

WPŁYW DAWKI I SPOSOBU APLIKACJI AZOTU NA PLONOWANIE GROCHU

JERZY KSIEŻAK

Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

jerzy.ksiezak@iung.pulawy.pl

Synopsis. Celem prezentowanych poniżej badań było określenie poziomu plonowania grochu w zależności od dawki nawożenia azotem i sposobu jego aplikacji. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w RZD IUNG Kępa, metodą podbloków losowanych z obiektem kontrolnym w 4 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były poziomy nawożenia azotem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): $\text{N}_1 - 20$, $\text{N}_2 - 60$, czynnikiem II rzędu był – sposób aplikacji:– forma sypka (przed siewem – mocznik), forma płynna (RSM w fazie pąkowania roślin). Zastosowanie azotu w dawce 20 i $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie miało znaczącego wpływu na poziom plonowania grochu, natomiast korzystniej oddziaływało aplikowanie azotu w formie płynnej (RSM) niż sypkiej (mocznik). Na zawartość białka w nasionach grochu niewielki wpływ miało nawożenie azotem, natomiast istotne jego zwiększenie zanotowano w roku o małej ilości opadów w czerwcu i lipcu. Azot niezależnie od wielkości dawki w porównaniu do obiektu bez tego składnika wpływał niekorzystnie na masę 1000 nasion grochu, liczbę owocujących węzłów i masę nasion na roślinie, długość części owocującej oraz suchą masę łodygi jednej rośliny. Natomiast pod jego wpływem następowało zwiększenie liczby nasion i strąków z węzła oraz liczby międzywęzli do pierwszego owocującego węzła. Forma nawozu azotowego miała znaczący wpływ na kształtowanie się cech morfologicznych grochu. Dokarmianie roślin RSM w okresie pąkowania powodowało istotne zwiększenie masy 1000 nasion, masy nasion na roślinie, długości części owocującej oraz suchej masy łodygi jednej rośliny.

Słowa kluczowe – key words: groch – *pea*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, sposób aplikacji – *application method*

WSTĘP

Jedną z przyczyn niskiego poziomu plonowania grochu mogą być niedobory w żywieniu azotem. Ma to większe znaczenie, gdy rośliny nie mogą korzystać z azotu mineralnego z gleby, a jednocześnie roślinom nie jest on dostarczany przez *Rhizobium* na skutek słabego brodawkowania lub zniszczenia brodawek (żerowanie oprzędzików). Może wystąpić wówczas niedobór azotu w roślinie, co spowoduje obniżenie poziomu plonowania grochu oraz zmiany w jakości jego nasion, gdyż jest on transportowany do nasion od początku ich zawiązywania [Lecoœur i Sinclair 2001]. Azot atmosferyczny nie pokrywa w całości zapotrzebowania roślin na ten składnik zwłaszcza odmian o krótkim okresie wegetacji i plonujących lepiej w obecności w glebie azotu mineralnego. Dlatego zaleca się stosowanie $25\text{--}30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ dla wzmocnienia roślin w początkowym okresie rozwoju przed nawiązaniem współżycia z bakteriami brodawkowymi [Jasińska i Malarz 1983]. Natomiast wyniki badań Harasima [1989], Jelinowskiego i in. [1989], Songin i Czyż [1982] nad nawożeniem azotem grochu wskazują na korzystny wpływ N min na wielkość plonu nasion i zawartość białka w nasionach. Piotrowski [1994] wskazuje na celowość stosowania większych dawek N dla grochu na glebie o kwaśnym odczynie ogranicza-

jącym wytwarzanie się brodawek, po zastosowaniu herbicydów doglebowych ograniczających mechaniczną pielęgnację, względnie po wystąpieniu fuzariozy w późniejszym okresie rozwoju. Natomiast Jensen [1997], Wojcieszka i in. [1994a, 1994b] sugerują, że zdolność korzeni grochu do pobierania N z gleby, jak i zdolność układu symbiotycznego do wiązania N w okresie zawiązywania i wypełniania strąków są niewystarczające, aby umożliwić roślinom pełne zrealizowanie genetycznego potencjału plonotwórczego.

W podjętych badaniach założono, że poziom nawożenia azotem i metoda jego stosowania ma wpływ na plon nasion grochu. Celem prezentowanych badań własnych było określenie wpływu dawki nawożenia azotem i sposobu jego aplikacji na plonowanie grochu.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2005–2007 w RZD IUNG Kępa, metodą podbloków losowanych z obiektem kontrolnym w 4 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu było nawożenie azotem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): $N_1 - 20$, $N_2 - 60$; czynnikiem II rzędu był sposób aplikacji: forma sypka (przed siewem – mocznik) oraz forma płynna (RSM w fazie pąkowania roślin). Doświadczenie prowadzono z wąsolistną odmianą grochu Ramrod.

Doświadczenia przeprowadzono na glebie kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Zawartość (w warstwie 0–25 cm gleby) przyswajalnego fosforu wynosiła 122–206 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, potasu od 165 do 189 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, magnezu od 12,1 do 15,8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, N ogólnego od 0,75 do 0,78 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a pH od 7,14 do 7,25.

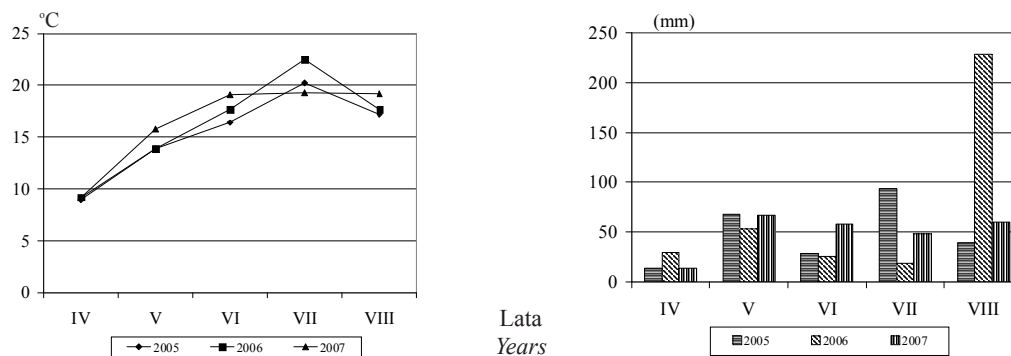
Powierzchnia poletka przy założeniu wynosiła 33,9 m^2 , a do zbioru 29,4 m^2 . Nawożenie fosforem i potasem stosowano w ilości ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): 26,2 P i 74,7 K. Siew w kolejnych latach wykonywano pomiędzy 6–21 kwietnia, w ilości 80 nasion· m^{-2} . Przed siewem nasiona zaprawiano zaprawą Funaben. Do odchwaszczenia grochu stosowano Afalon dyspersyjny 450 SC w dawce 2 l· ha^{-1} .

Przed zbiorem na 10 losowo wybranych roślinach z każdego poletka określano wysokość roślin, długość części owocującej pędu oraz liczbę międzywęźli do pierwszego owocującego węzła. Ocenie poddano także liczbę owocujących węzłów na roślinie, strąków w węźle i nasion w węźle. Ponadto ustalono liczbę strąków i nasion na roślinie, a także nasion w strąku. Określono również masę nasion na roślinie, powietrznie suchą masę łodygi jednej rośliny. Po zbiorze określano plon nasion grochu i masę tysiąca nasion przy 14% wilgotności, a także zawartość białka w nasionach.

Istotności wpływu badanych czynników doświadczenia na obserwowane cechy oceniano za pomocą analizy wariancji, wyznaczając półprzedziały ufności testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Równanie regresji pomiędzy plonem grochu i wybranymi cechami wykonano programem Statgraphics Plus for Windows v. 4,0.

WYNIKI I DYSKUSJA

Poziom plonowania grochu zależał przede wszystkim od przebiegu warunków pogodowych w okresie jego wegetacji, a także zastosowanego sposobu nawożenia azotem. Mniej korzystne warunki termiczno-wilgotnościowe w okresie wegetacji grochu wystąpiły w roku 2006 niż w dwu pozostałych latach (rys. 1). Niedobór opadów w II i III dekadzie czerwca i lipcu 2006 roku spowodował, iż rośliny wytworzyły wówczas mniej owocujących węzłów oraz strąków i nasion na roślinie; w efekcie otrzymano mniejsze plony nasion grochu. Obserwowano słabe



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

i nierównomierne wschody i mniejszą obsadę roślin niż w innych latach. Ponadto rośliny charakteryzowała mniejsza masa 1000 nasion i mniejsza masa nasion na roślinie i pomimo większej liczby strąków i nasion na roślinie plony nasion były mniejsze. Z badań Dzieżyca i in. [1987] wynika, że dekadowe potrzeby opadowe grochu są większe w przypadku gleb lekkich przeciętnie o 2–4 mm, niż gleb średnich oraz, że największe dekadowe potrzeby wodne występują w pasie Wielkich Dolin. Optymalne miesięczne sumy opadów dla grochu kształtują się odpowiednio na glebach lekkich 42–83 mm, średnich 38–76 i ciężkich 32–67 mm [Dzieżyca 1987].

Zastosowane dawki 20 i 60 kg N·ha⁻¹ nie różnicowały plonu nasion grochu i obniżyły go istotnie w porównaniu do obiektu kontrolnego bez nawożenia azotem (tab. 1). Taka reakcja roślin mogła być skutkiem występujących krótszych lub dłuższych okresów suszy panującej

Tabel 1. Plon oraz masa 1000 nasion grochu w zależności od sposobu nawożenia azotem
 Table 1. Yield and weight of 1000 seeds of pea in dependence on methods of nitrogen fertilization

Dawka (kg N·ha ⁻¹) oraz forma nawozu <i>Dose (kg N·ha⁻¹) and fertilizer form</i>	Plon nasion (t·ha ⁻¹) <i>Yield of seeds (t·ha⁻¹)</i>				Masa 1000 nasion (g) <i>Weight of 1000 seeds (g)</i>			
	2005	2006	2007	średnio <i>mean</i>	2005	2006	2007	średnio <i>mean</i>
0	4,42	3,07	4,31	3,94	282	253	271	269
20 – mocznik – urea	3,73	3,02	3,66	3,47	253	244	248	248
20 – RSM	3,83	3,19	3,73	3,59	266	248	261	258
60 – mocznik – urea	3,66	3,01	3,71	3,46	258	241	250	250
60 – RSM	3,91	3,26	3,86	3,68	272	249	264	262
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,31	r. n.	0,26	0,22	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.
<i>Forma nawozu – Fertilizer form</i>								
sypka – loose	3,70	3,01	3,69	3,47	256	243	249	249
plynna – liquid	3,87	3,23	3,80	3,64	269	248	262	260
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,09	0,11	r. n.	0,09	8,4	r. n.	8	7

r.n. – różnice nieistotne – *not significant differences*

w okresie wegetacyjnym w latach badań oraz istnienie wystarczającej ilości dzikich szczepów bakterii współżyjących z grochem. Również Borowiecki i in. [2004], Jasińska i Malarz [1983], Księżak [2004] nie zanotowali istotnego wpływu nawożenia azotem na poziom plonowania tradycyjnych jak też wąskolistnej odmiany grochu. Songin i Czyż [1982] natomiast podają, że reakcja na wielkość stosowanych dawek N zależała od odmiany, gdyż niektóre odmiany nie reagowały zwyżką plonu nasion po przekroczeniu dawki 30 kg N·ha⁻¹, a inne powyżej dawki 60 kg·N ha⁻¹. Natomiast Jelinowski i in. [1989] podają, że zwiększenie dawki azotu z 20 do 60 kg powodowało przyrost plonu nasion grochu, a po zwiększeniu do 100 kg już nie obserwowano żadnych zmian. Ci sami autorzy największą efektywność nawożenia N zanotowali dla dawek 20 i 60 kg N·ha⁻¹ (około 11 kg nasion na 1 kg N). Zasilanie grochu N_{min} według Wojcieszkiej i in. [1993] ma mały wpływ na przebieg jego wegetacji i okres jej trwania, natomiast powoduje zwiększenie plonu biomasy i nasion, ale tylko w warunkach kontrolowanych (doświadczenia wazonowe). Natomiast Voisin i in. [2002] podają, że zmienne polny nasion grochu są spowodowane zawartością N_{min} w glebie oraz nawożenia azotem wpływających na aktywność brodawek korzeniowych. W warunkach większej wilgotności gleby istotną zwyżkę plonu nasion mieszanki (groch z jęczmieniem) uzyskano po zastosowaniu azotu w porównaniu do obiektu bez nawożenia tym składnikiem [Księżak 2007]. Według tego autora zastosowanie większych dawek w porównaniu do dawki 30 powodowało zwiększenie poziomu plonowania, ale różnice były nieistotne. Bochniarz i in. [1987] podają, że nawożenie bobiku azotem jest w naszych warunkach agroekologicznych celowe i efektywne. Według tych autorów silniejszą reakcję obserwowali na glebach o lekko kwaśnym odczynie, średnio wysokiej zasobności w P, wysokiej zasobności w K i średniej w Mg. W przeprowadzonych badaniach korzystniej na plonowanie grochu wpłynęło zastosowanie azotu w postaci RSM niż mocznika (tab.1). Nawóz RSM był zastosowany na początku kwitnienia roślin i w warunkach małej wilgotności gleby azot dostarczony w późniejszym terminie oddziałował korzystnie na takie cechy strukturotwórcze jak: liczba węzłów ze strąkami i masa nasion na roślinie oraz masa 1000 nasion (tab. 1, 2 i 5).

Tabela 2. Liczba węzłów ze strąkami na roślinie i strąków na węźle w zależności od sposobu nawożenia azotem (szt.)

Table 2. Number of pods with fruiting nodes per plant and of pods per fruiting node in dependence on methods of nitrogen fertilization

Dawka (kg N·ha ⁻¹) Dose (kg N·ha ⁻¹)	Liczba owocujących węzłów Number of pods with fruiting nodes per plant				Liczba strąków na węźle Number of pods per fruiting node			
	2005	2006	2007	średnio mean	2005	2006	2007	średnio mean
0	4,8	4,8	4,6	4,7	1,52	1,60	1,53	1,55
20 – mocznik – urea	3,5	4,4	3,7	3,9	1,94	1,77	1,79	1,84
20 – RSM	4,0	4,7	4,0	4,2	1,60	1,70	1,70	1,70
60 – mocznik – urea	3,4	4,6	3,5	3,8	1,91	1,78	1,81	1,84
60 – RSM	3,5	4,8	3,6	3,9	1,91	1,79	1,87	1,86
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,6	r. n.	0,3	r. n.	0,11	r. n.	r. n.	r. n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

Tabela 3. Liczba strąków i nasion na roślinie w zależności od sposobu nawożenia azotem (szt.)
 Table 3. Number of pods and seeds on plant in dependence on methods of nitrogen fertilization

Dawka (kg N·ha ⁻¹) Dose (kg N·ha ⁻¹)	Liczba strąków na roślinie Number of pods on plant				Liczba nasion na roślinie Number of seeds on plant			
	2005	2006	2007	średnio mean	2005	2006	2007	średnio mean
0	7,3	7,7	7,0	7,3	23,9	26,2	22,8	24,3
20 – mocznik – urea	6,8	7,8	6,6	7,1	21,8	26,7	21,4	23,3
20 – RSM	6,4	8,0	6,8	7,1	21,2	25,9	21,8	23,0
60 – mocznik – urea	6,5	8,2	6,5	7,1	20,8	27,2	20,9	23,0
60 – RSM	6,7	8,6	6,7	7,3	22,7	27,8	21,9	24,1
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

Tabela 4. Liczba nasion w strąku oraz nasion z węzła w zależności od sposobu nawożenia azotem (szt.)
 Table 4. Number of seeds per pod and of seeds per fruiting node in dependence on methods of nitrogen fertilization

Dawka (kg N·ha ⁻¹) Dose (kg N·ha ⁻¹)	Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod				Liczba nasion na węźle Number of seeds per fruiting node			
	2005	2006	2007	średnio mean	2005	2006	2007	średnio mean
0	3,19	3,37	3,26	3,28	4,99	5,46	4,99	5,15
20 – mocznik – urea	3,18	3,34	3,25	3,26	6,23	6,07	5,82	6,04
20 – RSM	3,36	3,20	3,21	3,26	5,30	5,51	5,46	5,43
60 – mocznik – urea	3,17	3,29	3,22	3,23	6,12	5,91	5,83	5,96
60 – RSM	3,31	3,20	3,27	3,26	6,48	5,79	6,12	6,13
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	0,91	0,83	0,49	0,52
Średnio dawka – Mean of dose								
N – 20	3,27	3,27	3,23	3,26	5,77	5,79	5,64	5,74
N – 60	3,24	3,24	3,24	3,24	6,30	5,85	5,98	6,05
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	0,31	r. n.	0,29	0,21

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

Analizując zmienność plonowania grochu w zależności od cech morfologicznych i wzajemnych powiązań między nimi wyznaczono funkcję regresji wielokrotnej, która przybrała postać:
 $Y = 0,236714 + 0,102769x_1 - 0,728285x_2 + 0,0422778x_3 + 0,235169x_4 + 0,0289937x_5 + 0,00744125x_6$, $R^2 = 94,85$;

gdzie: Y – plon nasion, x_1 – liczba nasion na roślinie, x_2 – liczba nasion w strąku, x_3 – liczba strąków na roślinie, x_4 – liczba węzłów na roślinie, x_5 – masa nasion na roślinie, x_6 – masa tysiąca nasion.

Pozostałych badanych cech, tj. liczby strąków i nasion na węźle, zawartości białka, długości części owocującej pędu, wysokości roślin, suchej masy łodygi jednej rośliny, liczby międzywęźli do pierwszego owocującego węzła nie uwzględniono w równaniu regresji, gdyż nie były skorelowane z plonem. Zmienność wyżej wymienionych cech (x_1, \dots, x_6) determinowała plonowanie grochu w 92,46%.

Oceniano ważniejsze cechy morfologiczne determinujące plonowanie grochu. Cechy te były modyfikowane przez badane czynniki oraz warunki siedliskowe. Zastosowanie azotu w porównaniu do obiektu bez tego składnika wpływało niekorzystnie na masę 1000 nasion, powietrznie suchą masę łodygi jednej rośliny, liczbę owocujących węzłów na roślinie, długość części owocującej oraz masę nasion na roślinie (tab. 1, 2, 5, 6 i 7). Natomiast pod wpływem tego czynnika zanotowano zwiększenie liczby nasion i strąków na węźle, liczby międzywęźli do pierwszego owocującego węzła (tab. 2, 4 i 7). Jasińska i Malarz [1983] podają, że nawożenie

Tabela 5. Masa nasion na roślinie grochu i zawartość białka w zależności od sposobu nawożenia azotem
 Table 5. Seeds weight per plant and content of protein in dependence on methods of nitrogen fertilization

Dawka (kg N·ha ⁻¹) oraz forma nawozu <i>Dose (kg N·ha⁻¹) and fertilizer form</i>	Masa nasion na roślinie (g) <i>Seeds weight per plant (g)</i>				Zawartość białka (g·kg ⁻¹) <i>Content of protein (g·kg⁻¹)</i>			
	2005	2006	2007	średnio <i>mean</i>	2005	2006	2007	średnio <i>mean</i>
0	6,54	5,38	6,14	6,02	220	228	221	223
20 – mocznik – urea	5,28	5,22	5,81	5,44	214	232	218	221
20 – RSM	5,39	5,19	5,74	5,44	214	229	214	219
60 – mocznik – urea	5,42	5,26	5,49	5,39	214	230	213	219
60 – RSM	5,90	5,23	5,80	5,65	217	231	216	221
Średnio dawka – <i>Mean of dose</i>								
N – 20	5,33	5,20	5,77	5,44	214	230	216	220
N – 60	5,66	5,24	5,64	5,52	215	230	214	220
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,19	r. n.	r. n.	0,41	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.
Forma nawozu – <i>Fertilizer form</i>								
sypka – <i>loose</i>	5,35	5,24	5,65	5,41	214	231	215	220
płynna – <i>liquid</i>	5,64	5,21	5,77	5,54	215	230	215	220
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,28	r. n.	0,07	0,09	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.

r.n. – różnice nieistotne – *not significant differences*

Tabela 6. Długość części owocującej i wysokość roślin w zależności od sposobu nawożenia azotem
 Table 6. Length of shoot with pods and height of plants in dependence on methods of nitrogen fertilization

Dawka (kg N·ha ⁻¹) Dose (kg N·ha ⁻¹)	Długość części owocującej (cm) Length of shoot with pods (cm)				Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)			
	2005	2006	2007	średnio mean	2005	2006	2007	średnio mean
0	17,4	24,8	18,1	20,1	84	103	81	89
20 – mocznik – urea	12,5	23,7	13,2	16,5	78	105	81	88
20 – RSM	14,8	25,1	13,9	17,9	81	107	82	90
60 – mocznik – urea	12,2	23,9	13,1	16,4	79	103	80	87
60 – RSM	13,0	21,1	14,1	16,1	79	108	81	89
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	3,1	1,9	2,6	2,9	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

Tabela 7. Powietrznie sucha masa łodygi jednej rośliny i liczba międzywęźli do 1. węzła w zależności od sposobu nawożenia azotem

Table 7. Stem dry matter of one plant and number of internodes to the 1st fruting node in dependence on methods of nitrogen fertilization

Dawka (kg N·ha ⁻¹) Dose (kg N·ha ⁻¹)	Powietrznie sucha masa łodygi jednej rośliny (g) Stem dry matter of one plant (g)				Liczba międzywęźli do 1. owocu. węzła (szt.) Number of internodes to the 1st fruting node			
	2005	2006	2007	średnio mean	2005	2006	2007	średnio mean
0	5,54	7,07	5,41	6,01	13,6	13,8	13,0	13,5
20 – mocznik – urea	4,27	6,87	4,17	5,11	14,4	12,7	14,0	13,7
20 – RSM	4,72	7,47	4,61	5,60	14,9	13,2	14,1	14,1
60 – mocznik – urea	4,63	7,31	4,52	5,49	14,5	12,4	14,2	13,7
60 – RSM	4,82	7,50	4,40	5,69	14,7	13,0	14,4	14,0
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}	0,65	r.n.	0,52	0,37	0,5	0,4	0,4	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant differences

azotem nie zmieniało cech morfologicznych grochu (liczba strąków na roślinie i masy 1000 nasion, zauważono jedynie pewną tendencję do wydłużania łodygi, wyższego osadzenia 1. strąka i zmniejszenia się współczynnika wiązania strąków. Noworolnik [1999] nie obserwował wpływu zróżnicowanego poziomu nawożenia N na dorodność nasion grochu uprawianego w mieszance z jęczmieniem. Natomiast Borowiecki i in. [2004] nie zanotowali wpływu nawożenia N na masę 1000 nasion, masę i liczbę nasion na roślinie oraz liczbę nasion w strąku. Obserwo-

wano natomiast tendencje korzystnego oddziaływania $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ na długość części owocującej, liczbę owocujących węzłów i liczbę strąków na roślinie. Wymienieni autorzy oraz Jensen [1987] stwierdzili także mniejszą liczbę brodawek i ich suchą masę na roślinie pod wpływem nawożenia azotem. Nawożenie grochu większą dawką azotu ($60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) powodowało również zmiany cech morfologicznych roślin grochu. Korzystnie oddziaływało ono na liczbę strąków na węzle, (różnice nieistotne) (tab. 2), na liczbę nasion na węzle, masę nasion na roślinie, powietrznie suchą masę łodygi jednej rośliny grochu (tab. 4, 5 i 7); na pozostałe cechy wpływ tego czynnika był niewielki (tab. 3). Zastosowana forma nawozu azotowego miała również znaczący wpływ na kształtowanie się cech morfologicznych grochu, a tym samym na poziom jego plonowania. Nawożenie roślin azotem w formie płynnej (RSM) powodowało istotne zwiększenie masy 1000 nasion grochu, masy nasion na roślinie, długości części owocującej, suchej masy łodygi jednej rośliny oraz w niewielkim stopniu liczby strąków na węzle (tab. 1, 2, 5, 6 i 7). Na pozostałe cechy forma zastosowanego nawozu azotowego nie miała znacznego wpływu.

Na zawartość białka w nasionach grochu znaczący wpływ miał przebieg pogody w okresie wegetacji (tab. 5). W roku 2006 o małej ilości opadów w czerwcu i lipcu nasiona grochu zawierały o $14\text{--}15 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ więcej białka niż w pozostałych dwóch latach. Natomiast zastosowanie nawożenia azotem jak również różna jego forma nie miały znaczącego wpływu na koncentrację tego składnika w nasionach grochu. Jasińska i Malarz [1983] obserwowali korzystne działanie azotu na zawartość białka w nasionach i wydajność tego składnika, przy czym wystąpiło znaczne zróżnicowanie między odmianami. Natomiast Songin i Czyż [1982] zanotowali także wzrost zawartości białka w nasionach grochu niezależnie od odmiany.

WNIOSKI

1. Zastosowanie azotu w dawce 20 i $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie miało znaczącego wpływu na poziom plonowania grochu, natomiast korzystniej oddziaływało aplikowanie azotu w formie płynnej (RSM) niż sypkiej (mocznik).
2. Na zawartość białka w nasionach grochu niewielki wpływ miało nawożenie azotem, natomiast jego zwiększenie zanotowano w roku o małej ilości opadów w czerwcu i lipcu.
3. Azot niezależnie od wielkości dawki w porównaniu do obiektu bez tego składnika wpływał niekorzystnie na masę 1000 nasion grochu, liczbę owocujących węzłów i masę nasion na roślinie, długość części owocującej oraz suchą masę łodygi jednej rośliny. Natomiast pod jego wpływem następowało zwiększenie liczby nasion i strąków z węzła oraz liczby międzywęźli do pierwszego owocującego węzła.
4. Forma nawozu azotowego miała znaczący wpływ na kształtowanie się cech morfologicznych grochu. Dokarmianie roślin RSM w okresie pąkowania powodowało istotne zwiększenie masy 1000 nasion grochu, masy nasion na roślinie, długości części owocującej oraz suchej masy łodygi jednej rośliny.
5. Na plon nasion i strukturę roślin grochu korzystnie wpływał azot zastosowany w okresie pąkowania w formie płynnej w dawce od 20 do $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

PIŚMIENNICTWO

- Bochniarz J., Bochniarz M., Lenartowicz W. 1987. Wpływ zaprawiania nasion nitraginą i molibdenem oraz nawożenia azotem na plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*). Pam. Puł. 89: 29–40.
- Borowiecki J., Książak J., Bournoville R., Lerin J. 2004. Wpływ żerowania oprzędzików na rozwój i plonowanie grochu. Pam. Puł. 137: 5–14.

- Dzieżyc J. 1989. Potrzeby wodne roślin uprawnych. Praca zbiorowa. PWN Warszawa: 152–158.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 314: 124–129.
- Harasim A. 1989. Efektywność nawożenia azotem bobiku i grochu w uprawie na nasiona. Mat. konf. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”. Puławy 8–9 listopada 1989, Cz. II: 219–226.
- Jensen E.S. 1987. Seasonal patterns of growth and nitrogen fixation in field-grown pea. *Plant Soil* 101: 29–37.
- Jensen E.S. 1997. The role of grain legume N₂ fixation in the nitrogen cycling of temperate cropping systems. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark: 14–17.
- Jasińska Z., Malarz W. 1983. Wpływ nawożenia azotowego i zagęszczenia roślin na rozwój i plonowanie kilku odmian grochu. Zesz. Nauk AR Wrocław 141, Rol. 40(1): 125–133.
- Jelinowski S., Kamińska M., Mieloch E. 1989. Wpływ ilości wysiewu i nawożenia azotem na plony grochu odmiany Allround w porównaniu do Kujawskiego Wczesnego. Mat. konf. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”. Puławy, 8–9 listopada 1989, Cz. II: 210–214.
- Książak J. 2004. Plonowanie odmian grochu w zależności od sposobu zwalczania oprzędzików i poziomu nawożenia azotem. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 44(1): 184–190.
- Książak J. 2007. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie mieszanin grochu z jęczmieniem jarym. *Annales UMCS, Ser. E* 62: 175–188.
- Lecoeur J., Sinclair T.R. 2001. Nitrogen accumulation, partitioning, and nitrogen harvest index increase during seed fill of field pea. *Field Crop Res.* 71: 87–99.
- Noworolnik K. 1999. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie mieszanki jęczmienia z owsem i grochem. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”. AR Poznań, 2–3 grudnia 1999: 84–85.
- Piotrowski M. 1973. Uprawa grochu na nasiona. PWRiL Warszawa: ss. 46.
- Songin H., Czyż H. 1982. Wpływ gęstości siewu i nawożenia azotem na plonowanie odmian grochu. Zesz. Nauk. AR Szczecin 92, Rol. 27: 211–217.
- Voisin A.S., Salon C., Munier-Jolain N.G., Ney B. 2002. Quantitative effects of soil nitrate, growth potential and phenology on symbiotic nitrogen fixation of pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Soil* 243: 31–42.
- Wojcieszka U., Giza A., Wolska E., Łyszcz S. 1993. Dynamika wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez groch siewny odmian Ramir i Koral. Cz. I. Dynamika przyrostu masy i plon roślin. *Pam. Puł.* 102: 119–133.
- Wojcieszka U., Mroczkowski W., Podleśna A., Kocoń A. 1994a. Effect of ammonium nitrate on nitrogenase activity in pea varieties Ramir and Koral. *Bull. Pol. Acad. Sci., Biol. Sci.* 42(2): 189–193.
- Wojcieszka U., Wolska E., Giza-Podleśna A. 1994b. Dynamika wzrostu i pobierania składników pokarmowych przez groch siewny odmian Ramir i Koral. Cz. II. Akumulacja azotu. *Pam. Puł.* 104: 17–30.

J. KSIĘŻAK

THE INFLUENCE OF DOSE AND APPLICATION METHOD OF NITROGEN ON PEA YIELDING

Summary

The aim of this study presented below were to broaden the knowledge of the yield of pea, depending on the dose of nitrogen fertilization and its application. Field experiments were conducted in 2005–2007 RZD IUNG KePa, by the method of sub blocks of randomized with control object in 4 replications. Factor of I order were the level of nitrogen fertilization (kg·ha⁻¹): N1 – 20, N2 - 60, factor II, the order was – the method of the application: – a form of loose (before sowing – urea), the form of liquid (SSU in the budding stage of plant).

Application of nitrogen at 20 and 60 kg·ha⁻¹ doses had no significant influence on the yield of peas, however preferably influenced applying nitrogen in liquid form (SSU) than loose (urea). At the protein content of pea seeds had little effect of nitrogen fertilization, while significant increases were recorded in the year of low precipitation in June and July. The nitrogen not depending on dose, compared to an object without this component, had the adversely affect the weight of 1000 pea seeds, the number of fruiting nodes and weight of seeds per plant, length of fruiting and dry matter of stems of one plant. However, under his influence, followed to increase the number of seeds and pods of the node and the number of internodes to the first fruiting of the node. The form of nitrogen fertilizer had a significant influence on the morphological characteristics of pea. SSU feeding of plants during budding resulted a significant increasing the size of pea seeds, weight of seeds per plant, length of fruiting part and dry matter of stems of one plant.