INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 6/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 279–292
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Grzegorz Lemańczyk, Stanisław Rolbiecki

WPŁYW DESZCZOWANIA I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM NA ZDROWOTNOŚĆ PROSA ODMIANY '*GIERCZYCKIE*' NA GLEBIE BARDZO LEKKIEJ

INFLUENCE OF SPRINKLER IRRIGATION AND DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION ON THE HEALTH STATUS OF TRUE MILLET CV. 'GIERCZYCKIE' ON A VERY LIGHT SOIL

Streszczenie

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2005–2006 na glebie bardzo lekkiej w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy. Badano wpływ deszczowania i czterech poziomów nawożenia azotowego na zdrowotność prosa odmiany 'Gierczyckie'. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe w układzie *split-plot*. Czynnikiem pierwszego rzędu było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach: bez nawadniania (kontrola) i deszczowanie na podstawie wskazań tensjometrów (-0,03 MPa). Czynnikiem drugiego rzędu była dawka nawożenia azotowego: 0, 40, 80 i 120 kg $N \cdot ha^{-1}$. Badania obejmowały ocenę stopnia porażenia korzeni przez kompleks patogenów, podstawy źdźbła przez *Fusarium* spp., *Oculimacula* spp. i *Rhizoctonia* spp. Na liściach obserwowano nasilenie mączniaka prawdziwego, czerwonej plamistości i innych plamistości.

Deszczowanie spowodowało istotny wzrost nasilenia fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła oraz spadek ostrej plamistości oczkowej. Zdrowotność niedeszczowanego prosa zależała w dużym stopniu od opadów atmosferycznych. Niższe nasilenie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła zanotowano w roku z mniejszą ilością opadów w okresie wegetacji prosa, a ostrej plamistości oczkowej w roku z większą ilością opadów. Wraz ze zwiększaniem dawki nawożenia azotowego następował istotny wzrost porażenia korzeni prosa, a w warunkach deszczowania także podstawy źdźbła przez *Fusarium* spp. Plamistości na liściach występowały w największym nasileniu przy braku nawożenia azotowego, a najmniejszym przy

dawce 40 kg N·ha^{-1}. Choroby obserwowane na prosie nie wywarły wyraźnego wpływu na plon ziarna prosa. Jedynie plamistości, gdy występowały na liściach w większym nasileniu przyczyniały się do spadku plonu.

Słowa kluczowe: proso, deszczowanie, nawożenie azotowe, zdrowotność, choroby, gleba bardzo lekka

Summary

The influence of sprinkler irrigation and four nitrogen fertilization doses on the height of true millet cv. 'Gierczyckie' was determined in a field experiment carried out in the years 2005–2006 on a very light soil at Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz. The experiments were run as a two-factorial trial in a split-plot system with three replications. The first row factor – irrigation, was used in the two following treatments: without irrigation (control), sprinkler irrigation according to tensiometer indications (-0,03 MPa). The second row factor – differentiated nitrogen fertilization, was used in the four following variants (doses): 0, 40, 80 and 120 kg N·ha^{-1}. Investigations included estimation of infestation degree: roots with complex of pathogens, stem base with Fusarium spp., Oculimacula spp. and Rhizoctonia spp. On leaves was observed the occurrence of: powdery mildew, Phyllosticta leaf blight, and other necrotic spots.

Irrigation caused the significant increase of Fusarium foot rot as well as the decrease of sharp eyespot. Health status of non-irrigated true millet was dependent mostly on rainfall. Lower intensity of Fusarium foot rot was noted in the year characterized by lower rainfall amounts during the vegetation period of true millet, but in case of sharp eyespot – in the year with higher rainfall. The higher nitrogen dose, the significant increase of infestation of true millet roots was occurred. Increased nitrogen fertilization under irrigation caused the significant increase of infestation of stem base with Fusarium spp. The highest intensity of necrotic spots on leaves was observed on plants without nitrogen fertilization, and the lowest one – on plots fertilized with dose 40 kg N·ha^{-1}. Diseases, which were observed on true millet, did not influence distinctly on grain yield. Only necrotic plots, in case of higher intensity on leaves, caused yield decreases.

Key words: *true millet, sprinkler irrigation, nitrogen fertilization, health status, diseases, very light soil*

WSTĘP

Proso uprawiane jest głównie na glebach lekkich, na których zdolności plonotwórcze innych zbóż są ograniczone. Można je uprawiać na ziarno konsumpcyjne i pastewne jak i na zieloną paszę czy siano. Duże znaczenie ma niska norma wysiewu nasion – 45 kg·ha^{-1} oraz stosunkowo wysoka cena ziarna. Wyróżnia się oszczędną gospodarką wodną, a jego współczynnik transpiracji wynosi tylko 200–250. Warunkiem właściwego plonowania jest jednak dobre zaopatrzenie w wodę w okresie strzelania w źdźbło i wyrzucania wiech [Songin 2003].

Pomimo tego, iż proso bardzo dobrze znosi suszę [Krzymuski 1983], to jednak uprawiane na glebie bardzo lekkiej, dobrze reaguje na deszczowanie [Rolbiecki i in. 2008]. Średni dla okresu badań przyrost plonu ziarna uzyskany dzięki nawadnianiu na glebie bardzo lekkiej może dochodzić do 97% dla odmiany 'Jagna' [Rolbiecki i in. 2008] i 85% dla odmiany 'Gierczyckie' [Rolbiecki i in. 2007], natomiast na glebie lekkiej do 17% [Rolbiecki i in. w druku]. Dla innych zbóż (pszenica ozima, pszenica jara, pszenżyto ozime, jęczmień jary) efekt produkcyjny deszczowania mieści się średnio w zakresie 9–25% [Żarski 2006]. Zazwyczaj efekty nawadniania są ujemnie skorelowane z opadami atmosferycznymi w okresie wegetacji. Wyższe uzyskuje się w roku suchszym [Rolbiecki i in. 2007].

Rolbiecki i in. [2008] podają, iż plonowanie prosa na glebie bardzo lekkiej zależy również od nawożenia azotowego. Wraz ze zwiększeniem dawki azotu następuje istotny wzrost plonu prosa, a za optymalną dawkę uznali 80 kg $N \cdot ha^{-1}$. Według Songina [2003] dawka N powinna mieścić się, zależnie od przedplonu, w zakresie 40–50 kg $N \cdot ha^{-1}$ (słaby przedplon), lub 80–140 kg $N \cdot ha^{-1}$ (dobry przedplon). Odmienny - bardziej przekonujący - pogląd prezentowany jest we wcześniejszej pracy innych autorów [Herse 1986], którzy podają, że wielkość dawki zależy od: zasobności gleby, przedplonu, odmiany i warunków klimatycznych. Dlatego po motylkowych, okopowych na oborniku, na glebach próchnicznych oraz przy nadmiarze opadów zmniejsza się dawkę azotu, a zwiększa dawkę fosforu i potasu.

Gwarantem otrzymania wysokiego plonu zbóż jest dobrze wykształcony system korzeniowy, zdrowa podstawa źdźbła i powierzchnia liści, co ma znaczenie zarówno w przypadku zbóż ozimych [Jaczewska-Kalicka 2004] jak i jarych [Pląskowska 2005]. Dotychczas przeprowadzono niewiele badań nad wpływem nawadniania przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym na zdrowotność zbóż. Brak natomiast informacji co do wpływu tych czynników na zdrowotność prosa. Można jedynie sądzić, że nawadnianie i nawożenie azotem wpływa na kształtowanie się zdrowotności tej rośliny.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem na zdrowotność prosa odmiany 'Gierczyckie' uprawianego na glebie kompleksu żytniego słabego, w rejonie o bardzo niskich opadach atmosferycznych w okresie wegetacji.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2005–2006 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy ($\varphi = 53°05'$, $\lambda = 17°52'$), na glebie bardzo lekkiej, zaliczanej do V klasy bonitacyjnej, a kompleksu przydatności rolniczej – żytniego słabego. Doświadczenie 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 desz-

czowaniem wykonanym na podstawie wskazań tensjometrów (nie dopuszczano do spadku potencjału wody w glebie poniżej -0,03 MPa). Czynnikiem drugim była zróżnicowana dawka nawożenia azotem: 0, 40, 80 i 120 kg·ha^{-1}. Nawożenie fosforowe i potasowe było jednakowe na wszystkich poletkach. Jego dawki (100 kg P_2O_5 i 150 kg K_2O·ha^{-1}) ustalono na podstawie zasobności gleby.

Potrzeby wodne prosa opracowano zgodnie z metodyką podaną przez Klatta [Ostromęcki 1973] oraz Pressa [Press 1963]. Były one korygowane dla średnich temperatur o 5 mm na 1°C i zwiększone dla gleb lekkich, odpowiednio o 15 lub 20%. Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji prosa (V–VIII) w roku 2005 wynosiła 15,7°C, a w roku 2006 17,1°C (tab. 1).

Tabela 1. Temperatura powietrza, opady, potrzeby wodne, dawki wody w okresie wegetacji prosa*

Table 1. Air temperature, rainfall, water needs, water rates in the vegetation period of true millet

Rok Year	Miesiące; Months				
	V	VI	VII	VIII	V–VIII
Temperatura powietrza (°C); 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
Średnio; Mean	12,3	15,8	20,9	16,4	16,4
Opady (mm); Rainfall (mm)					
2005	69	31	40	21	161
2006	63	22	30	114	229
Średnio; Mean	66	26	35	67	195
Potrzeby wodne prosa wg Klatta (mm); Water needs of true millet according to Klatt (mm)					
2005	47	56	89	70	262
2006	48	68	106	72	294
Średnio; Mean	47	62	97	71	278
Potrzeby wodne prosa wg Pressa (mm); Water needs of true millet according to Press (mm)					
2005	52	63	92	74	281
2006	53	68	110	76	307
Średnio; Mean	52	65	101	75	294
Dawki wody (mm); Water rates (mm)					
2005	–	–	155	–	155
2006	–	–	95	–	95
Średnio; Mean	–	–	125	–	125

* – [Rolbiecki i in. 2007]

Szczególnie wysoka temperatura wystąpiła w lipcu 2006 roku (22,4°C). Suma opadów w okresie maj–sierpień wyniosła w 2005 r. wynosiła 161 mm, a w 2006 r. – 229 mm. W związku z powyższym dawki nawodnieniowe kształtowały się zależnie od ilości i przebiegu opadów i wynosiły odpowiednio 95 i 115 mm. Dawka jednorazowa wynosiła z reguły 20 mm. Mniejsze dawki sto-

sowano w sytuacji, gdy tensjometry wskazywały na konieczność deszczowania przed zbliżającymi się opadami naturalnymi. Nawodnienie stosowano tylko w lipcu. Średnie w dwuletnim okresie badań potrzeby wodne prosa (od 1 maja do 31 sierpnia) obliczone według Klatta oraz Pressa, wyniosły odpowiednio 278 i 294 mm.

Badania obejmowały obserwacje zdrowotności korzeni, podstawy źdźbła i liści. W każdym roku badań z powierzchni doświadczalnych pobierano próby roślin, gdy wiechy prosa były w pełni wykształcone, a ziarniaki w szczytowych ich partiach dojrzałe. Każdorazowo analizowano zdrowotność 25 losowo pobranych roślin z każdego poletka. Rośliny wykopywano w taki sposób, aby jak najmniej uszkodzić ich system korzeniowy. Po przywiezieniu prób roślin z pola, w laboratorium rośliny zostały starannie i ostrożnie opłukane z ziemi a następnie oceniane pod względem stopnia porażenia. Porażenie korzeni przez kompleks patogenów określano w skali 0–4º. Na podstawie źdźbła określano nasilenie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.), łamliwości źdźbła (*Oculimacula* spp.) i ostrej plamistości oczkowej (*Rhizoctonia* spp.) w skali 0–4º. Na trzech górnych liściach oceniano występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis*), czerwonej plamistość (*Phyllosticta penicillariae*) i innych plamistości, w skali 0–9º. Stopnie porażenia zamieniono na indeks chorobowy (DI) wg wzoru Townsenda i Heubergera [Wenzel 1948]. Otrzymane dane opracowano statystycznie. Obliczenia wykonano komputerowo bazując na pakiecie ANW i ANS, a istotność różnic określono półprzedziałem ufności Tukeya.

WYNIKI

W obu latach badań nie wykazano istotnego wpływu deszczowania na zdrowotność korzeni prosa. Średnio dla okresu badań indeks chorobowy (DI) korzeni wynosił 22,9% (tab. 2). Nieco większą jego wartość stwierdzono w 2005 roku, która wahała się od 17 do 36%, a w 2006 – w zakresie 10,3–29,3%. Zdrowotność korzeni prosa zależała natomiast od dawki nawożenia azotowego. Wraz ze zwiększeniem nawożenia azotowego z 0 do 120 kg $N \cdot ha^{-1}$ porażenie korzeni wzrastało z poziomu DI wynoszącego 16,6% do 28,8%. Podobne zależności stwierdzono w obu latach badań.

Nasilenie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła istotnie zależało od nawadniania prosa (tab. 3). Średnio dla dwóch lat badań znacznie silniejsze porażenie stwierdzono po zastosowaniu nawadniania, co obserwowano dla wszystkich dawek nawożenia. W 2005 r. istotne zróżnicowanie odnotowano tylko dla wyższych dawek N, tj. 80 i 120 $kg \cdot ha^{-1}$. W 2006 istotne zróżnicowanie stwierdzono tylko dla wartości średnich. Porażenie podstawy źdźbła przez grzyby z rodzaju *Fusarium* zależało także od nawożenia azotowego. Średnio najsłabsze porażenie stwierdzono przy braku nawożenia, natomiast po zastosowaniu azotu, niezależnie od dawki nastąpiło nasilenie choroby. Wyraźny wpływ nawożenia obserwo-

wano głównie na poletkach nawadnianych. Wówczas najsłabsze porażenie wystąpiło przy braku nawożenia a najsilniejsze przy 80, a także 120 kg·ha^{-1}. W poszczególnych latach badań istotne zróżnicowanie obserwowano tylko dla wartości średnich.

Tabela 2. Indeks chorobowy korzeni prosa (%)
Table 2. True millet root disease index (%)

Rok Year	Nawadnianie Irrigation	Dawka N (kg·ha^{-1}); N dose (kg·ha^{-1})				Średnio Mean
		0 N	40 N	80 N	120 N	
2005	W_0	17,7	22,3	22,0	27,0	22,3
	W_1	17,0	23,0	22,7	36,7	24,8
	Średnio; Mean	17,3 a*	22,7 ab	22,3 ab	31,8 b	23,5
2006	W_0	21,3	25,3	29,3	27,7	25,9
	W_1	10,3	17,3	22,7	23,7	18,5
	Średnio; Mean	15,8 a	21,3 ab	26,0 b	25,7 b	22,2
Średnio Mean	W_0	19,5	23,8	25,7	27,3	24,1
	W_1	13,7	20,2	22,7	30,2	21,7
	Średnio; Mean	16,6 a	22,0 b	24,2 bc	28,8 c	22,9

* – Wartości wierszy oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie – values in the same line followed by different letters are significantly different.
W_0 – bez nawadniania (kontrola) – without irrigation (control).
W_1 – deszczowanie – sprinkler irrigation.

Tabela 3. Porażenie podstawy źdźbła prosa przez *Fusarium* spp. – indeks chorobowy (%)
Table 3. Infection of true millet stem base by *Fusarium* spp. – disease index (%)

Rok Year	Nawadnianie Irrigation	Dawka N (kg·ha^{-1}); N dose (kg·ha^{-1})				Średnio Mean
		0 N	40 N	80 N	120 N	
2005	W_0	1,0	5,0	1,3 A	1,7 A	2,3
	W_1	5,3 a*	7,3 a	13,3 Bb	10,0 Bab	9,0
	Średnio; Mean	3,2	6,2	7,3	5,8	5,6
2006	W_0	6,0	7,0	7,3	10,3	7,7 A
	W_1	12,3	17,0	18,0	17,7	16,3 B
	Średnio; Mean	9,2 a	12,0 ab	12,7 ab	14,0 b	12,0
Średnio Mean	W_0	3,5 A	6,0 A	4,3 A	6,0 A	5,0 A
	W_1	8,8 Ba	12,2 Bb	15,7 Bc	13,8 Bbc	12,6 B
	Średnio; Mean	6,2 a	9,1 b	10,0 b	9,9 b	8,8

* – Wartości oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie (duże litery oznaczają istotny wpływ nawadniania, małe istotny wpływ nawożenia azotowego – Means followed by different letters differed significantly (capital letters indicate a significant effect of sprinkler irrigation, lower–case letters indicate a significant effect of nitrogen fertilization).
W_0 – bez nawadniania (kontrola) – without irrigation (control).
W_1 – deszczowanie – sprinkler irrigation.

Objawy łamliwości źdźbła na prosie występowały w bardzo słabym nasileniu. Wartość DI wynosiła średnio 0,17% i wahała się od 0,00 do 0,67% (tab. 4). Występowanie choroby nie zależało od nawadniania ani też nawożenia azotowego.

Tabela 4. Porażenie podstawy źdźbła prosa przez *Oculimacula* spp. – indeks chorobowy (%)

Table 4. Infection of true millet stem base by *Oculimacula* spp. – disease index (%)

Rok Year	Nawadnianie Irrigation	Dawka N (kg·ha^{-1}); N dose (kg·ha^{-1})				Średnio Mean
		0 N	40 N	80 N	120 N	
2005	W_0	0,67	0,00	0,00	0,00	0,17
	W_1	0,33	0,00	0,00	0,67	0,25
	Średnio; Mean	0,50	0,00	0,00	0,33	0,21
2006	W_0	0,00	0,00	0,00	0,33	0,08
	W_1	0,00	0,00	0,67	0,00	0,17
	Średnio; Mean	0,00	0,00	0,33	0,17	0,13
Średnio Mean	W_0	0,33	0,00	0,00	0,17	0,13
	W_1	0,17	0,00	0,33	0,33	0,21
	Średnio; Mean	0,25	0,00	0,17	0,25	0,17

W_0 – bez nawadniania (kontrola) – without irrigation (control).
W_1 – deszczowanie – sprinkler irrigation.

Porażenie podstawy źdźbła przez grzyby z rodzaju *Rhizoctonia* spp. występowało również w bardzo słabym nasileniu i DI wynosił średnio 0,18% (tab. 5). W 2005 r. DI kształtował się na poziomie 0,13%, a w 2006 r. – 0,33%. Istotny wpływ nawadniania stwierdzono tylko dla średnich z dwóch lat, przy braku nawożenia azotowego. Na poletkach nawadnianych nie obserwowano objawów ostrej plamistości oczkowej, natomiast na poletkach kontrolnych (bez nawadniania) DI wynosił 0,5%. Nasilenia choroby nie różnicowało nawożenie azotowe.

Mączniak prawdziwy na liściach prosa obserwowano tylko w 2006 r. Indeks chorobowy wynosił średnio 1,54% (tab. 6). Nasilenie tej choroby nie zależało ani od nawadniania, ani też od nawożenia.

Objawy czerwonej plamistość na liściach prosa występowały w słabym nasileniu i DI wynosił 0,95%. W obu latach obserwowano podobne nasilenie choroby (tab. 7). Na wielkość porażenia istotnie wpływało nawożenie azotowe, jednak znaczące zróżnicowanie obserwowano tylko dla wartości średnich. Najmniej objawów chorobowych stwierdzono po zastosowaniu azotu w dawce 40 kg·ha^{-1} (DI = 0,53%), a najwięcej przy braku nawożenia (DI = 1,13%) i dawki 80 kg·ha^{-1} (DI = 1,11%). Na porażenie nie wpływało nawadnianie.

Na liściach prosa obserwowano również inne plamistości. Szczególnie dużo było ich w 2006 r., w którym to DI wynosił średnio 31,5%, natomiast w 2005 r. – 2,87% (tab. 8). Ich nasilenie zależało od nawożenia azotowego, co obserwo-

wano zwłaszcza w 2006 r. Najmniej nekrotycznych plam widocznych było na poletkach nawożonych azotem w dawce 40 kg·ha^{-1}, a najwięcej przy braku nawożenia azotowego. W miejscu nekrotycznych plam stwierdzono obecność zarodników *Ascochyta sorghina*, *Helminthosporium penici–miliacei*, *Septoria graminum*, *Septoria penici–miliacei*.

Przeprowadzone badania wykazały niewielką zależność pomiędzy nasileniem chorób a plonem ziarna prosa. W przypadku plamistości liści istnienie wyraźnej korelacji stwierdzono jedynie w 2006 r., w którym występowały w dużym nasileniu (tab. 9). Wraz ze wzrostem powierzchni blaszek liściowych objętych nekrozą następował istotny spadek plonu. Stwierdzono ponadto istotny wzrost porażenia podstawy źdźbła przez grzyby z rodzaju *Fusarium* towarzyszący wzrostowi plonu ziarna. Pozostałe choroby obserwowane w okresie wegetacji nie wpływały w większym stopniu na plon.

Tabela 5. Porażenie podstawy źdźbła prosa przez *Rhizoctonia* spp. – indeks chorobowy (%)
Table 5. Infection of true millet stem base by *Rhizoctonia* spp. – disease index (%)

Rok Year	Nawadnianie Irrigation	Dawka N (kg·ha^{-1}); N dose (kg·ha^{-1})				Średnio Mean
		0 N	40 N	80 N	120 N	
2005	W_0	0,67	0,00	0,00	0,00	0,17
	W_1	0,00	0,00	0,33	0,00	0,08
	Średnio; Mean	0,33	0,00	0,17	0,00	0,13
2006	W_0	0,33	0,67	0,33	0,67	0,50
	W_1	0,00	0,00	0,33	0,33	0,17
	Średnio; Mean	0,17	0,33	0,33	0,50	0,33
Średnio Mean	W_0	0,50 B*	0,33	0,17	0,33	0,33
	W_1	0,00 A	0,00	0,33	0,17	0,13
	Średnio; Mean	0,25	0,17	0,25	0,25	0,23

* – Wartości kolumn oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie – values in the same column followed by different letters are significantly different.
W_0 – bez nawadniania (kontrola) – without irrigation (control).
W_1 – deszczowanie – sprinkler irrigation.

Tabela 6. Występowanie mączniaka prawdziwego na liściach prosa (*Blumeria graminis*) – indeks chorobowy (%)
Table 6. Occurrence of powdery mildew on leaves of true millet (*Blumeria graminis*) – disease index (%)

Rok Year	Nawadnianie Irrigation	Dawka N (kg·ha^{-1}); N dose (kg·ha^{-1})				Średnio Mean
		0 N	40 N	80 N	120 N	
2006	W_0	1,19	2,07	1,33	0,89	1,37
	W_1	0,00	0,89	2,07	3,85	1,70
	Średnio; Mean	0,59	1,48	1,70	2,37	1,54

W_0 – bez nawadniania (kontrola) – without irrigation (control).
W_1 – deszczowanie – sprinkler irrigation.

Tabela 7. Występowanie czerwonej plamistości na liściach prosa (*Phyllosticta penicillariae*) – indeks chorobowy (%)
Table 7. Occurrence of *Phyllosticta* leaf blight on true millet (*Phyllosticta penicillariae*) – disease index (%)

Rok Year	Nawadnianie Irrigation	Dawka N (kg·ha^{-1}); N dose (kg·ha^{-1})				Średnio Mean
		0 N	40 N	80 N	120 N	
2005	W_0	1,47	0,73	0,97	1,23	1,10
	W_1	1,00	0,23	1,23	1,47	0,98
	Średnio; Mean	1,23	0,48	1,10	1,35	1,04
2006	W_0	1,03	0,57	0,90	0,30	0,70
	W_1	1,00	0,57	1,33	1,20	1,03
	Średnio; Mean	1,02	0,57	1,12	0,75	0,86
Średnio Mean	W_0	1,25	0,65	0,93	0,77	0,90
	W_1	1,00	0,40	1,28	1,33	1,00
	Średnio; Mean	1,13 b*	0,53 a	1,11 b	1,05 ab	0,95

* – Wartości wierszy oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie – values in the same line followed by different letters are significantly different.
W_0 – bez nawadniania (kontrola) – without irrigation (control).
W_1 – deszczowanie – sprinkler irrigation.

Tabela 8. Występowanie innych plamistości na liściach prosa – indeks chorobowy (%)
Table 8. Occurrence of necrotic spots on true millet leaves – disease index (%)

Rok Year	Nawadnianie Irrigation	Dawka N (kg·ha^{-1}); N dose (kg·ha^{-1})				Średnio Mean
		0 N	40 N	80 N	120 N	
2005	W_0	4,47	4,20	1,73	3,00	3,35
	W_1	3,93	3,23	3,20	2,73	3,28
	Średnio; Mean	4,20	3,72	2,47	2,87	3,31
2006	W_0	40,7	25,3	39,9	36,6	35,6
	W_1	36,7	28,5	27,2	26,4	29,7
	Średnio; Mean	38,7 b*	26,9 a	33,6 ab	31,5 ab	32,7
Średnio Mean	W_0	22,6	14,8	20,8	19,8	19,5
	W_1	20,3	15,9	15,2	14,6	16,5
	Średnio; Mean	21,5 b	15,3 a	18,0 ab	17,2 ab	18,0

* – Wartości wierszy oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie – values in the same line followed by different letters are significantly different.
W_0 – bez nawadniania (kontrola) – without irrigation (control).
W_1 – deszczowanie – sprinkler irrigation.

Tabela 9. Zależność między występowaniem chorób a plonem zebranego ziarna prosa – współczynniki korelacji (r)
Table 9. Correlation between occurrence of diseases on true millet and kernel yield

Choroba Disease	Rok; Year		Średnio Mean
	2005	2006	
Porażenie korzeni Infection of roots	0,263	–0,235	0,080
Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium* spp.) *Fusarium* foot rot (*Fusarium* spp.)	0,701*	0,859*	0,622*
Łamliwość źdźbła *Oculimacula* spp. Eyespot *Oculimacula* spp.)	0,223	0,186	0,213
Ostra plamistość oczkowa (*Rhizoctonia* spp.) Sharp eyespot (*Rhizoctonia* spp.)	–0,084	–0,186	–0,126
Mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis*) powdery mildew (*Blumeria graminis*)		0,233	
Czerwona plamistość (*Phyllosticta penicillariae*) *Phyllosticta* leaf blight (*Phyllosticta penicillariae*)	0,050	0,195	0,095
Plamistości liści Necrotic spots of leaves	0,022	–0,415*	–0,109

* – zależność istotna; significant correlation

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały niewielką zależność pomiędzy nasileniem chorób a plonem ziarna prosa. W przypadku plamistości liści, gdy nekrozy obejmowały znaczną powierzchnię liści obserwowano wyraźny spadek plonu. Spowodowane było to znacznym zmniejszeniem powierzchni asymilacyjnej. Ponadto wzrostowi plonu ziarna towarzyszyło nasilenie objawów fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła. Według Rolbieckiego i in. [2008] wyższe plony uzyskuje sie z roślin dobrze odżywionych azotem. Takie rośliny szybciej rosną, dając jednocześnie wyższy plon, ale jednocześnie mają cieńsze ściany komórkowe. Zgromadzone w komórkach węglowodany wykorzystywane są do tworzenia protoplazmy, a nie do pogrubiania, a tym samym wzmocnienia ścian [Pląskowska 2005; Kućmierz 1984]. Rośliny te atakowane mogą być silniej przez patogeny grzybowe, zwłaszcza *Fusarium* spp., które infekują głównie rośliny osłabione, szczególnie pod koniec okresu wegetacji.

Wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotowego obserwowano wyraźny wzrost nasilenia fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i porażenia korzeni prosa. Podobne zależności obserwował Kurowski i in. [2004] na jęczmieniu ozimym. W ich badaniach wyższe dawki azotu sprzyjały porażeniu źdźbeł przez *Fusarium* oraz korzeni przez *Gaeumannomyces graminis*. Również Yoshida i in. [2008] obserwowali wzrost porażenia pszenicy przez grzyby z rodzaju *Fusarium* przy wzrastających dawkach azotu.

Według Tahsein [1989] i Pląskowskiej [2005] zwiększanie dawki azotu, przy stałym poziomie nawożenia fosforem i potasem, może prowadzić do wolniejszego drewnienia korzeni i podstawy źdźbła zbóż przez co stają się bardziej podatne na porażenie przez *G. graminis*, *Fusarium* spp. oraz *Oculimacula* spp. W badaniach własnych porażenie prosa przez te ostatnie patogeny nie zależało od nawożenia. Ponadto nasilenie objawów chorobowych było niewielki. Według Korbasa [2008] zboża jare mają zbyt krótki okres uprawy, w którym mogły by ulec porażeniu w silniejszym stopniu. Również Cavelier i in. [1998] nie wykazują związku pomiędzy nawożeniem azotowym lub zawartością azotu w glebie a występowaniem tej choroby. Natomiast Colbach i Saur [1998] uważają, iż wysokie nawożenie azotowe może powodować wzrost porażenia. Kurowski i in. [2004] tylko w niektórych latach obserwowali nasilenie łamliwości źdźbła jęczmienia ozimego przy wzroście dawki N. Stwierdzili również wzrost nasilenia porażenia jęczmienia przez patogeny powodujące plamistości liści przy wzrastającym nawożeniu azotowym, jednak przy braku nawożenia tym składnikiem porażenie było również wysokie. Podobnie zależności odnotowano w badaniach własnych. Blaszkowski i in. [2000] największy procent powierzchni liści z plamistościami stwierdzili u pszenicy po zastosowaniu najwyższej dawki NPK.

Na fakt wzrostu nasilenia większości chorób liści, a szczególnie mączniaka prawdziwego, przy wzrastających dawkach azotu, wskazuje wielu autorów [Kurowski i in. 2004, Moszczyńska i Pląskowska 2005, Pląskowska 2005]. Przy wyższych dawkach azotu dochodzi do spadku zawartości w tkankach roślinnych związków fenolowych, odpowiedzialnych w dużym stopniu za odporność roślin na choroby [Baluk 1983]. W badaniach własnych występowanie mączniaka nie zależało jednak od nawożenia. Badania te nie potwierdzają tezy, że pasożyty obligatoryjne atakujące liście zbóż występują liczniej przy zwiększonym nawożeniu azotem.

Zastosowanie w badaniach własnych deszczowania wpłynęło istotnie na wzrost porażenia podstawy źdźbła przez *Fusarium* spp. Również Błaszkowski i in. [1999] donoszą o większej szkodliwości tych grzybów na wilgotnych i zimnych glebach. Jednocześnie podają, iż wyższa wilgotność gleby może prowadzić niekiedy do słabszego porażenia podstawy zbóż przez *Fusarium roseum*, oraz korzeni przez *G. graminis*. O znaczącej roli wilgotności gleby na rozwój *G. graminis* donosi również Augustin i in. [1997]. Może być to wynikiem wzrostu aktywności mikroorganizmów antagonistycznych, lepiej rozwijających się w glebach zasobnych w wodę. Nie potwierdziło się to w badaniach własnych, gdyż odnotowano tylko nieznaczny spadek porażenia. Spowodowane może być to faktem, iż korzenie prosa porażone były przez różne patogeny, głównie *Fusarium solani, F. oxysporum, F. equiseti* oraz *Rhizoctonia solani*. Błaszkowski i in. [1999] uważają, iż przyczyną zahamowania porażenia przez *R. solani* na plantacjach nawadnianych jest mniejsza dostępność tlenu w glebie, ograniczająca rozwój niektórych patogenów. Również Gill i in. [2001] oraz Żółtańska [2006]

stwierdziły znaczny spadek zniszczenia korzeni pszenicy przez *Rhizoctonia solani* w miarę wzrostu wilgotności gleby. W glebach o wyższej wilgotności, zwłaszcza przy wyższych temperaturach, słabsze porażenie przez tego patogena może wynikać z lepszych warunków dla rozwoju mikroorganizmów glebowych [Gill i in. 2001b]. W takich warunkach spada również porażenie podstawy źdźbła przez *R. cerealis* [Gill i in. 2001a], co potwierdzono również w badaniach, własnych obserwując spadek nasilenia objawów ostrej plamistości oczkowej na prosie.

W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego wpływu deszczowania na występowanie chorób liści. Opnie na ten temat są jednak różne. Najczęściej podaje się, że wraz ze wzrostem dawki nawadniania wzrasta nasilenie mączniaka prawdziwego w zbożach [Dzieżyc 1988; Sadowski i in. 1994;, Sharma i in. 2004]. Blaszkowski i in. [2000] donoszą o spadku nasilenia plamistości na liściach nawadnianej pszenicy jarej. Nie stwierdzili jednak istotnego zróżnicowania w występowaniu plamistości na liściach jęczmienia. Podają, że intensywne deszczowanie może powodować zmywanie zarodników z powierzchni liści, zapobiegając tym samym infekcji przez *Septoria* spp. Ponadto Dzieżyc [1988] uważa, iż 2–3 godzinne okresy nawadniania wydają się za krótkie, aby zwiększyć infekcję grzybową na powierzchni liści.

WNIOSKI

1. Nawadnianie może wpływać na zdrowotność prosa. Jego deszczowanie spowodowało istotny wzrost nasilenia fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła oraz spadek ostrej plamistości oczkowej.
2. Porażenie nie deszczowanego prosa zależało od opadów atmosferycznych. Niższe nasilenie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła zanotowano w roku z mniejszą ilością opadów w okresie wegetacji prosa, a ostrej plamistości oczkowej w roku z większą ilością opadów.
3. Zwiększanie dawki nawożenia azotowego powodowało istotny wzrost porażenia korzeni prosa, a w warunkach deszczowania także podstawy źdźbła przez *Fusarium* spp. Plamistości na liściach występowały w największym nasileniu przy braku nawożenia azotowego, a najmniejszym przy dawce 40 kg $N \cdot ha^{-1}$.
4. Choroby obserwowane na prosie w okresie badań nie wywarły wyraźnego wpływu na plon ziarna prosa. Jedynie plamistości występujące na liściach w większym nasileniu przyczyniały się do spadku plonu.

BIBLIOGRAFIA

Augustin C., Jacob H.J., Werner A. *Effects on growth of wheat plants of isolates of Gaeumannomyces/Phialophora–complex fungi in different conditions of soil moisture, temperature, and photoperiod*. Eur. J. Plant Pathol. 103, 1997, s. 417–426.

Baluk A. *Wpływ nawożenia azotowego na porażenie chorobami grzybowymi oraz wysokość i jakość pszenicy*. Pr. Nauk. Inst. Ochr. Rośl. 25 (1), 1983, s. 25–62.

Blaszkowski J., Karczmarczyk S., Podsiadlo C., Tadych M., Madej T., Adamska I. *The influence of mineral fertilization and irrigation on the occurrence of leaf lesions, phyllosphere and arbuscular mycorrhizal fungi in four spring cereal species*. Mat. II Polsko–Izraelskiej Konf. Nauk. nt. „*Gospodarowanie zasobami wodnymi i nawadnianie roslin uprawnych*" [Materials of the 2nd Polish–Israeli Scientific Conference on "*Water resources management and irrigation of cultivated plants*". Przeglad Naukowy Wydz. Inz. Ksztalt. Srod. 22, 2000, s. 247–257.

Błaszkowski J., Madej T., Adamska I., Czerniawska B., Tadych M. *Effect of water application on plant diseases*. Fol. Univ. Agric. Stetin. 193 Agricultura 73, 1999, s. 9–18.

Cavelier A, Cavelier N, Colas AY, Montfort F, Lucas P. *ITITECH: a survey to improve the valuation of relationships between cultural practices and cereal disease incidence* [w:] Proceedings of the British Crop Protection Conference: Pests and Diseases 1998. Farnham, Surrey, UK: British Crop Protection Council, 1998, s. 1023–1028.

Colbach N., Saur L. *Influence of crop management on eyespot development and infection cycles of winter wheat*. Eur. J. Plant Pathol. 104, 1998, s. 37–48.

Dzieżyc J. *Rolnictwo w warunkach nawadniania*. PWN, Warszawa, 1988, s. 1–415.

Gill J.S., Sivasithamparam1 K., Smettem K.R.J. *Effect of soil moisture at different temperatures on Rhizoctonia root rot of wheat seedlings*. Plant and Soil 231, 2001a, s. 91–96.

Gill J.S., Sivasithamparam1 K., Smettem K.R.J. *Soil moisture affects disease severity and colonisation of wheat roots by Rhizoctonia solani AG–8*. Soil Biol. Biochem. 33, 2001b, s. 1363–1370.

Herse J.(red.) *Proso*. W: *Szczegółowa uprawa roślin* (pr. zbior.). PWN, Warszawa, 1986, s. 172–181.

Jaczewska–Kalicka A. *Grain yield of winter wheat and its quality in relation to fungal disease development and climatic conditions in 2000–2003*. J. Plant Prot. Res. 44 (2), 2004, s. 131–139.

Korbas M. *Epidemiologia łamliwości źdźbła pszenicy ozimej w Polsce*. Rozprawy Naukowe IOR Poznań 18, 2008, s. 1–68.

Krzymuski J. *Proso* [w:] *Podstawy agrotechniki*. Pr. zbior. pod red. W. Niewiadomskiego, PWRiL Warszawa, wyd. III, cz. II, 1983, s. 459.

Kućmierz J. *Wpływ nawożenia azotowego na występowanie chorób*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 8, 301, 1984, s. 94–95.

Kurowski T.P., Sadowski T., Adamiak J., Borawska W. *Wpływ nawożenia azotem i stosowania fungicydu na nasilenie chorób jęczmienia ozimego*. Acta Sci. Pol., Agricultura 3 (2), 2004, s. 97–107.

Moszczyńska E., Pląskowska E. *Ocena zdrowotności pszenicy ozimej uprawianej tradycyjnie, w siewie bezpośrednim oraz w siewie bezpośrednim z wsiewką koniczyny białej*. Acta Agrobotanica 58 (2), 2005, s. 277–286.

Ostromęcki J. *Podstawy melioracji nawadniających*. PWN, Warszawa, 1973, s. 1–450.

Pląskowska E. *Zdrowotność pszenicy jarej uprawianej w siewie czystym i w mieszaninach odmian*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozprawa CCXXXVI, 528, 2005, s. 1–142.

Press H. *Praktika selskochozjajstvennych melioracij*. Selchozizdat, Moskva (przekład z j. niemieckiego), 1963, s. 1– 408.

Rolbiecki S., Rolbiecki R., Podsiadło C. *Comparison of 'Jagna' true millet response to sprinkler irrigation and nitrogen fertilization under rainfall–thermal conditions of Bydgoszcz and Stargard Szczeciński*. Przeglad Naukowy Wydz. Inz. Kształt Środ. SGGW (w druku).

Rolbiecki S., Rolbiecki R., Rzekanowski C., Grzelak B. *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, 2007, s. 179–186.

Rolbiecki St., Rolbiecki R., Rzekanowski C., Grzelak B. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie prosa odmiany 'Jagna' na glebie bardzo lekkiej*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 528, 2008, s. 299–304.

Sadowski Cz., Żarski J. *The influence of irrigation and nitrogen fertilization on the occurrence of fungal diseases on brewing and fodder barley*. Genet. Pol. 35 B, 1994, s. 385–389.

Sharma A.K., Sharma R.K., Srinivasa Babu K. *Effect of planting options and irrigation schedules on development of powdery mildew and yield of wheat in the North Western plains of India*. Crop Protection 23, 2004, s. 249–253.

Songin H. *Proso*. [w:] *Szczegółowa uprawa roślin*. Pr. zbior. pod red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego, AR Wrocław, wyd. II, Tom I, Rozdz. 9, 2003, s. 293–298.

Tahsein A.M.A. *Wpływ różnych czynników na porażenie korzeni i podstawy źdźbła pszenicy przez Gaeumannomyces graminis var. tritici i grzyby z rodzaju Fusarium*. Post. Nauk. Roln. 4/5/6, 1989, s. 29–40.

Wenzel H. *Zur Erfassung des Schadenausmasses in Pflanzenschutzversuchen*. Pflanzenschutz – Ber. 15, 1948, s. 81–84.

Yoshida M., Nakajima T., Tonooka T., *Effect of nitrogen application at anthesis on Fusarium head blight and mycotoxin accumulation in breadmaking wheat in the western part of Japan*. J. Gen. Plant Pathol. 74, 2008, s. 355–363.

Żarski J. *Potrzeby i efekty nawadniania zbóż* [w:] *Nawadnianie roślin*. Pr. zbior. pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka, PWRiL Warszawa, Rozdz. 5, 2006, s. 379–400.

Żółtańska E. *The effect of soil moisture and temperature on efficacy of seed dressing preparations Biochikol 020 PC and Baytan Universal 19,5 WS in control of Rhizoctonia fungi on wheat*. J. Plant Prot. Res. 46 (3), 2006, s. 261–267.

Dr inż. Grzegorz Lemańczyk
Katedra Fitopatologii
Uniwersytet Technologiczno–Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85–225 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9491, E–mail: Grzegorz.Lemanczyk@utp.edu.pl

Dr hab. inż. Stanisław Rolbiecki, prof. UTP
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno–Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85–029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9552, E–mail: rolbs@utp.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Cezary Podsiadło*