

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowego Instytutu Badawczego
Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

JERZY KSIEŻAK

Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie mieszanki grochu z jęczmieniem jarym

Effect of nitrogen doses on yields of mixtures pea with spring barley

Streszczenie. Celem prezentowanych poniżej badań było poszerzenie wiedzy o zależności między składem mieszanki wąsolistnej odmiany grochu z jęczmieniem, a poziomem nawożenia azotem. Doświadczenie polowe z mieszanką grochu (Ramrod) i jęczmieniem (Rataj) przeprowadzono w latach 1998–2000 w RZD Grabów w układzie podbloków skrzyżowanych „Split-plot”, w 4 powtórzeniach. W schemacie doświadczenia czynnikiem I rzędu był poziom nawożenia azotem: (kg/ha) $N_1 - 0$; $N_2 - 30$; $N_3 - 60$; $N_4 - 90$; a czynnikiem II rzędu – procentowy udział grochu w mieszance: 30, 40 i 50%. Do określenia ilości azotu wiązanego symbiotycznie przez groch uprawiany w mieszance z pszenicą wykorzystano metodę do sporządzania bilansu azotu na powierzchni pola opracowaną w OECD.

Wystarczająca dawka azotu dla mieszanek wąsolistnej odmiany grochu Ramrod z jęczmieniem uprawianych na glebie zaliczanej do kompleksu żytynego bardzo dobrego wynosi około 30 kg/ha. Zwiększenie w zasiewie grochu udziału z 30 do 50% nie miało znaczącego wpływu na plonowanie mieszanek z jęczmieniem niezależnie od poziomu nawożenia azotem. Nawożenie mieszanek azotem w dawkach od 30 do 90 kg/ha powodowało zmniejszenie udziału grochu w plonie, przy czym był on silniejszy w roku o korzystnym rozkładzie opadów niż w warunkach ograniczonej wilgoci. Zwiększenie poziomu nawożenia azotem mineralnym mieszanek do 90 kg/ha powodowało istotne ograniczenie wiązania azotu symbiotycznego przez rośliny grochu. Na każde 10 kg azotu zastosowanego w dawce 30 i 60 kg/ha następowało zmniejszenie ilości azotu wiązanego symbiotycznie o około 8 kg/ha, natomiast w dawce 90 kg/ha ograniczało silniej bo o około 9 kg/ha.

Słowa kluczowe: mieszanka, groch, jęczmień, dawki azotu

WSTĘP

Znane są przyrodnicze i gospodarcze korzyści uprawy roślin strączkowych w mieszankach ze zbożami. W porównaniu z siewem czystym rośliny strączkowe w takich uprawach szybciej się rozwijają, równomierniej dojrzewają i na ogół wierniej plonują,

zwłaszcza w mniej korzystnych warunkach siedliska. Różny system korzeniowy roślin strączkowych i zbóż sprzyja bowiem lepszemu wykorzystaniu warunków glebowych, co umożliwi stosowanie mniejszych dawek nawozów mineralnych niż pod zboża i rośliny strączkowe w czystym siewie. Mieszane siewy, chociaż w mniejszym stopniu niż czyste zasiewy roślin strączkowych, korzystnie wpływają na glebę i jej stan sanitarny. Uzyskiwana z nich pasza zawiera szerszy zestaw składników pokarmowych i jest lepsza jakościowo. Ponadto takie uprawy coraz częściej stają się ważnym elementem rolnictwa ekologicznego i zrównoważonego.

W przeprowadzonych badaniach nad mieszankami oceniano takie czynniki, jak: dobór komponentów [Książak i Magnuszewska 1999; Noworolnik 2000, Rudnicki 1997; Szczygielski i Kacprzyk 1989; Zielińska i Rutkowski 1988; termin zbioru [Książak 1994; Podleśny i Lenartowicz 1999], wartość przedplonowa [Rudnicki i Kotwica 1994; Siuta 1994]. Natomiast mniej badań dotyczyło określenia poziomu nawożenia azotem takich upraw i obejmowały one najczęściej odmiany grochu pastewnego, owsa i jęczmienia [Zieliński 1962, Ziółek 1968]. Ustalone dawki były dostosowane do znajdujących się wówczas w uprawie wysokich i skłonnych do wylegania odmian [Songin i Czyż 1990; Zieliński i in. 1980]. Natomiast niewiele jest badań dotyczących średniowysokich i wąsolistnych odmian grochu ogólnoużytkowego [Książak 1998c]. Bezlistne odmiany grochu charakteryzuje wysoki potencjał plenneści i są one przydatnym komponentem do mieszanek ze zbożami uprawianymi na ziarno.

Celem przeprowadzonych badań było poszerzenie wiedzy o zależności między składem mieszanki wąsolistnej odmiany grochu z jęczmieniem a poziomem nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe z mieszanką grochu (Ramrod) i jęczmieniem jarym (Rataj) przeprowadzono w latach 1998–2000 w RZD Grabów w układzie podbloków skrzyżowanych „split-plot” w 4 powtórzeniach. W schemacie doświadczenia czynnikiem I rzędu był poziom nawożenia azotem (kg ha^{-1}) $N_1 - 0$; $N_2 - 30$; $N_3 - 60$; $N_4 - 90$; a czynnikiem II rzędu – procentowy udział grochu w mieszance: 30, 40 i 50%. Odpowiadało to następującej obsadzie roślin grochu na powierzchni 1 m^2 : 30, 40 i 50, uzupełnione odpowiednio następującą ilością roślin jęczmienia – 210, 180 i 150 szt. m^2 . Nawożenie azotem zgodnie ze schematem stosowano w następujący sposób: N_2 – przed siewem, N_3 – 40 kg przed siewem + 20 kg w fazie krzewienia, N_4 – 50 kg przed siewem + 40 kg – w fazie krzewienia zbóż. Wielkość poletka do zbioru wynosiła $13,5 \text{ m}^2$.

Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Zawartość przyswajalnego fosforu wynosiła (mg kg^{-1}): od 13,3 do 16,0, potasu od 8,1 do 8,4, magnezu 3,9 do 4,1, a pH zbliżone do obojętnego (6,4–6,6). Stosowano 40 kg ha^{-1} P_2O_5 i 80 kg ha^{-1} K_2O . Siew wykonano w okresie 7–15 kwietnia. Przed siewem nasiona zaprawiano zaprawą Funaben T. Do odchwaszczania mieszanek stosowano Stomp 330 EC w dawce $3,5 \text{ l ha}^{-1}$.

Przed zbiorem na 10 losowo wybranych roślinach grochu z każdego poletka określono wysokość osadzenia pierwszego strąka, długość części owocującej pędu oraz liczbę międzywęzli do pierwszego owocującego węzła. Ocenie poddano również liczbę

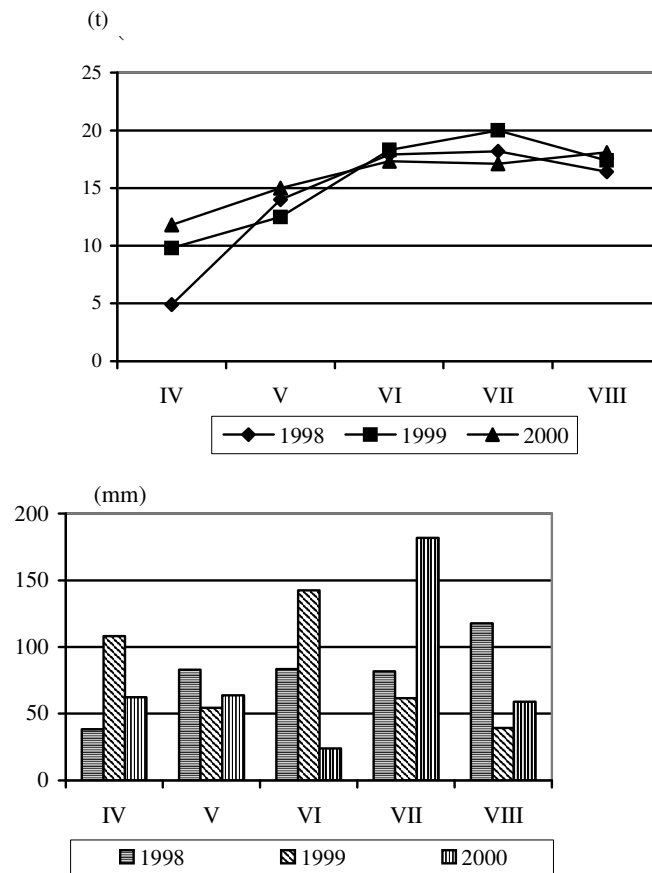
strąków i nasion na roślinie oraz nasion w strąku. Ponadto ustalono liczbę węzłów owocujących, liczbę strąków i nasion z węzła. Natomiast u jęczmienia określono wysokość źdźbła oraz liczbę źdźbeł produkcyjnych. Po zbiorze określono plon nasion mieszanki grochu i jęczmienia oraz masę tysiąca nasion komponentów. Udział nasion obu gatunków w mieszance oznaczono po rozdzieleniu plonu z całego poletka.

Do określenia ilości azotu wiążanego symbiotycznie przez groch uprawiany w mieszance z jęczmieniem wykorzystano metodę do sporządzania bilansu azotu na powierzchni pola opracowaną w OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), a dostosowaną w IUNG do warunków Polski [Kopiński 2007]. Opiera się ona na założeniu, że przychód to ilość składników wnoszonych z zewnątrz i z gospodarstwa na pole (nawożenie mineralne, nawozy naturalne i organiczne, opad z atmosfery, biologiczne wiązanie azotu, materiał siewny oraz różnica między zawartością N-min. w glebie po zbiorze minus zawartość N min. w glebie przed siewem), a rozchód to ilość składników wyniesionych z plonami (plony nasion, słomy).

Istotności wpływu badanych czynników doświadczenia na obserwowane cechy oceniano za pomocą analizy wariancji, wyznaczając półprzedziały ufności testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Analizę ilościową zależności pomiędzy wybranymi cechami wykonano, obliczając współczynniki korelacji i równania regresji programem Statgraphics Plus 4.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

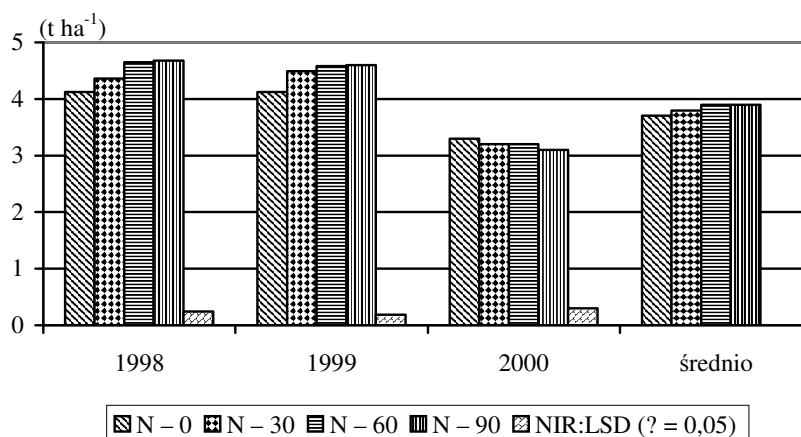
Na wzrost, rozwój i plonowanie grochu i jęczmienia uprawianych w mieszance znaczący wpływ miały oceniane w badaniach czynniki (nawożenie azotem i udział grochu), ale także przebieg pogody w okresie wegetacji (rys. 1). Wyższe plony nasion uzyskano w latach 1998 i 1999 charakteryzującymi się sumą opadów w okresie od kwietnia do sierpnia około 400 mm (większa od średniej dla wielolecia), najkorzystniejszym rozkładem opadów oraz największą względną wilgotnością powietrza w okresie kwitnienia roślin. Znacznie niższe plony o około 35% uzyskano w roku 2000, w którym po siewie nastąpiło silne ochłodzenie, wystąpiły opady śniegu, co spowodowało niewielkie wypadki wschodzących roślin, zwłaszcza grochu. W tym roku w II i III dekadzie kwietnia i czerwcu wystąpiła susza i wysokie temperatury powietrza (rys. 1). Wystąpiło wówczas kwitnienie grochu oraz kłoszenie jęczmienia. Występujące w lipcu opady deszczu nie zrekompensowały strat powstałych na skutek suszy, a jedynie spowodowały przedłużenie dojrzewania roślin oraz większe osypywanie nasion, zwłaszcza jęczmienia. Dużą wrażliwość mieszanek grochu ze zbożami jarymi na przebieg pogody obserwował autor we wcześniejszych badaniach [Księżak i Magnuszewska 1999]. W tych warunkach rośliny grochu także cechował krótszy okres kwitnienia oraz mała liczba strąków. Ponadto obserwowano znaczne przyspieszenie dojrzewania roślin, które nie sprzyjało dobremu wykształceniu nasion grochu i ziarniaków zbóż. Uzyskane wyniki wskazują na dużą wrażliwość grochu na mniejszą ilość opadów w okresie wegetacji. Potwierdzają jednocześnie, iż w tych warunkach uprawa mieszanek roślin strączkowych ze zbożami zapewnia większą stabilność i wyższy poziom plonowania niż uprawa tych roślin w czystym siewie.



Rys. 1. Przebieg warunków atmosferycznych podczas wegetacji mieszanek
Fig. 1. Course of weather conditions during the vegetation of mixtures

Na poziomie plonowania mieszanek grochu z jęczmieniem znaczący wpływ miało nawożenie azotem (rys. 2). W warunkach większej wilgotności gleby (rok 1998 i 1999) istotną zwyżkę plonu nasion mieszanek uzyskano po zastosowaniu wszystkich dawek azotu w porównaniu do obiektu bez nawożenia tym składnikiem. Zastosowanie większych dawek N 60 i 90 kg·ha⁻¹, w porównaniu do dawki 30 kg·ha⁻¹, powodowało zwiększenie poziomu plonowania, ale różnice były nieistotne. Natomiast w roku 2000 (mała wilgotność gleby) zastosowanie azotu od 30 do 90 kg·ha⁻¹ nie miało znaczącego wpływu na kształtowanie plonu takiej mieszanki. Słaba reakcja na zwiększone dawki azotu w roku 1999 był spowodowany wczesnym i silnym wyleganiem mieszanek, natomiast w roku 2000 było to wywołane słabym wykorzystaniem przez rośliny azotu na skutek występującej suszy glebowej. Pisulewska [1994] podaje, że nawożenie azotem stymulowało plon nasion mieszanki żyta z wyką i pszenżyta z wyką. Na 1 kg N przy nawożeniu 30 kg·ha⁻¹ plon wzrastał o około 9,5 kg, a przy dawce 60 kg o około 7 kg. Noworolnik [2000] stwierdził istotny wzrost plonu mieszanek po zastosowaniu 20 kg·ha⁻¹ w stosunku

do kontroli bez nawożenia tym składnikiem oraz tendencję do dalszego wzrostu przy dawce azotu 40 kg ha^{-1} . Ten sam autor w innych doświadczeniach [Noworolnik 1998] podaje, iż reakcja mieszanek na poziom nawożenia azotem zależy od jakości gleby i działu komponentów w mieszance. Silniejszy dodatni wpływ poziomu nawożenia obserwował na słabszej glebie, szczególnie w przypadku mieszanki z większym udziałem zboża. Zielińska i in. [1974] w przeprowadzonych badaniach stwierdzili, iż dawka 50 kg podzielona na dwie części (przed siewem i krzewienie owsa) zwiększa istotnie plony nasion i białka mieszanki owsa z peluszką w porównaniu z kontrolą. Natomiast zastosowanie dawki 75 kg umożliwia uzyskanie podobnych plonów, jednak powoduje silniejsze wyleganie mieszanki.



Rys. 2 . Plon nasion mieszanki grochu z jęczmieniem w zależności od dawki nawożenia azotem (t ha^{-1})

Fig. 2. Yield of mixture pea with spring barley seeds in dependence on nitrogen fertilization (t ha^{-1})

Zwiększenie w zasiewie udziału grochu z 30 do 50% nie miało istotnego znaczenia dla plonowania mieszanek z jęczmieniem niezależnie od poziomu nawożenia azotem. Jedynie w roku 1998 na obiekcie nawożonym 60 kg azotu zwiększenie udziału grochu przy zasiewie z 30 do 40% spowodowało istotną wyżkę plonu. Jest to trudne do wyjaśnienia, zwłaszcza jeśli uwzględni się fakt, iż nie obserwowano takiej reakcji na zwiększenie udziału grochu do 50% na obiektach nawożonych mniejszą (30 kg) i większą dawką azotu (90 kg). Autor we wcześniej prowadzonych badaniach [Księżak 1994, 1998a, 1998c] istotnie większe plony nasion uzyskał przy 30% udziale nasion grochu w zasiewie; malały one w miarę zwiększania tego udziału. Inni autorzy [Kotecki 1990; Kusiorska i in. 1989; Szczukowski 1989] największe plony nasion mieszanek uzyskali w warunkach, gdy nasiona grochu przy wysiewie stanowiły od 30 do 15%.

Plon nasion mieszanki był istotnie skorelowany z większością analizowanych cech morfologicznych grochu. Stwierdzono stosunkowo silną korelację plonu nasion z liczbą międzywęźli do 1. strąka, liczbą nasion i strąków na węźle, liczbą węzłów, strąków na roślinie oraz masą tysiąca nasion. Analizując zmienność plonowania mieszanek w zalez-

ności od cech morfologicznych grochu i wzajemnych powiązań między nimi wyznaczono funkcję regresji wielokrotnej, która przybrała postać:

$$Y = 0,358193 + 0,000774629x_1 + 0,0493679x_2 - 0,0403455x_3 - 0,106842x_4 + 0,161949x_5 + 0,18282x_6 + 0,529087x_7 - 0,255507x_8 + 0,0089571x_9 \quad R^2 = 95,7$$

gdzie:

- Y – plon nasion,
- X₁ – udział nasion grochu przy wysiewie,
- X₂ – wysokość do pierwszego strąka,
- X₃ – długość części owocującej,
- X₄ – liczba międzywęźli do 1. strąka,
- X₅ – liczba nasion na węźle,
- X₆ – liczba strąków na roślinie,
- X₇ – liczba strąków na węźle,
- X₈ – liczba węzłów na roślinie,
- X₉ – masa tysiąca nasion

Pozostałych badanych cech, tj. liczby nasion w strąku i na roślinie, nie uwzględniono w równaniu regresji, gdyż nie były skorelowane z plonem. Zmienność wyżej wymienionych cech (x₁.....x₉) determinowała plonowanie mieszanek w 93,7%.

Udział nasion grochu w plonie mieszanek był zróżnicowany badanymi czynnikami oraz przebiegiem warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. Wzrost ilości wysiewu grochu prowadził do przyrostu udziału jego nasion w plonie (tab. 1). W roku 1998 i 2000 pod wpływem nawożenia azotem następowało zmniejszenie udziału grochu w plonie mieszanek, przy czym był on znacznie silniejszy w roku o korzystnym rozkładzie opadów (1998). Noworolnik [2000] obserwował tendencję do ujemnego wpływu nawożenia azotem na udział grochu w plonie mieszanek ze zbożami niezależnie od przebiegu warunków atmosferycznych. Natomiast ten sam autor w innej pracy [Noworolnik 1999] nie stwierdził wpływu nawożenia azotem na udział poszczególnych komponentów w plonie nasion, jak również na dorodność nasion. W roku 2000 udział nasion grochu był znacznie mniejszy niż przy wysiewie i wynosił średnio około 10%. Taka ilość grochu była spowodowana słabym jego wzrostem w warunkach braku opadów w czerwcu, czego konsekwencją była mała liczba zawiązanych strąków i nasion na roślinie. Książak [1994] w warunkach ograniczonej ilości opadów zanotował znacznie mniejszy udział nasion grochu w plonie mieszanek niż udział jego nasion w masie wysiewu. W roku 1999, o sprzyjającym rozkładzie opadów, zanotowano największy udział nasion grochu w plonie mieszanek. W tych warunkach rośliny grochu charakteryzowała najdłuższa część owocująca pędu oraz największa liczba strąków i nasion na roślinie, w wyniku czego ich udział w plonie był nawet większy niż przy wysiewie.

Oceniono ważniejsze cechy morfologiczne determinujące plonowanie grochu, a tym samym jego udział w plonie mieszanki. Cechy te były modyfikowane przez badane czynniki oraz warunki siedliskowe. Zwiększenie udziału grochu przy wysiewie w mieszance z jęczmieniem w warunkach dostatecznej ilości opadów 1999 r. powodowało ograniczenie wytwarzania węzłów ze strąkami, natomiast nie obserwowano takiej zależności

w latach 1998 i 2000 (tab. 2). Czynnikiem ten miał niewielki wpływ zarówno na wysokość osadzenia pierwszego strąka, jak i na długość części owocującej. Liczba strąków i nasion na roślinie pod wpływem zwiększania udziału grochu przy wysiewie z 30 do 50% w warunkach dostatecznej ilości opadów (1999) zmniejszała się, w warunkach ograniczonej ilości opadów (2000) ulegały one małemu zróżnicowaniu, natomiast w roku 1998 zanotowano zwiększenie ilości tych elementów na roślinie grochu. Wzrost MTS grochu i jęczmienia na skutek zmniejszenia udziału jęczmienia w mieszance przy wysiewie w warunkach środkowej części Polski oraz istotne zmniejszenie masy 1000 ziaren jęczmienia w środkowowschodniej części kraju obserwowano również Książak we wcześniejszych zrealizowanych doświadczeniach [1998c]. W miarę zwiększania udziału grochu w mieszance z jęczmieniem [Książak 1998c] obserwowano również zmiany w strukturze roślin grochu. Wyżej na pędzie osadzał się pierwszy strąk oraz wydłużała się część owocująca pędu. Zróżnicowaną reakcję odmian grochu uprawianego w mieszance z jęczmieniem obserwowano Zieliński i in. [1980]. Zwiększenie z 20 do 40% udziału w łanie odmiany Fioletowa powodowało wzrost liczby strąków i nasion na roślinie, natomiast u odmiany Mazurska nie zanotowano takiej tendencji. Książak i Borowiecki [1997] podają, że zwiększenie udziału z 30 do 70% grochu w mieszance z samokończącą odmianą bobiku powodowało zmniejszenie liczby nasion na roślinie u odmiany Kwestor, nie stwierdzono takiej zależności u wąsolistnej odmiany Miko, natomiast masa tysiąca nasion nie ulegała zmianom u obu badanych odmian. Inni autorzy [Szczukowski 1989; Kotecki 1990] pod wpływem wzrostu składnika zbożowego stwierdzili ograniczenie liczby strąków i nasion oraz masy nasion na roślinie grochu. Książak [1998c] stwierdził mały wpływ zróżnicowanego udziału składników w ilości wysiewu na kształtowanie się takich cech, jak: liczba nasion w strąku, liczba węzłów owocujących, liczba strąków i nasion z węzła. Liczbę węzłów owocujących i strąków z węzła uznawana jest przez Świącickiego [1974] za podstawowy wskaźnik potencjalnego plonu nasion grochu.

Tabela 1. Udział nasion grochu (%) w plonie mieszanki w zależności od dawki nawożenia azotem i udziału komponentów w zasiewie

Table 1. Pea percentage (%) of seeds in mixture yield in dependence on nitrogen fertilization and percentage composition at sowing

Dawka N Nitrogen dose kg ha ⁻¹	Udział grochu Pea percentage (%)	Lata – Years			
		1998	1999	2000	średnio mean
N – 0	30	23,0	37,0	8,8	22,9
	40	26,0	44,0	10,9	27,0
	50	30,5	50,0	11,9	30,8
N – 30	30	20,3	43,8	8,3	24,1
	40	24,5	43,5	8,4	25,5
	50	28,5	49,2	10,9	29,5
N – 60	30	17,8	38,0	9,4	21,7
	40	22,0	44,3	9,1	25,1
	50	25,5	51,0	10,6	29,0
N – 90	30	16,8	40,5	7,8	21,7
	40	22,0	42,0	8,4	24,1
	50	24,8	46,8	11,8	27,8

Udział nasion grochu w mieszance był istotnie skorelowany z większością analizowanych cech morfologicznych grochu. Stwierdzono stosunkowo silną korelację z długością części owocującej, liczbą nasion w strąku, liczbą nasion, strąków i węzłów na roślinie, liczbą nasion i strąków na węźle, masą tysiąca nasion oraz wysokością do 1. strąka. Analizując zmienność plonowania mieszanek w zależności od cech morfologicznych grochu i wzajemnych powiązań, między nimi wyznaczono funkcję regresji wielokrotnej, która przybrała postać:

$$Y = -83,5514 + 0,318636x_1 + 1,20944x_2 + 2,10201x_3 - 0,00509861x_4 + 2,27704x_5 + 0,482351x_6 + 1,21799x_7 + 0,194666x_8 \quad R^2 = 94,3$$

gdzie:

- Y – udział grochu,
- X₁ – wysokość pędu do 1. strąka,
- X₂ – długość części owocującej,
- X₃ – liczba międzywęzli do pierwszego strąka,
- X₄ – liczba nasion na roślinie,
- X₅ – liczba nasion w strąku,
- X₆ – liczba strąków na roślinie,
- X₇ – liczba węzłów na roślinie,
- X₈ – masa tysiąca nasion.

Pozostałych badanych cech, tj. liczby strąków i nasion na węźle, nie uwzględniono w równaniu regresji, gdyż nie były skorelowane z udziałem grochu w plonie. Zmienność wyżej wymienionych cech (x₁.....x₈) determinowała plonowanie mieszanek w 91,7%.

Tabela 2. Liczba węzłów ze strąkami na roślinie grochu uprawianym w mieszance w zależności od dawki nawożenia azotem i udziału komponentów w zasiewie
Table 2. Number of nodes with pods per pea plant of growing in mixture in dependence on nitrogen fertilization and percentage composition at sowing

Wyszczególnienie Description		1998	1999	2000	Średnio Mean
Dawka N Nitrogen dose (kg ha ⁻¹)	0	3,00	6,47	1,40	3,49
	30	2,73	5,63	1,26	3,21
	60	2,57	5,13	1,23	2,98
	90	2,27	4,80	1,27	2,78
	NIR – LSD (α = 0,05)	0,24	0,39	r.n	-
Udział grochu Pea percentage (%)	30	2,58	5,98	1,23	3,26
	40	2,72	5,38	1,25	3,12
	50	2,82	5,17	1,32	3,10
	NIR– LSD (α = 0,05)	0,19	0,2 9	r.n	-

r.n. – różnice nieistotne – nonsignificant differences

Zastosowanie azotu w mieszance grochu z jęczmieniem wpływało niekorzystnie na wytwarzanie węzłów ze strąkami, strąków i nasion na roślinie grochu (tab. 2 i 4). Nawożenie tym składnikiem powodowało ponadto wyższe osadzenie pierwszego strąka na łodydze grochu w porównaniu do roślin bez zastosowania tego składnika (tab. 3).

Stwierdzono mały wpływ zróżnicowanego składu mieszanki oraz poziomu nawożenia azotem na kształtowanie się takich cech, jak: liczba nasion w strąku (3,8–4,1), liczba strąków (1,45–1,70) i nasion na węzle (5,8–7,1), liczba międzywęzli do 1. strąka (13,5–14,8) oraz masa 1000 nasion. Oceniane czynniki miały także mały wpływ na długość części owocującej – najdłuższa była w roku 1999 (15,8–17,4), natomiast najkrótsza w roku o małej ilości opadów 2000 (1,8–2,3). Na wielkość nasion grochu znaczący wpływ miał przebieg pogody, podobny wpływ jak na długość części owocującej. W roku o korzystnym przebiegu pogody (1998 i 1999) średnia masa 1000 nasion wynosiła około 212 g, natomiast w roku o małej ilości opadów (2000) była mniejsza o około 19%. Noworolnik [1999] nie obserwował wpływu zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem na dorodność nasion grochu.

Tabela 3 . Cechy morfologiczne grochu uprawianego w mieszance w zależności od poziomu nawożenia azotem

Table 3. Morphological features of pea of growing in mixture in dependence on nitrogen fertilization

Dawka N Nitrogen dose kg ha ⁻¹	Wysokość do 1 strąka Height to the 1st pod (cm)				Długość części owocującej Length of shoot with pods (cm)			
	1998	1999	2000	średnio mean	1998	1999	2000	średnio mean
0	45	57	34	45,3	4	17	2	7,7
30	49	57	37	44,3	3,7	17	2	7,6
60	52	63	37	50,7	3	17	2,3	7,4
90	53	63	37	51,0	2,7	15	2	6,6
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)	3,9	3,0	r.n.	-	0,81	1,7	r.n.	-

r.n. – różnice nieistotne – nonsignificant differences

Tabela 4. Liczba strąków i nasion na roślinie grochu uprawianego w mieszance w zależności od dawki nawożenia azotem i udziału komponentów w zasiewie

Table 4. Number of pods and seeds per pea plant of growing in mixture in dependence on nitrogen fertilization and percentage composition at sowing

Wyszczególnienie Description		Liczba strąków Number of pods				Liczba nasion Number of seeds			
		1998	1999	2000	średnio mean	1998	1999	2000	średnio mean
Dawka N Nitrogen dose kg ha ⁻¹	0	4,80	9,13	2,07	5,33	20,9	38,2	9,2	22,8
	30	4,70	8,47	1,70	4,96	19,7	36,6	7,1	21,1
	60	4,43	7,30	1,70	4,48	15,8	29,9	6,1	17,3
	90	3,87	7,17	1,90	4,31	14,3	29,3	6,4	16,7
	NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)	0,33	0,48	0,22	-	2,21	4,29	1,23	-
Udział grochu Pea percentage (%)	30	3,80	8,70	1,73	4,74	14,5	36,6	6,7	19,3
	40	4,52	8,00	1,86	4,79	18,3	33,6	7,2	19,7
	50	4,95	7,38	1,95	4,76	20,3	30,4	7,6	19,4
	NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)	0,31	0,39	r. n	-	1,98	3,10	r.n	-

r.n. – różnice nieistotne – nonsignificant differences

Wzrost dawek azotu do $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodował silniejsze krzewienie produkcyjne zboża, wykształcenie dłuższych pędów oraz wytworzenie ziarniaków o większej masie (tab. 5). Natomiast zwiększający się udział grochu w składzie mieszanki miał niewielki wpływ na oceniane cechy morfologiczne jęczmienia. Również Książak [1994] podaje, iż małym zmianom ulegały cechy morfologiczne jęczmienia pod wpływem zróżnicowanego składu mieszanek. Natomiast zdaniem tego autora zanotowane zmniejszenie masy ziarniaków jęczmienia spowodowane było silniejszym wyleganiem w miarę wzrostu udziału grochu w ilości wysiewu. Podleśny i Lenartowicz [1999] obserwowali, iż w miarę zagęszczenia pszenicy ze 100 do 250 roślin na 1 m^2 następowało skrócenie pędów produkcyjnych, nieznaczne pogorszenie się krzewienia produkcyjnego oraz wyraźny wzrost masy 1000 ziaren.

Tabela 5. Cechy morfologiczne jęczmienia w zależności od poziomu nawożenia azotem
Table 5. Morphological features of barley in dependence on nitrogen fertilization

Dawka N Nitrogen dose $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	Wysokość do wierzchołka Height to the apex (cm)				Liczba pędów produkcyjnych Number of production shoot			
	1998	1999	2000	średnio mean	1998	1999	2000	średnio mean
0	60	71	54	62	2,46	2,37	3,57	2,80
30	66	79	53	66	2,30	2,73	3,57	2,87
60	67	79	54	67	3,00	2,93	3,77	3,23
90	67	81	54	67	3,30	2,90	3,80	3,33

Straty nasion grochu i jęczmienia uprawianych w mieszankach były niewielkie: grochu 8–17 nasion na 1 m^2 , jęczmienia 14–32 ziaren na 1 m^2 . Na ilość osypanych nasion mały był wpływ badanych czynników oraz przebiegu pogody. Pomimo iż w roku 1999 w III dekadzie czerwca i II dekadzie lipca wystąpiły znaczne opady, które spowodowały silne wyleganie mieszanek wynikiem, czego były duże utrudnienia podczas zbioru (tab. 6). Podleśny i Lenartowicz [1999] najmniejsze straty nasion grochu stwierdzili przy zbiorze grochu uprawianym z najgęściej wysianą pszenicą ($250 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$). Ponadto straty te były kilkakrotnie mniejsze niż przy zbiorze z zasiewów czystych. Natomiast Książak [1998b] podaje, że ilość osypanych nasion grochu ściśle zależy od odmiany.

Tabela 6. Wyleganie mieszanek przed zbiorem w zależności od poziomu nawożenia azotem (skala 9°)
Table 6. Lodging of mixtures before harvest in dependence on nitrogen fertilization (scale 9°)

Dawka N Nitrogen dose $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	1998	1999	2000	Średnio – Mean
0	8,2	1,2	9	6,1
30	7,7	1,4	9	6,0
60	7,7	1,7	9	6,1
90	8,0	2,0	9	6,3

Ilość azotu wiązane go symbiotycznie przez groch uprawiany w mieszance z jęczmieniem wynosiła niecałe $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ przy nawożeniu mieszanek $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do około $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bez nawożenia tym składnikiem (tab. 7). Zwiększenie poziomu nawożenia

azotem mineralnym mieszanki od 30 do 90 kg·ha⁻¹ powodowało istotne ograniczenie wiązania azotu symbiotycznego przez rośliny grochu. Dziesięć kilogramów azotu zastosowanego w dawce 30 i 60 kg·ha⁻¹, powodowało zmniejszenie ilości azotu wiązanego symbiotycznie o około 8 kg·ha⁻¹, natomiast w dawce 90 kg ograniczenie było silniejsze i wynosiło około 9 kg. Więcej azotu na jednostce powierzchni było wiązane w mieszankach z 50% udziałem grochu niż 30%.

Tabela 7. Ilość azotu symbiotycznego (N kg·ha⁻¹) wiązanego przez groch w mieszance z jęczmieniem w zależności od poziomu nawożenia azotem mineralnym
Table 7. Quantity of symbiotic nitrogen (N kg·ha⁻¹) fixation of pea mixture with wheat in dependence on mineral nitrogen fertilization

Wyszczególnienie Description		1998	1999	2000	Średnio Mean
Dawka N Nitrogen dose (kg·ha ⁻¹)	0	98	150	118	122
	30	76	137	81	98
	60	59	103	60	74
	90	29	83	28	47
	NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)	13,1	18,4	17,3	
Udział grochu; Pea percentage (%)	30	58	107	60	75
	40	66	119	71	85
	50	73	129	79	94
	NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)	5,1	6,7	5,5	

Spowodowane to było przede wszystkim większą liczbą roślin grochu na jednostce powierzchni. Natomiast znacząco większe wiązanie azotu stwierdzono w warunkach większej ilości opadów w okresie wegetacji. Strzelec [1997] podaje, iż groch w procesie symbiozy z bakteriami brodawkowymi może związać od 50 do 100 kg N·ha·rok⁻¹. Zróżnicowanie to wynika zdaniem tej autorki z różnej aktywności symbiotycznej odmian, aktywności zakażających ją bakterii oraz warunków siedliskowych.

WNIOSKI

1. Wystarczająca dawka azotu dla mieszanek wąsolistnej odmiany grochu Ramrod i jęczmienia jarego Rataj uprawianych na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego wynosi około 30 kg·ha⁻¹. Zwiększenie w zasiewie udziału grochu z 30 do 50% nie miało znaczącego wpływu na plonowanie mieszanek z jęczmieniem niezależnie od poziomu nawożenia azotem.

2. Nawożenie mieszanek azotem w dawkach od 30 do 90 kg·ha⁻¹ powodowało zmniejszenie udziału grochu w plonie, przy czym było ono silniejsze w roku o korzystnym rozkładzie opadów niż w warunkach ograniczonej wilgoci.

3. Zastosowanie azotu ograniczało wytwarzanie węzłów ze strąkami, strąków i nasion na roślinie grochu oraz wyższe osadzenie pierwszego strąka na łodydze grochu. Natomiast niewielki był wpływ tego czynnika na kształtowanie się takich cech, jak: liczba nasion w strąku, liczba strąków i nasion z węzła oraz masa 1000 nasion.

4. Zwiększenie poziomu nawożenia azotem mineralnym mieszanek od 0 do 90 kg ha⁻¹ powodowało istotne ograniczenie wiązania azotu symbiotycznego przez rośliny grochu. Na każde 10 kg azotu zastosowanego w dawce 30 i 60 kg ha⁻¹ następowało zmniejszenie ilości azotu wiązanego symbiotycznie o około 8, natomiast w dawce 90 kg ha⁻¹ ograniczało silniej bo o około 9 kg.

PIŚMIENNICTWO

- Kotecki A., 1990. Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszankach na plon nasion peluszki uprawianej w różnych warunkach glebowych. AR Wrocław, Rozpr. hab. 87, 5–55.
- Kopiński J., 2007. Bilans azotu na powierzchni pola jako wskaźnik zmian intensywności produkcji rolnej w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 4, 21–33.
- Książak J., 1994. Ocena przydatności wybranych odmian grochu siewnego do uprawy w mieszankach z jęczmieniem jarym. *Mat. Konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”*, Poznań, 116–121.
- Książak J., 1998a. Uprawa mieszanek grochu z jęczmieniem dobrą praktyką w produkcji paszy dla tuczników. *Mat. Konf. Nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”*. Puławy, K(15/I), 263–270.
- Książak J., 1998b. Wpływ jęczmienia jarego jako rośliny podporowej na jakość nasion grochu. *Pam. Puł.* 112, 129–135.
- Książak J., 1998c. Zróżnicowanie cech morfologicznych wybranych odmian grochu siewnego uprawianych w mieszankach z jęczmieniem jarym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 463, 389–398.
- Książak J., Borowiecki J., 1997. Plonowanie grochu siewnego z samokończącą odmianą bobiku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 446, 395–399.
- Książak J., Magnuszewska K., 1999. Plonowanie mieszanek grochu ze zbożami uprawianych w wybranych rejonach kraju. *Fragm. Agron.* 3, 89–96.
- Kusiorska K., Szczukowski S., Tworkowski J., 1989. Plon i wartość siewna nasion peluszki uprawianej w siewie czystym i mieszankach ze zbożami. *Mat. Konf. „Nowe kierunki w uprawie i użytkowaniu roślin motylkowa tych”*. AR Szczecin, 81–88.
- Noworolnik K., 1998. Zastosowanie mieszanek jęczmienia z grochem jako element dobrej praktyki rolniczej. *Mat. Konf. Nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”*, Puławy, K(15/I), 399–403.
- Noworolnik K., 1999. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie mieszanki jęczmienia z owsem i grochem. *Mat. Konf. Nauk. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”*, AR Poznań, 84–85.
- Noworolnik K., 2000. Mieszanki zbożowo-strączkowe w systemie rolnictwa zrównoważonego. *Pam. Puł.* 120, 2, 335–329.
- Pisulewska E., 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 perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”*, Poznań, 180–185.

- Podleśny J., Lenartowicz W., 1999. Pszenica jara jako roślina podporowa w uprawie grochu. *Pam. Puł.* 118, 320–331.
- Rudnicki F., 1997. Potencjalna przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami. *Fragm. Agron.* 1, 8–18.
- Rudnicki F., Kotwica K., 1994. Wartość przedplonowa pszenżyta jarego, lubinu żółtego i ich mieszanek dla pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 2, 19–24.
- 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.
- Songin H., Czyż H., 1990. Wydajność trzech odmian nasion grochu pastewnego na Pomorzu Zachodnim w zależności od sposobu siewu. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 141, 77–82.
- Strzelec A., 1997. Rola szczepionek w uprawie roślin motylkowatych. *IUNG Puławy, Mat. Szkol.* 62/97, 17.
- Święcicki W., 1977. Wstępna ocena komponentów do krzyżówek w hodowli grochu. *Hod. Rośl. i Nas., Biul. Branż.* 2, 8–16.
- Szczukowski S., 1989. Plonowanie i wartość siewna nasion peluszki reprodukowanej w mieszkach ze zbożami i w siewie czystym *Acta Acad. Agricult. Techn. Olszt., Agricultura* 47, 3–40.
- Szczygielski T., Kacprzyk M., 1989. Ocena plonowania wybranych odmian peluszki w zasiewach jednogatunkowych i w mieszkach z roślinami podporowymi. *Mat. konf. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”*, IUNG Puławy, 2, 240–254.
- Zielińska A., Paprocki S., Zieliński A., 1974. Plonowanie mieszanek owsa z peluszką i owsa z seradłą na różnych dawkach nawożenia azotowego. *Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn*, 9, 103–117.
- Zielińska A., Rutkowski M., 1988. Porównanie wydajności owsa, jęczmienia oraz 4 odmian peluszki w siewie czystym i współzrędnym. *Acta Acad. Agric. Techn. Olszt., Agricultura*, 46, 113–124.
- Zieliński A., 1962. Siewy mieszane peluszki ze zbożami jarymi w uprawie na nasiona. *Zesz. Nauk. WSR Olsztyn*, 12, 327–332.
- Zieliński A., Paprocki S., Zielińska A., 1980. Plonowanie odmian peluszki w siewie czystym i w mieszkach z owsem i jęczmieniem uprawianym na ziarno paszowe. *Zesz. Nauk. AR-T. Olsztyn*, 30, 161–171.
- Ziółek A., 1968. Badania nad agrotechniką upraw nasiennych peluszki i wyki siewnej. *Acta Agrar. et Silvestria*, 8, 137–160.

Summary. Getting new knowledge about relations between content of semi leafless variety of pea cultivated in a mixture with spring barley and the level of nitrogen fertilization was the aim of the research work. The field experiment with a mixture of pea (Ramrod variety) and barley (Rataj variety) was conducted in the years 1998–2000 at the Experimental Station in Grabow. In this experiment the level of fertilization (kg ha^{-1}): $N_1 - 0$; $N_2 - 30$; $N_3 - 60$; $N_4 - 90$ was the 1st rank factor and the percentage of pea in a mixture: 30, 40 and 50% was the 2nd rank factor. In order to determine the amount of biologically fixed nitrogen by pea cultivated in a mixture with barley a special OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) method for nutrient balance calculation on the field level was used. 30 kg ha^{-1} is a sufficient rate of nitrogen for mixtures of semi leafless variety of pea Ramrod with barely cultivated on very good rye complex. Increase of pea percentage in a mixture from 30 to 50 did not significantly influence the level of yielding of a mixture independently on the level of nitrogen fertilization. Nitrogen fertilization of

a mixture in rates between 30 and 90 kg·ha⁻¹ decreased the % share of pea in the yield, however this decrease was stronger in a year with more favourable distribution of precipitation than in conditions of poor humidity. Increase of nitrogen fertilization of a mixture up to 90 kg·ha⁻¹ significantly reduced the process of symbiotic nitrogen fixation by pea. Each 10 kg of nitrogen applied in a rate 30 and 60 kg·ha⁻¹ decreased the amount of nitrogen fixed symbiotically by 8 kg·ha⁻¹, whereas in a rate of 90 kg·ha⁻¹ decreased even by 9 kg·ha⁻¹.

Key words: mixture, pea, spring barley, nitrogen doses