

## **WPŁYW DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTEM NA MASĘ I ROZMIESZCZENIE SYSTEMU KORZENIOWEGO PROSA (*Panicum miliaceum* L.) NA GLEBIE BARDZO LEKKIEJ**

Zofia Stypczyńska, Andrzej Dziamski

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

**Streszczenie.** Celem badań przeprowadzonych w latach 2005-2006 w Kruszyńskim koło Bydgoszczy było określenie masy korzeni prosa zwyczajnego (*Panicum miliaceum* L.) odmian: Gierczyckie i Jagna oraz ich rozmieszczenia w glebie bardzo lekkiej w warunkach deszczowania i nawożenia azotem. Stwierdzono, że masa i rozmieszczenie korzeni w glebie zależą od nawadniania i nawożenia azotowego. Deszczowanie przyczyniło się do zwiększenia masy korzeni u odmiany Gierczyckie o 11%, a u odmiany Jagna o 53%, przy jednoczesnym ich rozroście w warstwie przypowierzchniowej. Nawożenie azotowe istotnie zwiększyło masę korzeni prosa, przy czym największy wzrost u odmiany Gierczyckie stwierdzono po zastosowaniu azotu w dawce 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup> (wzrost o 82 i 52%), a u odmiany Jagna – w dawce 40 i 80 kg·ha<sup>-1</sup> (wzrost o 43 i 51%). Deszczowanie rozszerza wartość stosunku współczynnika P : K (plonu ziarna – P – do masy korzeni – K), natomiast nawożenie azotem ten stosunek zawęża.

**Słowa kluczowe:** proso, masa korzeni, deszczowanie, nawożenie azotowe, gleba bardzo lekka

### **WSTĘP**

Powierzchnia zasiewów prosa i gryki w Polsce w latach 2001-2004 wynosiła około 53 tys. ha, co stanowi 0,6% powierzchni zasiewów zbóż i 0,4% powierzchni gruntów ornych. Proso to roślina zbożowa, która charakteryzuje się krótkim okresem wegetacyjnym, dużymi wymaganiami termicznymi i świetlnymi oraz stosunkowo oszczędną gospodarką wodną – współczynnik transpiracji wynosi tylko 200-250. Ziarniaki prosa, przeznaczone głównie do produkcji kaszy, mimo mniejszej niż innych zbóż zawartości składników pokarmowych, wyróżnia brak glutenu, bogactwo witaminy B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> oraz tłuszczu, przez co są doskonałym pokarmem dietetycznym [Songin 2003]. W Polsce od

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Zofia Stypczyńska, Katedra Botaniki i Ekologii Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, ul. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, e-mail: styzo@utp.edu.pl

1956 roku zarejestrowana jest odmiana hodowlana Gierczyckie, która jest odmianą wczesną, plenną, ale podatną na wyleganie. W 2000 roku do rejestru wpisana została odmiana Jagna, którą cechuje krótka słoma i wiecha oraz jasnożółte ziarniaki. Przeciętne plony prosa w Polsce szacowane są na około  $2,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , jednak warunkiem ich uzyskania jest dobre zaopatrzenie gleby w wodę w fazie strzelania w źdźbło i wyrzucania wiech [Songin 2003]. W praktyce przy uprawie zbóż najistotniejszy jest plon ziarna. Gwarantem otrzymania oczekiwanych rezultatów jest dobrze wykształcony, mocny system korzeniowy. Dotychczas przeprowadzono niewiele badań nad wpływem nawadniania i nawożenia mineralnego na kształtowanie się systemów korzeniowych u zbóż [Gałka 1990, Dziamski in. 2000, Stypczyńska i Dziamski 2005]. Można sądzić, że nawadnianie i nawożenie azotem wpływać będzie również na kształtowanie się systemu korzeniowego prosa.

Celem badań było określenie wpływu nawodnienia deszczowianego i zróżnicowanego nawożenia azotem na kształtowanie się systemów korzeniowych prosa dwóch odmian: Gierczyckie i Jagna, uprawianych na glebie bardzo lekkiej (kompleks żytni bardzo słaby) w rejonie o niskich opadach atmosferycznych w okresie wegetacyjnym.

## MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2005-2006 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy ( $\varphi = 53^{\circ}05'$ ,  $\lambda = 17^{\circ}52'$ ) na glebie zaliczanej do VI klasy bonitacyjnej i 7 kompleksu przydatności rolniczej (żytniego bardzo słabego). Gleba pola doświadczalnego charakteryzuje się małą zawartością części spławialnych w warstwie ornej (7%) i podornej (3-5%). Ma ponadto słabą zdolność zaopatrywania roślin w wodę – pojemność wodna gleby w warstwie 0-50 cm wynosi 57 mm, a retencja użyteczna 43 mm. Doświadczenie obejmujące dwie odmiany prosa: Gierczyckie i Jagna założono jako dwuczynnikowe, w układzie split-plot, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszym było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach:  $W_0$  – bez deszczowania (kontrola),  $W_1$  – z deszczowaniem, natomiast drugim – zróżnicowane nawożenie azotem:  $N_0 - 0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (kontrola),  $N_1 - 40$ ,  $N_2 - 80$  i  $N_3 - 120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nawożenie fosforowe i potasowe było jednakowe na wszystkich poletkach. Potrzeby wodne prosa, opracowane zgodnie z metodyką proponowaną przez Klatta [Ostromięcki 1973] i Pressa [1963], były korygowane dla średnich temperatur o 5 mm na  $1^{\circ}\text{C}$  i zwiększone dla gleb lekkich o 15 lub 20%.

Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji prosa (V-VIII) w roku 2005 wynosiła  $15,7^{\circ}\text{C}$ , a w roku 2006  $17,1^{\circ}\text{C}$  (tab. 1). Szczególnie wysoka temperatura wystąpiła w lipcu 2006 roku ( $22,4^{\circ}\text{C}$ ). Ilość opadów w okresie intensywnej wegetacji (VI-VII) w latach badań była przeciętnie o połowę mniejsza niż w tym samym czasie w wieloleciu (1987-2006). Rozkład temperatur i opadów wskazuje, że w latach 2005-2006 maj był chłodny i wilgotny, czerwiec – bardzo suchy, lipiec – upalny, natomiast sierpień suchy (w roku 2005) lub mokry (w roku 2006). W związku z czym dawki nawodnienia kształtowały się zależnie od ilości i przebiegu opadów i wynosiły 95 mm w roku 2005, a 155 mm w roku 2006. Nawodnienie stosowano tylko w lipcu.

W każdym roku badań z powierzchni doświadczalnych pobierano próby korzeni, gdy wiechy prosa były w pełni wykształcone, a ziarniaki w szczytowych ich partiach dojrzałe. Z każdego poletka pobrano po dwa monolity glebowe do głębokości 30 cm, w których wyróżniono sekcje (próby) o objętości  $200 \text{ cm}^3$  ( $10 \times 10 \times 2 \text{ cm}$ ). Z pozyska-

nych prób korzenie wybierano ręcznie za pomocą pincety, usuwając jednocześnie zanieczyszczenia organiczne i mineralne. Suchą masę korzeni (zwaną dalej masą korzeni) określano po ich wysuszeniu w temperaturze 60°C. Masę korzeni na głębokości od 0 do 20 cm analizowano w warstwach co 5 cm. Poniżej tego poziomu, ze względu na stosunkowo niewielki udział korzeni, analizowano łącznie w warstwie od 20 do 30 cm. Poziom profilu glebowego uznano za trzeci czynnik doświadczenia podczas obliczeń statystycznych. W celu określenia możliwości produkcyjnej prosa w zależności od kształtowania się masy korzeniowej obliczono współczynnik P : K, tj. stosunek plonu ziarna (P) do suchej masy korzeni (K) [Sytnik i in. 1977].

Wyniki badań dotyczące plonu ziarna opracowano statystycznie z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji, a dotyczące suchej masy korzeni i ich rozmieszczenia w profilu glebowym obliczono z zastosowaniem trzyczynnikowej analizy wariancji. W celu oceny istotności różnic pomiędzy średnimi zastosowano półprzedziały ufności Tukeya.

Tabela 1. Temperatura powietrza, opady, potrzeby wodne, dawki wody w okresie wegetacji prosa [Rolbiecki i in. 2007a]

Table 1. Air temperature, rainfall, water needs, water rates in the vegetation period of true millet [Rolbiecki et al 2007a]

Rok – Year	Miesiąc – Month				
	V	VI	VII	VIII	V-VIII
Temperatura powietrza – Air temperature, °C					
2005	12,2	14,9	19,4	16,3	15,7
2006	12,5	16,8	22,4	16,6	17,1
1987-2006	13,1	16,0	18,5	17,9	16,4
Opady – Rainfall, mm					
2005	69	31	40	21	161
2006	63	22	30	114	229
1987-2006	40	52	63	51	206
Potrzeby wodne prosa według Klatta – Water needs of true millet according to Klatt, mm					
2005	47	56	89	70	262
2006	48	68	106	72	294
Potrzeby wodne prosa według Pressa – Water needs of true millet according to Press, mm					
2005	52	63	92	74	281
2006	53	68	110	76	307
Dawka wody – Water rate, mm					
2005	–	–	95	–	95
2006	–	–	155	–	155

## WYNIKI I Dyskusja

Badania wykazały, że deszczowanie istotnie wpływało na zwiększanie się suchej masy korzeni jedynie odmiany Jagna. Jej masa korzeniowa na poletkach kontrolnych (bez nawadniania) wynosiła średnio dla okresu badań 2,29 t·ha<sup>-1</sup> (tab. 2). Mniejszą masę korzeniową (1,66 t·ha<sup>-1</sup>) stwierdzono w roku 2006, a większą (2,91 t·ha<sup>-1</sup>) – w 2005. Zastosowanie deszczowania spowodowało, że przyrost suchej masy korzeni w pierwszym roku wyniósł 25%, a w drugim aż 104%.

Tabela 2. Sucha masa korzeni ( $t \cdot ha^{-1}$ ) i jej rozmieszczenie (%) w warstwie gleby 0-30 cm oraz plon prosa odmiany Jagna w warunkach deszczowania i nawożenia azotemTable 2. Dry mass of roots ( $t \cdot ha^{-1}$ ) and its distribution (%) in soil layer 0-30 cm, and the yield of millet 'Jagna' cultivar under sprinkling irrigation and nitrogen fertilization

Warstwa gleby Soil layer cm	Masa korzeni Root mass	Czynniki doświadczenia – Experiment factors							
		W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	Średnia – Mean	
2005									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0-5	$t \cdot ha^{-1}$	0,78	0,95	0,78	0,91	1,02	0,75	0,86	
	%	27	26	29	24	25	29	26	
5-10	$t \cdot ha^{-1}$	0,56	0,75	0,56	0,72	0,63	0,71	0,66	
	%	19	21	21	19	16	28	20	
10-15	$t \cdot ha^{-1}$	0,57	0,68	0,48	0,80	0,75	0,48	0,63	
	%	19	19	18	21	18	19	19	
15-20	$t \cdot ha^{-1}$	0,63	0,53	0,45	0,73	0,82	0,33	0,58	
	%	22	14	17	20	20	13	18	
20-30	$t \cdot ha^{-1}$	0,37	0,73	0,42	0,61	0,87	0,30	0,55	
	%	13	20	15	16	21	11	17	
0-30	$t \cdot ha^{-1}$	2,91	3,64	2,69	3,77	4,09	2,57	3,28	
	%	100	100	100	100	100	100	100	
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		I	0,10	II x I	0,09	II x III	0,12		
		II	0,06	I x II	0,12	III x I	0,08		
		III	0,05	III x II	0,11	I x III	0,12		
Plon ziarna – Grain yield (P), $t \cdot ha^{-1}$		1,46	3,91	2,23	2,58	3,04	2,89	2,68	
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		I	0,21	II	0,71	II x I	1,00	I x II	0,64
Stosunek P : K – P : K ratio		0,50	1,07	0,83	0,68	0,74	1,12	0,82	
2006									
0-5	$t \cdot ha^{-1}$	0,57	1,43	0,75	0,99	1,11	1,16	1,00	
	%	34	42	42	38	42	39	40	
5-10	$t \cdot ha^{-1}$	0,43	0,72	0,44	0,47	0,60	0,80	0,57	
	%	26	21	24	18	22	27	23	
10-15	$t \cdot ha^{-1}$	0,28	0,39	0,23	0,33	0,38	0,40	0,35	
	%	17	12	13	12	14	13	14	
15-20	$t \cdot ha^{-1}$	0,21	0,41	0,25	0,33	0,31	0,35	0,31	
	%	13	12	14	12	12	12	12	
20-30	$t \cdot ha^{-1}$	0,17	0,43	0,13	0,51	0,27	0,28	0,29	
	%	10	13	7	20	10	9	11	
0-30	$t \cdot ha^{-1}$	1,66	3,38	1,80	2,63	2,67	2,99	2,52	
	%	100	100	100	100	100	100	100	
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		I	0,11	II x I	0,07	II x III	0,12		
		II	0,05	I x II	0,12	III x I	0,09		
		III	0,06	III x II	0,12	I x III	0,13		
Plon ziarna – Grain yield (P), $t \cdot ha^{-1}$		2,45	3,80	2,42	2,95	3,49	3,64	3,12	
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		I	0,42	II	0,45	II x I	0,63	I x II	0,45
Stosunek P : K – P : K ratio		1,48	1,12	1,34	1,12	1,31	1,22	1,23	

cd. tabeli 2 – Table 2 continued

Średnia (2005-2006) – Mean (2005-2006)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Masa korzeni – Root mass (K), t·ha <sup>-1</sup>		2,29	3,51	2,24	3,20	3,38	2,78	2,90
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	0,12		II x I	0,18		II x III	0,24
	II	0,12		I x II	0,20		III x I	0,16
	III	0,11		III x II	0,23		I x III	0,19
Plon ziarna – Grain yield (P), t·ha <sup>-1</sup>		1,95	3,85	2,33	2,76	3,27	3,26	2,90
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	0,19	II	0,22	II x I	0,31	I x II	0,27
	Stosunek P : K – P : K ratio		0,85	1,10	1,04	0,86	0,98	1,17

W<sub>0</sub> – bez deszczowania (kontrola) – without sprinkling irrigation (control)

W<sub>1</sub> – deszczowanie – sprinkling

N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> – dawki azotu – nitrogen doses – odpowiednio – respectively: 0, 40, 80, 120 kg·ha<sup>-1</sup>

Deszczowanie prosa odmiany Gierczyckie wpłynęło na nieistotne zwiększenie masy korzeni, chociaż średnio dla okresu badań wzrost ten wyniósł około 11% (tab. 3). Podobnie jak u odmiany Jagna stwierdzono, że większe systemy korzeniowe zostały utworzone w 2005 roku (3,24 t·ha<sup>-1</sup>), natomiast mniejsze (2,21 t·ha<sup>-1</sup>) – w 2006.

Tabela 3. Sucha masa korzeni (t·ha<sup>-1</sup>) i jej rozmieszczenie (%) w warstwie gleby 0-30 cm oraz plon prosa odmiany Gierczyckie w warunkach deszczowania i nawożenia azotem  
Table 3. Dry mass of roots (t·ha<sup>-1</sup>) and its distribution (%) in soil layer 0-30 cm, and the yield of millet 'Gierczyckie' cultivar under sprinkling irrigation and nitrogen fertilization

Warstwa gleby Soil layer cm	Masa korzeni Root mass	Czynniki doświadczenia – Experiment factors						Średnia – Mean
		W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	
2005								
0-5	t·ha <sup>-1</sup>	0,68	0,80	0,51	0,69	0,88	0,89	0,74
	%	21	22	21	25	19	22	22
5-10	t·ha <sup>-1</sup>	0,80	1,04	0,62	0,80	1,42	0,84	0,92
	%	25	29	26	30	31	21	27
10-15	t·ha <sup>-1</sup>	0,75	0,69	0,33	0,48	1,19	0,87	0,72
	%	23	19	14	18	26	21	21
15-20	t·ha <sup>-1</sup>	0,74	0,62	0,76	0,41	0,64	0,91	0,68
	%	23	17	32	15	14	23	20
20-30	t·ha <sup>-1</sup>	0,27	0,48	0,18	0,32	0,46	0,53	0,37
	%	8	13	7	12	10	13	10
0-30	t·ha <sup>-1</sup>	3,24	3,63	2,40	2,70	4,59	4,04	3,43
	%	100	100	100	100	100	100	100
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	ni – ns		II x I	0,12		II x III	0,11
	II	0,08		I x II	0,14		III x I	0,51
	III	0,04		III x II	0,07		I x III	0,11
Plon ziarna – Grain yield (P), t·ha <sup>-1</sup>		1,87	4,19	2,77	3,12	3,12	3,12	3,03
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	0,21	II	0,55	II x I	0,78	I x II	0,67
	Stosunek P : K – P : K ratio		0,58	1,15	1,15	1,16	0,68	0,77

cd. tabeli 3 – Table 3 continued

		2006						
0-5	t·ha <sup>-1</sup>	0,66	0,67	0,62	0,64	0,76	0,62	0,66
	%	30	28	35	30	26	26	29
5-10	t·ha <sup>-1</sup>	0,53	0,74	0,57	0,49	0,77	0,72	0,64
	%	24	31	32	23	27	31	28
10-15	t·ha <sup>-1</sup>	0,43	0,37	0,23	0,47	0,46	0,44	0,40
	%	19	15	13	22	15	19	17
15-20	t·ha <sup>-1</sup>	0,30	0,36	0,20	0,31	0,49	0,31	0,33
	%	14	15	12	15	16	13	14
20-30	t·ha <sup>-1</sup>	0,29	0,27	0,14	0,22	0,49	0,27	0,28
	%	13	11	8	10	16	11	12
0-30	t·ha <sup>-1</sup>	2,21	2,41	1,76	2,13	2,97	2,36	2,31
	%	100	100	100	100	100	100	100
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	ni – ns		II x I	0,06	II x III	0,08	
	II	0,04		I x II	0,07	III x I	0,06	
	III	0,04		III x II	0,08	I x III	0,07	
Plon ziarna – Grain yield (P), t·ha <sup>-1</sup>		2,32	3,60	2,63	2,70	2,97	3,55	2,96
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	0,13	II	0,38	II x I	0,54	I x II	0,35
Stosunek P : K – P : K ratio		1,05	1,49	1,49	1,27	1,00	1,50	1,28
Średnia (2005-2006) – Mean (2005-2006)								
Masa korzeni – Root mass (K), t·ha <sup>-1</sup>		2,72	3,02	2,08	2,41	3,78	3,20	2,87
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	ni – ns		II x I	ni – ns	II x III	0,18	
	II	0,10		I x II	ni – ns	III x I	0,12	
	III	0,08		III x II	0,17	I x III	0,12	
Plon ziarna – Grain yield (P), t·ha <sup>-1</sup>		2,10	3,89	2,70	2,91	3,04	3,33	3,00
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I	0,34	II	0,19	II x I	0,27	I x II	0,31
Stosunek P : K – P : K ratio		0,77	1,29	1,30	1,21	0,80	1,04	1,04

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Na uwagę zasługuje znacząca reakcja odmianowa na nawadnianie, która przejawia się tym, że w tych samych warunkach pogodowych następuje wzrost plonów oraz odmienne wykształcanie się systemów korzeniowych. Przyrost masy systemu korzeniowego odmiany Jagna, mniej podatnej na wyleganie [Krzymuski 1983], wynosił w wyniku deszczowania 35%, a odmiany Gierczyckie 10%. W podobnych warunkach glebowych średni przyrost korzeni jęczmienia kształtował się na poziomie 25% [Dziamski i inni 2000], a pszenicy ozimej – w zależności od dawek nawodnieniowych – 16-22% [Gałka 1990].

Nawożenie azotem istotnie wpłynęło na wzrost masy korzeni każdej z badanych odmian prosa. Odmiana Gierczyckie w roku 2005 wykształciła system korzeniowy o masie 3,43 t·ha<sup>-1</sup>, a w roku 2006 – 2,31 t·ha<sup>-1</sup> (spadek masy o 67,3%). Największy wzrost masy korzeniowej nastąpił po nawożeniu azotem dawkami: 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup> (wzrost o 82 i 52%). W roku 2006 stwierdzono również 23% spadek masy korzeniowej odmiany Jagna. Podobnie jak u poprzedniej odmiany największy wzrost masy korzeniowej w porównaniu z obiektami kontrolnymi nastąpił po zastosowaniu nawożenia azotem w dawkach 40 i 80 kg·ha<sup>-1</sup> (wzrost o 43 i 51%). Średni wzrost systemów korzeniowych badanych odmian prosa, nawożonych azotem, był większy niż uzyskany

w tych samych warunkach dla jęczmienia – wzrost o 39% [Dziamski i in. 2000], w doświadczeniach z pszenicą ozimą wzrost ten wynosił od 21 do 31% [Gałka 1990].

Proso zwyczajne należy do roślin, które w optymalnych warunkach glebowych wykształcają zwarty, średnio głęboki system korzeniowy (80 cm), słabo rozgałęziający się na szerokość około 20 cm [Kutschera 1960]. W warunkach gleb Kruszyna Krajeńskiego – niezależnie od przebiegu pogody i czynników doświadczenia – korzenie rozwijały się do głębokości 30 cm. Proso – niezależnie od odmiany – w przypowierzchniowych warstwach gleby (od 0 do 10 cm) wykształciło w roku 2005 około 47% ogólnej masy korzeni, a w 2006 – około 60%. Charakterystyczne było nieznaczne (2-5%) spływanie się systemu korzeniowego pod wpływem deszczowania w każdym roku badań (bardziej u odmiany Gierczyckie niż Jagna).

Z kolei wpływ nawożenia azotowego na pionowe rozmieszczenie korzeni w glebie był istotny i w znacznym stopniu zależny od roku badań oraz zastosowanej dawki. Należy podkreślić, że z wyjątkiem pierwszego roku badań nawożenie przyczyniło się do nieznacznego zwiększenia się ilości korzeni odmiany Gierczyckie w głębszych warstwach gleby.

Otrzymane wyniki wskazują, że deszczowanie i nawożenie azotem istotnie wpłynęło na zwiększenie plonu ziarna prosa. Reakcję taką stwierdzono zarówno w pierwszym, jak i drugim roku badań. Szczegółową analizę plonów badanych odmian prosa przedstawiono w pracach Rolbieckiego i in. [2007a, b].

Zastosowane zabiegi agrotechniczne spowodowały nieproporcjonalny przyrost korzeni (K) i plonu ziarna (P), odzwierciedlony współczynnikiem  $P : K$  (tab. 2 i 3). Proso odmiany Gierczyckie wykształciło średnio za okres badań więcej ziarna przy określonej masie korzeni (współczynnik 1,04) niż proso odmiany Jagna (współczynnik 1,00). W warunkach deszczowania obydwie odmiany wykształciły znacznie większy plon ziarna w stosunku do obecnej w glebie masy korzeni, co odzwierciedlają wyliczone, zwiększone współczynniki  $P : K$  (u odmiany Jagna z 0,85 do 1,10, a u odmiany Gierczyckie z 0,77 do 1,29). Podobne zależności w warunkach deszczowania stwierdzono dla jęczmienia [Dziamski i inni 2000]; według Kukielskiej [1974] wraz ze wzrostem wilgotności gleby prawie zawsze maleje względny wzrost korzeni, a zwiększa się względny wzrost pędów nadziemnych.

U prosa odmiany Gierczyckie pod wpływem wyższych dawek nawozu azotowego (80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup>) intensywniej wzrastały części podziemne roślin w stosunku do plonu ziarna; współczynniki  $P : K$  wynosiły 0,80 i 1,04. Odmienne natomiast reagowały rośliny tej odmiany na obiektach: kontrolnym i nawożonym dawką 40 kg N·ha<sup>-1</sup>, na których plon ziarna przewyższał masę korzeni, a wartość współczynnika  $P : K$  wzrosła do 1,30 i 1,21. U odmiany Jagna stosunkowo duża masa korzeni przypadła na mniejszy plon ziarna na obiektach nawożonych azotem w dawkach 40 i 80 kg·ha<sup>-1</sup> (stosunek  $P : K$  wynosił odpowiednio 0,86 i 0,98). Na powierzchniach kontrolnych i nawożonych najwyższą dawką azotu (120 kg·ha<sup>-1</sup>) stosunek  $P : K$  był zbliżony do jedności (1,04 i 1,17). Uzyskane wyniki potwierdzają prawidłowości podane przez Kukielską [1974], według której przy niedostatecznym zaopatrzeniu roślin w azot stosunek masy korzeni do części nadziemnych ulega zwiększeniu. Niedobory azotu w glebie wpływają głównie na ograniczenie rozwoju części nadziemnej roślin jako odległej od źródła tego składnika w glebie.

## WNIOSKI

1. Badania wykazały, że zarówno nawadnianie, jak i nawożenie wpływają na kształtowanie się systemu korzeniowego i jego rozmieszczenie w profilu glebowym.

2. Deszczowanie prosa przyczyniło się do wzrostu masy korzeniowej odmiany Jagna o 53%, a odmiany Gierczyckie o 11% oraz do nieznacznego spłycenia się ich systemu korzeniowego (2-5%).

3. Nawożenie azotowe istotnie zwiększyło masę korzeni prosa, przy czym największy wzrost u odmiany Gierczyckie (o 82 i 52%) stwierdzono po zastosowaniu azotu w dawce 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup>, a u odmiany Jagna (wzrost o 43 i 51%) po zastosowaniu azotu w dawce 40 i 80 kg·ha<sup>-1</sup>.

4. Deszczowanie rozszerza wartość stosunku współczynnika P : K (plonu ziarna do masy korzeni), natomiast nawożenie azotem ten stosunek zawęża.

## PIŚMIENNICTWO

- Dziamski A., Styczyńska Z., Żarski J., 2000. Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na masę korzeni jęczmienia jarego i ich rozmieszczenie w glebie bardzo lekkiej. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo 45, 25-29.
- Gałka A., 1990. Wpływ nawożenia i nawadniania na wilgotność gleby i kształtowanie się masy korzeniowej pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo 246, 235-245.
- Krzymuski J., 1983. Proso. [W:] Podstawy agrotechniki, praca zbiorowa pod red. W. Niewiadomskiego, PWRiL Warszawa, wyd. III, cz. II.
- Kukielka C., 1974. Badanie części podziemnych roślin lądowych i wpływ środowiska na korzenie się roślin. Wiad. Ekol. XX(3), 240-263.
- Kutschera L., 1960. Wurzelatlas mitteleuropaischer Ackerunkrauter und Kulturpflanzen. DLG-Verglas-GMBH Frankfurt am Main.
- Ostromęcki J., 1973. Podstawy melioracji nawadniających. PWN Warszawa.
- Press H., 1963. Praktyka selskochozajstvennych melioracij. Selchozizdat Moskva (przekład z j. niemieckiego).
- Rolbiecki St., Rolbiecki R., Rzekanowski C., Grzelak B., 2007a. Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie prosa odmiany Jagna na glebie bardzo lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. (w druku).
- Rolbiecki St., Rolbiecki R., Rzekanowski C., Grzelak B., 2007b. Wstępne wyniki badań nad wpływem deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie prosa odmiany Gierczyckie na glebie bardzo lekkiej. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 1, 179-186.
- Songin H., 2003. Proso. [W:] Szczegółowa uprawa roślin, praca zbiorowa pod red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego, AR Wrocław, wyd. II, t. I, 293-298.
- Styczyńska Z., Dziamski A., 2005. Struktura systemu korzeniowego i plon owsa w zależności od następczego wpływu deszczowania i nawożenia azotem. Acta Sci. Pol., Agricultura 4(2), 73-82.
- Sytnik K.M., Kniga N.M., Musatienko L.I., 1977. Fizjologia korzenia. PWRiL Warszawa.



**INFLUENCE OF SPRINKLING IRRIGATION AND DIVERSE NITROGEN FERTILIZATION ON THE MASS AND DISTRIBUTION OF MILLET (*Panicum miliaceum* L.) ROOT SYSTEM ON A VERY LIGHT SOIL**

**Abstract.** The purpose of the study conducted in 2005-2006 in Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz was to determine the root mass of millet cultural varieties Gierczyckie and Jagna and the vertical distribution of the roots in a very light soil under sprinkling irrigation and diverse nitrogen fertilization. The mass and distribution of roots in the soil depended on sprinkling irrigation and nitrogen fertilization. Sprinkling irrigation contributed to an increase in the root mass of Gierczyckie and Jagna varieties by 11 and 53% respectively; it also promoted root growth in the upper soil layer. Nitrogen fertilization significantly increased the root mass of millet, where the highest increase was observed in Gierczyckie variety for nitrogen fertilization doses 80 and 120 kg·ha<sup>-1</sup> (increase by 80 and 52%), while in Jagna variety for nitrogen fertilization doses 40 and 80 kg·ha<sup>-1</sup> (increase by 43 and 51%). Sprinkling irrigation increases the ratio of P : K index, which defines the relation between grain yield (P) and root mass (K), whereas nitrogen fertilization decreases this ratio.

**Key words:** millet, root mass, sprinkling irrigation, nitrogen fertilization, very light soil

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 18.01.2008

Autorzy dziękują pracownikom Katedry Melioracji i Agrometeorologii Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy za możliwość prowadzenia badań na powierzchniach doświadczalnych w Kruszynie Krajeńskim.