0,23
	Łubin (5) + owies (30)	0,29	0,22	0,15	0,22
Średnia		0,31	0,22	0,15	0,23
III	Łubin (5)	0,56	0,48	0,40	0,48
	Łubin (5) + owies (10)	0,56	0,50	0,47	0,51
	Łubin (5) + owies (20)	0,52	0,50	0,47	0,50
	Łubin (5) + owies (30)	0,55	0,53	0,48	0,52
Średnia		0,54	0,50	0,46	0,50
IV	Łubin (5)	0,53	0,47	0,48	0,49
	Łubin (5) + owies (10)	0,54	0,43	0,41	0,46
	Łubin (5) + owies (20)	0,47	0,50	0,38	0,45
	Łubin (5) + owies (30)	0,41	0,50	0,32	0,41
Średnia		0,49	0,47	0,40	0,45
Średnia	Łubin (5)	0,48	0,38	0,34	0,40
	Łubin (5) + owies (10)	0,47	0,39	0,34	0,40
	Łubin (5) + owies (20)	0,41	0,42	0,34	0,39
	Łubin (5) + owies (30)	0,41	0,42	0,32	0,38
Średnia		0,44	0,40	0,33	0,39

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 0,03; wilgotności gleby (W)= 0,03; mieszanek (M)= n.i.; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= n.i.; T/M= n.i.; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A61. Plon świeżej masy (g · wazon^{-1}) roślin owsa w mieszankach z łubinem żółtym w czterech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5) + owies (10)	125	272	221	206
	Łubin (5) + owies (20)	221	308	244	258
	Łubin (5) + owies (30)	229	428	278	312
Średnia		192	336	248	258
II	Łubin (5) + owies (10)	191	282	278	251
	Łubin (5) + owies (20)	323	380	326	343
	Łubin (5) + owies (30)	216	519	424	386
Średnia		243	394	343	327
III	Łubin (5) + owies (10)	208	376	343	309
	Łubin (5) + owies (20)	162	222	341	242
	Łubin (5) + owies (30)	162	277	239	226
Średnia		177	292	308	259
IV	Łubin (5) + owies (10)	96	246	184	175
	Łubin (5) + owies (20)	159	224	278	221
	Łubin (5) + owies (30)	239	298	407	315
Średnia		165	256	290	237
Średnia	Łubin (5) + owies (10)	144	269	231	214
	Łubin (5) + owies (20)	216	284	298	266
	Łubin (5) + owies (30)	223	405	363	330
Średnia		194	319	297	270

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 51,7; wilgotności gleby (W)= 40,7; mieszanek (M)= 40,7; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= n.i.; T/M= n.i.; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela 62. Plon suchej masy (g · wazon^{-1}) roślin owsa w mieszankach z łubinem żółtym w czterech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5) + owies (10)	36,0	71,0	51,1	52,7
	Łubin (5) + owies (20)	59,8	78,3	59,1	65,7
	Łubin (5) + owies (30)	59,0	108,0	71,3	79,4
Średnia		51,6	85,8	60,5	66,0
II	Łubin (5) + owies (10)	60,2	95,2	82,3	79,2
	Łubin (5) + owies (20)	89,8	107,4	93,7	97,0
	Łubin (5) + owies (30)	64,2	140,7	106,0	103,6
Średnia		71,4	114,5	94,0	93,3
III	Łubin (5) + owies (10)	83,7	94,1	89,1	89,0
	Łubin (5) + owies (20)	49,9	67,3	88,3	68,5
	Łubin (5) + owies (30)	71,5	124,9	113,3	103,2
Średnia		68,4	95,4	96,9	86,9
IV	Łubin (5) + owies (10)	86,6	118,8	75,2	93,5
	Łubin (5) + owies (20)	58,8	70,8	84,9	71,5
	Łubin (5) + owies (30)	79,2	86,5	112,4	92,7
Średnia		74,9	92,0	90,8	85,9
Średnia	Łubin (5) + owies (10)	66,6	94,8	74,4	78,6
	Łubin (5) + owies (20)	64,6	81,0	81,5	75,7
	Łubin (5) + owies (30)	68,5	115,0	100,7	94,8
Średnia		66,6	96,9	85,6	83,0

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 13,3; wilgotności gleby (W)= 10,5; mieszanek (M)= 10,5; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= 20,9; T/M= 23; M/W= 18,1; W/M= 18,1

Tabela A63. Masa pojedynczej rośliny (g) owsa w mieszankach z łubinem żółtym w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5) + owies (10)	12,5	27,2	22,1	20,6
	Łubin (5) + owies (20)	11,0	15,4	12,2	12,9
	Łubin (5) + owies (30)	7,6	14,3	9,3	10,4
Średnia		10,4	19,0	14,5	14,6
II	Łubin (5) + owies (10)	19,1	28,2	27,8	25,1
	Łubin (5) + owies (20)	16,9	19,0	16,3	17,4
	Łubin (5) + owies (30)	7,2	17,3	14,1	12,9
Średnia		14,4	21,5	19,4	18,5
III	Łubin (5) + owies (10)	23,8	27,7	23,9	25,1
	Łubin (5) + owies (20)	8,1	11,1	17,1	12,1
	Łubin (5) + owies (30)	7,2	12,5	11,4	10,4
Średnia		13,0	17,1	17,5	15,9
IV	Łubin (5) + owies (10)	9,6	24,6	18,4	17,5
	Łubin (5) + owies (20)	8,0	11,2	13,9	11,0
	Łubin (5) + owies (30)	8,0	9,9	13,6	10,5
Średnia		8,5	15,3	15,3	13,0
Średnia	Łubin (5) + owies (10)	16,3	26,9	23,1	22,1
	Łubin (5) + owies (20)	11,0	14,2	14,9	13,4
	Łubin (5) + owies (30)	7,5	13,5	12,1	11,0
Średnia		11,6	18,2	16,7	15,5

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 3,2; wilgotności gleby (W)= 2,5; mieszanek (M)= 2,5; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= n.i.; T/M= n.i.; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A64. Krzewienie produkcyjne roślin owsa w mieszankach z łubinem żółtym w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5) + owies (10)	0,80	0,30	0,07	0,39
	Łubin (5) + owies (20)	0,87	0,40	0,07	0,44
	Łubin (5) + owies (30)	0,86	0,78	0,11	0,58
Średnia		0,84	0,84	0,49	0,08
II	Łubin (5) + owies (10)	1,53	1,40	1,23	1,39
	Łubin (5) + owies (20)	1,45	1,45	1,15	1,35
	Łubin (5) + owies (30)	1,17	1,42	1,17	1,25
Średnia		1,38	1,38	1,42	1,18
III	Łubin (5) + owies (10)	1,93	1,40	1,27	1,53
	Łubin (5) + owies (20)	1,40	1,10	1,22	1,24
	Łubin (5) + owies (30)	1,41	1,41	1,20	1,34
Średnia		1,58	1,58	1,30	1,23
IV	Łubin (5) + owies (10)	1,93	1,97	1,23	1,71
	Łubin (5) + owies (20)	1,63	1,38	1,40	1,47
	Łubin (5) + owies (30)	1,67	1,31	1,26	1,41
Średnia		1,74	1,74	1,55	1,30
Średnia	Łubin (5) + owies (10)	1,55	1,27	0,95	1,26
	Łubin (5) + owies (20)	1,34	1,08	0,96	1,13
	Łubin (5) + owies (30)	1,27	1,23	0,93	1,15
Średnia		1,39	1,39	1,19	0,95

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 0,17; wilgotności gleby (W)= 0,13; mieszanek (M)= n.i.; W/T= 0,27; T/W= 0,30; M/T= 0,27; T/M= 0,30; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A65. Wysokość najdłuższego źdźbła rośliny owsa (cm) w mieszankach z łubinem żółtym w czterech terminach zbioru, (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5) + owies (10)	36,2	46,5	45,8	42,8
	Łubin (5) + owies (20)	40,9	45,1	49,9	45,3
	Łubin (5) + owies (30)	42,7	58,5	59,4	53,5
Średnia		39,9	50,0	51,7	47,2
II	Łubin (5) + owies (10)	48,7	63,1	68,0	59,9
	Łubin (5) + owies (20)	42,6	55,5	58,4	52,2
	Łubin (5) + owies (30)	35,0	50,7	52,9	46,2
Średnia		42,1	56,4	59,7	52,8
III	Łubin (5) + owies (10)	59,0	60,5	62,0	60,5
	Łubin (5) + owies (20)	37,6	51,1	60,4	49,7
	Łubin (5) + owies (30)	37,6	49,1	51,7	46,1
Średnia		44,7	53,5	58,0	52,1
IV	Łubin (5) + owies (10)	42,9	58,6	63,6	55,0
	Łubin (5) + owies (20)	41,1	52,3	61,0	51,4
	Łubin (5) + owies (30)	41,7	48,1	56,0	48,6
Średnia		41,9	53,0	60,2	51,7
Średnia	Łubin (5) + owies (10)	48,3	60,2	63,2	57,2
	Łubin (5) + owies (20)	40,5	51,0	57,4	49,6
	Łubin (5) + owies (30)	37,6	48,6	51,6	45,9
Średnia		42,2	53,2	57,4	50,9

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 3,7; wilgotności gleby (W)= 2,9; mieszanek (M)= 2,9; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= n.i.; T/M= n.i.; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A66. Masa wiech na roślinie (g) owsa w mieszankach z łubinem żółtym w trzech terminach zbioru (2004 rok)

Termin zbioru [T]	Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
II	Łubin (5) + owies (10)	4,65	5,05	4,28	4,66
	Łubin (5) + owies (20)	4,04	3,88	2,80	3,57
	Łubin (5) + owies (30)	1,60	3,66	2,24	2,50
Średnia		3,43	4,20	3,11	3,58
III	Łubin (5) + owies (10)	4,13	3,89	4,18	4,07
	Łubin (5) + owies (20)	1,09	1,71	2,74	1,85
	Łubin (5) + owies (30)	1,35	2,27	2,22	1,95
Średnia		2,19	2,62	3,04	2,62
IV	Łubin (5) + owies (10)	2,73	2,74	1,98	2,48
	Łubin (5) + owies (20)	1,17	1,39	1,84	1,46
	Łubin (5) + owies (30)	1,29	1,24	1,77	1,43
Średnia		1,73	1,79	1,86	1,79
Średnia	Łubin (5) + owies (10)	3,84	3,89	3,48	3,74
	Łubin (5) + owies (20)	2,10	2,33	2,46	2,29
	Łubin (5) + owies (30)	1,41	2,39	2,08	1,96
Średnia		2,45	2,87	2,67	2,66

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 0,7; wilgotności gleby (W)= n.i.; mieszanek (M)= 0,7; W/T= n.i.; T/W= n.i.; M/T= n.i.; T/M= n.i.; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A67. Plon świeżej masy łubinu w siewie czystym i jego mieszanek z owsem (g·wazon^{-1})

Termin zbioru (T)	Łubin w siewie czystym i mieszanki (M)	Wilgotność gleby (% ppw) (W)			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5)	267	445	442	385
	Łubin (5) + owies (10)	182	470	527	393
	Łubin (5) + owies (20)	299	504	509	437
	Łubin (5) + owies (30)	283	578	522	461
	Średnia	257	499	500	419
II	Łubin (5)	387	721	847	652
	Łubin (5) + owies (10)	390	730	799	640
	Łubin (5) + owies (20)	396	745	864	669
	Łubin (5) + owies (30)	327	779	936	681
	Średnia	375	744	862	660
III	Łubin (5)	364	737	896	666
	Łubin (5) + owies (10)	379	692	977	683
	Łubin (5) + owies (20)	263	717	829	603
	Łubin (5) + owies (30)	325	705	883	638
	Średnia	333	713	896	647
IV	Łubin (5)	138	227	251	205
	Łubin (5) + owies (10)	139	359	384	294
	Łubin (5) + owies (20)	201	332	464	332
	Łubin (5) + owies (30)	258	397	565	407
	Średnia	184	329	416	310
Średnia	Łubin (5)	289	533	609	477
	Łubin (5) + owies (10)	272	563	672	502
	Łubin (5) + owies (20)	290	574	667	510
	Łubin (5) + owies (30)	298	615	726	546
	Średnia	287	571	668	509

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 42,9; wilgotności gleby (W)= 33,9; mieszanek (M) = 42,9; T/W = 74,4; W/T= 66,7; M/T= 85,9; T/M= 85,9; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A68. Udział biomasy roślin łubinu żółtego w świeżej biomasie mieszanek (%)

Termin zbioru (T)	Łubin w siewie czystym i mieszanki (M)	Wilgotność gleby (% ppw) (W)			Średnia
		40	60	80	
I	Łubin (5) + owies (10)	30,1	41,9	58,9	43,6
	Łubin (5) + owies (20)	27,0	39,4	52,2	39,5
	Łubin (5) + owies (30)	21,8	26,8	46,7	31,8
	Średnia	26,3	36,0	52,6	38,3
II	Łubin (5) + owies (10)	49,8	61,2	65,3	58,8
	Łubin (5) + owies (20)	19,8	48,2	62,1	43,4
	Łubin (5) + owies (30)	35,5	33,3	55,0	41,3
	Średnia	35,0	47,6	60,8	47,8
III	Łubin (5) + owies (10)	36,5	60,3	75,5	57,4
	Łubin (5) + owies (20)	40,0	69,1	58,9	56,0
	Łubin (5) + owies (30)	35,1	46,3	61,1	47,5
	Średnia	37,2	58,6	65,2	53,7
IV	Łubin (5) + owies (10)	30,1	34,5	52,6	39,1
	Łubin (5) + owies (20)	21,1	32,7	39,9	31,2
	Łubin (5) + owies (30)	7,6	25,2	28,6	20,5
	Średnia	19,6	30,8	40,4	30,3
Średnia	Łubin (5) + owies (10)	36,6	49,5	63,1	49,7
	Łubin (5) + owies (20)	27,0	47,3	53,3	42,5
	Łubin (5) + owies (30)	25,0	32,9	47,9	35,3
	Średnia	29,5	43,3	54,7	42,5

$NIR_{0,05}$ dla: terminów zbioru (T)= 6,8; wilgotności gleby (W)= 5,4; mieszanek (M)= 5,4; T/W= n.i.; W/T = n.i.; M/ n.i.; T/M= n.i.; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A69. Plon biomasy łubinu żółtego (g · wazon^{-1}) w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	76,3	146,8	191,6	138,2
Łubin (5) + owies (10)	46,2	67,5	106,9	73,5
Łubin (5) + owies (20)	30,0	74,0	106,2	70,0
Łubin (5) + owies (30)	17,7	59,8	109,8	62,4
Średnia	42,5	87,0	128,6	86,0

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 26,3; mieszanek (M)= 20,7; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A70. Masa pojedynczej rośliny łubinu żółtego (g) w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	15,3	29,4	38,3	27,6
Łubin (5) + owies (10)	9,2	13,5	21,4	14,7
Łubin (5) + owies (20)	6,0	14,8	21,2	14,0
Łubin (5) + owies (30)	3,5	12,0	22,0	12,5
Średnia	8,5	17,4	25,7	17,2

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 5,3; mieszanek (M)= 4,1; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A71. Masa korzenia (g) rośliny łubinu żółtego w siewie czystym i mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	1,98	3,84	6,04	3,96
Łubin (5) + owies (10)	0,95	1,28	2,58	1,60
Łubin (5) + owies (20)	1,18	1,18	1,93	1,43
Łubin (5) + owies (30)	0,41	1,19	2,12	1,24
Średnia	1,13	1,87	3,17	2,06

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 0,71; mieszanek (M)= 0,56; M/W= 1,12; W/M= 1,12

Tabela A72. Wysokość pędu głównego rośliny łubinu żółtego (cm) w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	50,2	58,4	61,7	56,7
Łubin (5) + owies (10)	50,5	57,2	66,5	58,1
Łubin (5) + owies (20)	40,6	57,7	62,7	53,7
Łubin (5) + owies (30)	37,3	52,9	63,6	51,3
Średnia	44,6	56,6	63,6	54,9

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 5,2; mieszanek (M)= 4,1; M/W= 8,2; W/M= 9,1.

Tabela A73. Liczba rozgałęzień I rzędu rośliny łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	2,8	4,5	7,0	4,8
Łubin (5) + owies (10)	0,7	1,7	3,0	1,8
Łubin (5) + owies (20)	0,4	2,7	2,4	1,8
Łubin (5) + owies (30)	0,3	1,2	2,8	1,4
Średnia	1,0	2,5	3,8	2,5

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 0,8; mieszanek (M)= 0,6; M/W= 1,2; W/M= 1,4

Tabela A74. Liczba strąków na pędzie głównym rośliny łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	10,2	14,5	16,5	13,7
Łubin (5) + owies (10)	4,7	8,8	14,0	9,2
Łubin (5) + owies (20)	4,9	8,5	14,0	9,1
Łubin (5) + owies (30)	2,7	6,4	12,8	7,3
Średnia	5,6	9,6	14,3	9,8

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 2,0; mieszanek (M)= 1,6; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A75. Masa strąków na pędzie głównym (g) rośliny łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	9,1	14,2	16,4	13,2
Łubin (5) + owies (10)	4,0	7,1	11,5	7,6
Łubin (5) + owies (20)	3,1	7,2	11,7	7,4
Łubin (5) + owies (30)	1,8	5,5	10,9	6,1
Średnia	4,5	8,5	12,6	8,5

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 2,0; mieszanek (M)= 1,6; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A76. Liczba strąków na pędach bocznych rośliny łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	0,7	3,4	4,0	2,7
Łubin (5) + owies (10)	0,3	0,8	0,8	0,6
Łubin (5) + owies (20)	0,2	0,5	0,6	0,4
Łubin (5) + owies (30)	0,0	0,4	0,2	0,2
Średnia	0,3	1,3	1,4	1,0

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 1,2; mieszanek (M)= 0,9; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A77. Masa strąków na pędach bocznych (g) rośliny łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	0,7	3,2	3,3	2,4
Łubin (5) + owies (10)	0,3	0,8	0,8	0,6
Łubin (5) + owies (20)	0,2	0,5	0,5	0,4
Łubin (5) + owies (30)	0,0	0,7	0,3	0,4
Średnia	0,3	1,3	1,2	0,9

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 1,2; mieszanek (M)= 1,0; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A78. Liczba strąków na roślinie (szt. · roślina^{-1}) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	10,9	18,0	20,5	16,5
Łubin (5) + owies (10)	5,0	9,6	14,8	9,8
Łubin (5) + owies (20)	5,0	9,0	14,6	9,6
Łubin (5) + owies (30)	2,7	6,8	13,0	7,5
Średnia	5,9	10,9	15,8	10,8

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 2,1; mieszanek (M)= 1,6; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A79. Masa strąków na roślinie (g) łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	9,8	17,4	19,7	15,6
Łubin (5) + owies (10)	4,3	7,9	12,3	8,2
Łubin (5) + owies (20)	3,3	7,7	12,3	7,8
Łubin (5) + owies (30)	1,8	6,2	11,3	6,4
Średnia	4,8	9,8	13,9	9,5

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 2,4; mieszanek (M)= 1,9; M/W= n.i.; W/M= n.i.

Tabela A80. Liczba nasion w strąku łubinu żółtego w siewie czystym i w mieszankach z owsem (2005 rok)

Skład mieszanki (roślin·wazon^{-1}) [M]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
	40	60	80	
Łubin (5)	3,57	3,96	3,94	3,82
Łubin (5) + owies (10)	3,68	3,72	3,91	3,77
Łubin (5) + owies (20)	2,55	4,05	3,70	3,43
Łubin (5) + owies (30)	2,67	3,52	3,68	3,29
Średnia	3,12	3,81	3,80	3,58

$NIR_{0,05}$ dla: wilgotności gleby (W)= 0,44; mieszanek (M)= 0,35; M/W= 0,70; W/M= 0,77

Tabela A81. Masa pojedynczej rośliny owsa (g) w siewie czystym i w mieszankach z łubinem (2005 rok)

Rodzaj siewu [S]	Obsada owsa [O]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
Czysty	owies (10)	10,03	35,94	24,09	23,35
	owies (20)	8,18	15,09	13,57	12,28
	owies (30)	5,68	9,05	13,20	9,31
Średnia		7,96	20,03	16,95	14,98
Mieszany	owies (10) + Łubin (5)	12,62	24,73	33,02	23,46
	owies (20) + Łubin (5)	6,99	14,41	11,43	10,94
	owies (30) + Łubin (5)	4,67	10,40	8,06	7,71
średnia		8,10	16,51	17,50	14,04

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S) = n.i.; obsady owsa (O)= 2,44; wilgotności gleby (W)= 2,44; O/S= n.i.; S/O = n.i.; W/S n.i.; S/W= n.i.; O/W= 4,23; W/O= 4,23

Tabela A82. Krzewienie produkcyjne roślin owsa w siewie czystym i w mieszankach z łubinem (2005 rok)

Rodzaj siewu [S]	Obsada owsa [O]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
Czysty	owies (10)	1,43	2,55	2,03	2,01
	owies (20)	1,23	1,62	1,58	1,48
	owies (30)	1,21	1,37	1,55	1,38
Średnia		1,29	1,85	1,72	1,62
Mieszany	owies (10) + Łubin (5)	1,48	2,25	2,45	2,06
	owies (20) + Łubin (5)	1,31	1,56	1,37	1,41
	owies (30) + Łubin (5)	1,20	1,51	1,38	1,36
średnia		1,33	1,77	1,73	1,61

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S) = n.i.; obsady owsa (O)= 0,17; wilgotności gleby (W)= 0,17; O/S= n.i.; S/O = n.i.; W/S n.i.; S/W= n.i.; O/W= 0,29; W/O= 0,29

Tabela A83. Wysokość najdłuższego (cm) źdźbła rośliny owsa w siewie czystym i w mieszankach z łubinem (2005 rok)

Rodzaj siewu [S]	Obsada owsa [O]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
Czysty	owies (10)	68,4	86,9	78,2	77,8
	owies (20)	59,3	67,9	71,4	66,2
	owies (30)	55,5	62,2	68,2	62,0
Średnia		61,1	72,4	72,6	68,7
Mieszany	owies (10) + Łubin (5)	72,3	79,0	88,3	79,9
	owies (20) + Łubin (5)	58,3	68,6	64,4	63,8
	owies (30) + Łubin (5)	52,2	64,6	63,9	60,2
średnia		60,9	70,7	72,2	68,0

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S) = n.i.; obsady owsa (O)= 4,0; wilgotności gleby (W)= 4,0; O/S= n.i.; S/O = n.i.; W/S n.i.; S/W= n.i.; O/W= n.i.; W/O= n.i.

Tabela A84. Liczba wiech z wazonu (szt. · wazon^{-1}) owsa w siewie czystym i w mieszankach z łubinem (2005 rok)

Rodzaj siewu [S]	Obsada owsa [O]	Wilgotność gleby (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
Czysty	owies (10)	14,3	25,8	20,5	20,2
	owies (20)	23,3	32,0	30,4	28,6
	owies (30)	35,7	36,7	44,8	39,1
Średnia		24,4	31,5	31,9	29,3
Mieszany	owies (10) + Łubin (5)	15,0	22,7	24,5	20,7
	owies (20) + Łubin (5)	24,5	30,5	27,2	27,4
	owies (30) + Łubin (5)	31,2	44,7	39,5	38,4
średnia		23,6	32,6	30,4	28,9

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S) = n.i.; obsady owsa (O)= 2,72; wilgotności gleby (W)= 2,72; O/S= n.i.; S/O = n.i.; W/S n.i.; S/W= n.i.; O/W= n.i.; W/O= n.i.

Tabela A85. Masa wiech owsa z (g · wazon^{-1}) wazonu w siewie czystym i w mieszankach z łubinem (2005 rok)

Rodzaj siewu [S]	Obsada owsa [O]	Wilgotność podłoża (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
Czysty	owies (10)	31,2	85,6	71,4	62,7
	owies (20)	47,7	91,4	85,3	74,8
	owies (30)	50,5	106,7	121,8	93,0
Średnia		43,1	94,6	92,8	76,8
Mieszany	owies (10) + Łubin (5)	38,7	82,8	94,0	71,8
	owies (20) + Łubin (5)	42,2	89,6	77,4	69,7
	owies (30) + Łubin (5)	43,9	104,8	78,7	75,8
średnia		41,6	92,4	83,4	72,5

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S) = n.i.; obsady owsa (O)= 11,8; wilgotności podłoża (W)= 11,8; O/S= 16,6; S/O = 13,9; W/S n.i.; S/W= n.i.; O/W= n.i.; W/O= n.i.

Tabela A86. Masa wiech z pojedynczej rośliny owsa (g · roślina^{-1}) w siewie czystym i w mieszankach z łubinem (2005 rok)

Rodzaj siewu [S]	Obsada owsa [O]	Wilgotność podłoża (% ppw) [W]			Średnia
		40	60	80	
Czysty	owies (10)	5,2	13,2	8,9	9,1
	owies (20)	2,8	5,7	5,0	4,5
	owies (30)	2,0	3,4	4,8	3,4
Średnia		3,4	7,4	6,2	5,7
Mieszany	owies (10) + Łubin (5)	3,7	9,9	11,8	8,5
	owies (20) + Łubin (5)	2,6	5,6	4,4	4,2
	owies (30) + Łubin (5)	1,8	5,0	3,2	3,3
średnia		2,7	6,8	6,5	5,3

$NIR_{0,05}$ dla: rodzaju siewu (S) = n.i.; obsady owsa (O)= 0,8; wilgotności podłoża (W)= 0,8; O/S= n.i.; S/O = n.i.; W/S n.i.; S/W= n.i.; O/W= 1,5; W/O= 1,5

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy
D 280