INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 1/2007, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 179–186
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Stanisław Rolbiecki, Roman Rolbiecki, Czesław Rzekanowski, Bogdan Grzelak

WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ NAD WPŁYWEM DESZCZOWANIA I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE PROSA ODMIANY 'GIERCZYCKIE' NA GLEBIE BARDZO LEKKIEJ

PRELIMINARY RESULTS OF THE STUDY ON THE INFLUENCE OF SPRINKLER IRRIGATION AND DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDS OF TRUE MILLET CV. 'GIERCZYCKIE' ON A VERY LIGHT SOIL

Streszczenie

W doświadczeniu polowym, przeprowadzonym w latach 2005–2006 na glebie bardzo lekkiej w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy, badano wpływ deszczowania i czterech poziomów nawożenia azotowego na wielkość plonu prosa odmiany 'Gierczyckie'. Polowa pojemność wodna gleby w warstwie 0–50 cm wynosiła 57 mm, retencja użyteczna 43 mm, zaś efektywna retencja użyteczna zaledwie 30 mm. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe w układzie zależnym *split-plot*, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach: W_o – bez nawadniania (kontrola), W_1 – deszczowanie na podstawie wskazań tensjometrów (-0,03 MPa). Czynnikiem drugiego rzędu było zróżnicowane nawożenie azotowe: N_0 = 0 kg N ha $^{-1}$, N_1 = 40 kg N ha $^{-1}$, N_2 = 80 kg N ha $^{-1}$, N_3 = 120 kg N ha $^{-1}$. Potrzeby wodne prosa oszacowano zgodnie z metodyką podaną przez Klatta oraz Pressa. Średnie w dwuletnim okresie badań potrzeby wodne prosa (od 1 maja do 31 sierpnia) policzone według Klatta oraz Pressa, wyniosły odpowiednio 278 i 294 mm, wahając

się jednak w poszczególnych latach od 264 do 307 mm. Stwierdzono, że deszczowanie istotnie zwiększyło plony ziarna o 1,79 t ha^{-1} (85 %). Wzrost nawożenia azotowego (z 0 do 120 kg Nha^{-1}) spowodował w warunkach deszczowania istotny przyrost plonu ziarna do poziomu 4,42 t ha^{-1}.

Słowa kluczowe: deszczowanie, nawożenie azotowe, gleba bardzo lekka, proso, potrzeby wodne, opady optymalne, odmiana uprawna

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 soil in horizon 0–50 cm was characterized by field water capacity 57 mm, useful retention 43 mm and effective useful retention 30 mm only. The experiments were run in a split-plot system with three replications. Two different factors were compared. The first row factor – irrigation, was used in the two following treatments: W_o – without irrigation (control), W_1 – sprinkler irrigation according to tensiometer indications (-0,03 MPa). The second row factor – differentiated nitrogen fertilization, was used in the four following variants (doses): N_0 = 0 kg N ha^{-1}, N_1 = 40 kg N ha^{-1}, N_2 = 80 kg N ha^{-1}, N_3 = 120 kg N ha^{-1}. Water requirements of true millet were estimated as optimal rainfall amounts for this crop, according to Klatt and Press proposals. Mean - for two seasons - water needs of true millet (since May 1 to August 31) amounted 278 and 294 mm, for Klatt and Press proposals, respectively; but they ranged in particular years from 264 to 307 mm. Yields of non-irrigated true millet dependent on rainfall amounts. Lower yield (1,87 t ha^{-1}) was noted in case of lower rainfall in the period May 1- August 31 (161 mm), and the higher yield was harvested when rainfall in this period amounted 229 mm. It was found that the sprinkler irrigation significantly increased grain yield by 1,79 t ha^{-1} (85 %). Production results of sprinkler irrigation were inversely correlated with rainfall amount in the vegetation period. Higher yield increases due to irrigation were obtained in drier year (2,32 t ha^{-1} i.e. 124 %), and the lower results – in a more wet season (1,28 t ha^{-1} i.e. 55 %). Increased nitrogen fertilization doses (from 0 to 120 kg N ha^{-1}) - under conditions of sprinkler irrigation – caused a significant grain increase of true millet to the amount 4,42 t ha^{-1}.

***Key words**: sprinkler irrigation, nitrogen fertilization, very light soil, true millet, water needs, optimal rainfall, cultivar*

WSTĘP

Spośród roślin zbożowych proso wyróżnia się oszczędną gospodarką wodną, ponieważ – jak podaje Songin [2003] – jego współczynnik transpiracji wynosi tylko 200–250. Według Czerkasowa [za Dzieżycem 1974], wartość współczynnika transpiracji (k_{tr}) dla prosa mieści się w zakresie 177–367. Warunkiem właściwego plonowania jest dobre zaopatrzenie w wodę w okresie strzelania w źdźbło i wyrzucania wiech [Songin 2003].

W latach 2001–2004 powierzchnia zasiewów prosa w świecie wynosiła 35,8 mln ha, co stanowiło 5,3 % powierzchni zasiewów zbóż i 2,5 % powierzchni gruntów ornych [Żarski 2006]. Natomiast w kraju powierzchnia zasiewów prosa i gryki wynosiła w tym samym czasie zaledwie 53 tys. ha (0,6% powierzchni zasiewów zbóż, a 0,4% powierzchni gruntów ornych).

W Polsce ostatnio weszła (2000 r.) do rejestru odmiana 'Jagna', cechująca się krótkim źdźbłem i wiechą oraz jasnożółtym ziarniakiem. Najpopularniejszą odmianą jest jednak ciągle obecna w rejestrze od 50 lat odmiana 'Gierczyckie' (zarejestrowana w 1956 r.). Jest ona plenna, ale podatna na wyleganie. Przeciętne plony prosa są szacowane u nas na około 2,7 $t \cdot ha^{-1}$, jednak jego potencjał produkcyjny jest większy (w doświadczeniach IUNG uzyskuje się około 4,0 $t \cdot ha^{-1}$) [Songin 2003].

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

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2005–2006 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy na glebie zaliczanej do V klasy bonitacyjnej (kompleks przydatności rolniczej żytni słaby). Polowa pojemność wodna gleby w warstwie 0–50 cm wynosiła 57 mm, retencja użyteczna 43 mm, zaś efektywna retencja użyteczna zaledwie 30 mm. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe w układzie zależnym *split-plot*, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu było deszczowanie zastosowane w dwóch wariantach: W_o – bez nawadniania (kontrola), W_1 – deszczowanie na podstawie wskazań tensjometrów (nie dopuszczano do spadku potencjału wody w glebie poniżej -0,03 MPa). Czynnikiem drugiego rzędu było zróżnicowane nawożenie azotowe: N_0 = 0 kg N ha^{-1}, N_1 = 40 kg N ha^{-1}, N_2 = 80 kg N ha^{-1}, N_3 = 120 kg N ha^{-1}. Nawożenie fosforowo-potasowe było jednolite na wszystkich poletkach. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, odpowiednio dla układu doświadczenia. Obliczenia statystyczne wykonano komputerowo, bazując na pakiecie ANW i ANS, wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic [Rudnicki 1992].

Potrzeby wodne prosa oszacowano zgodnie z metodyką podaną przez Klatta [Ostromęcki 1973] oraz Pressa [Press 1963]. Miesięczną normę opadu dla średnich temperatur miesięcznych, przyjętą przez Klatta bądź Pressa za podstawę, korygowano o 5 mm na 1°C, a następnie zwiększono ją o poprawkę dla gleb lekkich, odpowiednio o 15 lub 20 %.

Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji (V–VIII) w latach 2005–2006 wyniosła 16,4°C (tab. 1). Pierwszy rok badań charakteryzował się niską temperaturą w okresie wegetacji prosa (15,7°C), drugi natomiast był cieplejszy (17,1°C). Średnie w dwuletnim okresie badań potrzeby wodne prosa (od 1 maja do 31 sierpnia), policzone według Klatta oraz Pressa, wyniosły odpowiednio 278 i 294 mm, wahając się jednak w poszczególnych latach od 264 do 307 mm.

Suma opadów w okresie maj–sierpień wyniosła w latach 2005–2006 średnio 195 mm. Sezonowe dawki nawodnieniowe kształtowały się zależnie od ilości i przebiegu opadów, wynosząc średnio 125 mm. Większe ilości wody (155 mm) rozdeszczowano w pierwszym roku badań, który cechował się niższymi opadami, a mniejsze (95 mm) w bardziej wilgotnym roku 2006.

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
1987–2006	13,1	16,0	18,5	17,9	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
1987–2006	40	52	63	51	206
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

WYNIKI I DYSKUSJA

Według Krzymuskiego [1983], proso jest rośliną, która bardzo dobrze znosi suszę. Badania własne wykazały, że reaguje ono zniżką plonów na zwiększony deficyt opadów w okresie wegetacji. Plon prosa zebrany na poletkach kontrolnych (bez nawadniania) wyniósł bowiem, średnio dla okresu badań i poziomów nawożenia azotem, 2,10 t·ha^{-1} (tab. 2), jednak mniejsze plony (1,87 t·ha^{-1}) zanotowano w charakteryzującym się niższymi opadami (161 mm) pierwszym roku badań, wyższe natomiast (2,32 t·ha^{-1}) – w cechującym się wyższymi w okresie wegetacji prosa opadami (229 mm) roku 2006. Potwierdza to tym samym wcześniejsze ustalenia zawarte w piśmiennictwie [Songin 2003], że warunkiem właściwego plonowania prosa jest dobre zaopatrzenie w wodę w okresie strzelania w źdźbło i wyrzucania wiech.

Tabela 2. Plony prosa odmiany 'Gierczyckie' zależnie od deszczowania i dawki azotu (t·ha^{-1})
Table 2. Yields of true millet 'Gierczyckie' dependent on sprinkler irrigation and nitrogen dose (t·ha^{-1})

Nawadnianie Irrigation	Dawka N N dose	Lata badań / Years of study		Średnio Mean
		2005	2006	
W_o	N_0	2,08	2,27	2,17
	N_1	2,13	2,11	2,12
	N_2	1,74	1,97	1,86
	N_3	1,54	2,95	2,25
W_1	N_0	3,46	2,99	3,23
	N_1	4,11	3,29	3,70
	N_2	4,50	3,97	4,22
	N_3	4,70	4,15	4,42
Wpływ deszczowania (I) / Influence of sprinkler irrigation (I)				
W_o	–	1,87	2,32	2,10
W_1	–	4,19	3,60	3,89
Wpływ nawożenia azotowego (II) / Influence of nitrogen fertilization (II)				
–	N_0	2,77	2,63	2,70
–	N_1	3,12	2,70	2,91
–	N_2	3,12	2,97	3,04
–	N_3	3,12	3,55	3,33
$NIR_{0.05}$ $LSD_{0.05}$		(I) 0,209	(I) 0,135	(I) 0,340
		(II) 0,549	(II) 0,384	(II) 0,190
		(II)x(I) 0,776	(II)x(I) 0,543	(II)x(I) 0,269
		(I)x(II) 0,666	(I)x(II) 0,349	(I)x(II) 0,309

W_o – bez nawadniania (kontrola), W_1 – deszczowanie.
W_o, W_1 – without irrigation (control) and sprinkler irrigation, respectively.
N_0, N_1, N_2, N_3 – dawki azotu - odpowiednio: 0, 40, 80, 120 kg N·ha^{-1}.
N_0, N_1, N_2, N_3 – nitrogen doses: 0, 40, 80, 120 kg N·ha^{-1}, respectively.

Zastosowanie deszczowania wpłynęło na istotny wzrost plonów, średnio dla okresu badań i poziomów nawożenia azotem, do poziomu 3,89 $t \cdot ha^{-1}$. Uzyskany dzięki nawadnianiu przyrost wynosił 1,79 $t \cdot ha^{-1}$, czyli 85%. Na efektywność deszczowania oddziaływały warunki pogodowe (zwłaszcza ilość i rozkład opadów) w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Lepsze efekty produkcyjne nawadniania w uprawie prosa wystąpiły bowiem w pierwszym roku badań (2,32 $t \cdot ha^{-1}$, tj. 124%), natomiast w drugim - mniejsze (1,28 $t \cdot ha^{-1}$, tj. 55 %). Na istotną ujemną zależność między opadami w okresie wegetacji a przyrostami plonów zbóż pod wpływem deszczowania zwraca uwagę wielu autorów [Dmowski 1997; Dzieżyc, Nowak 1993; Grabarczyk 1987; Panek 1989; Żarski 2006]. Otrzymane w przeprowadzonym doświadczeniu wyniki dowiodły, że pomimo tego, iż proso bardzo dobrze znosi suszę [Krzymuski 1983], to jednak uprawiane na glebie bardzo lekkiej, dobrze reaguje na deszczowanie. Średni dla okresu badań przyrost plonu ziarna uzyskany dzięki nawadnianiu, wynoszący blisko 1,8 $t \cdot ha^{-1}$ (85%), jest wyższy od przeciętnych efektów produkcyjnych uzyskiwanych dzięki temu zabiegowi w uprawie innych gatunków zbóż (pszenica ozima, jęczmień jary, pszenica jara, pszenżyto ozime) w różnych regionach kraju, które – jak podaje w swej syntezie Żarski [2006] - mieszczą się w zakresie od 0,44 do 0,95 t ha^{-1} (9–25%). Zaistniałe różnice można tłumaczyć czynnikiem glebowym, co – na przykładzie wieloletnich doświadczeń przeprowadzonych przez wielu autorów z pszenicą jarą – wykazał Żarski [2006]. Względny przyrost plonu pszenicy wynosił bowiem 14% na glinie średniej, 36% na piasku gliniastym mocnym, 69% na piasku słabogliniastym na glinie i aż 164% na piasku słabogliniastym na piasku luźnym.

Wraz ze zwiększeniem nawożenia azotowego z 0 do 120 kg $N \cdot ha^{-1}$, plony prosa wzrastały (niezależnie od nawadniania), średnio w okresie badań, z poziomu 2,70 do 3,33 $t \cdot ha^{-1}$. Songin [2003] podaje, że dawka azotu dla prosa powinna mieścić się, zależnie od przedplonu, w zakresie 40–50 kg $N \cdot ha^{-1}$ (słaby przedplon) bądź 80–140 kg $N \cdot ha^{-1}$ (dobry przedplon).

Wystąpiło istotne współdziałanie deszczowania i nawożenia azotem w kształtowaniu plonów prosa. Wzrastające nawożenie azotem (od 0 do 120 kg $N \cdot ha^{-1}$) w warunkach nawadniania zwiększało plony prosa z 3,23 $t \cdot ha^{-1}$ do 4,42 $t \cdot ha^{-1}$. Potwierdza to wcześniejsze ustalenia innych autorów w odniesieniu do innych gatunków zbóż o wzrastającej efektywności nawożenia mineralnego, mającej miejsce w warunkach optymalnego uwilgotnienia gleby zapewnianego przez deszczowanie [Panek 1989; Żarski 2006]. W warunkach prowadzenia nawodnień uzasadnione może być zatem w uprawie tej odmiany prosa stosowanie wyższej dawki azotu (120 kg N ha^{-1}).

W przeprowadzonym równolegle doświadczeniu nad wpływem deszczowania i nawożenia azotowego na plonowanie prosa odmiany ‘Jagna’ stwierdzono zbliżoną reakcję na zastosowane czynniki doświadczenia [Rolbiecki i wsp. – w druku]. Trzeba jednak nadmienić, że nowsza odmiana ‘Jagna’ plonowała na

nieco wyższym poziomie i wykazywała mniejszą skłonność do wylegania, co zaznaczyło się (na poletkach nawożonych dawką 120 kg N ha $^{-1}$ w warunkach deszczowania) w przypadku odmiany 'Gierczyckie'. O podatności na wyleganie u tej odmiany pisał już wcześniej m.in. Songin [2003].

WNIOSKI

1. Plonowanie nienawadnianego prosa zależało od opadów atmosferycznych. Niższe plony (1,87 t·ha^{-1}) zanotowano przy opadach w okresie 1V–30VIII wynoszących 161 mm, wyższe natomiast (2,32 t·ha^{-1}) – przy opadach 229 mm.
2. Deszczowanie spowodowało istotny wzrost plonu prosa o 1,79 t·ha^{-1} (85%).
3. Efekty produkcyjne deszczowania były ujemnie skorelowane z opadami atmosferycznymi w okresie wegetacji. Wyższe uzyskano w roku suchszym (2,32 t·ha^{-1}, tj. 124%), niższe natomiast – w bardziej wilgotnym (1,28 t·ha^{-1}, tj. 55%).
4. Zwiększenie w warunkach deszczowania nawożenia azotowego z 0 do 120 kg N·ha $^{-1}$ spowodowało istotny przyrost plonu ziarna do poziomu 4,42 t·ha^{-1}.

BIBLIOGRAFIA

Dmowski Z. *Water needs and effects of irrigation on cereals in Poland*. Proc. Poland-Israel Conf. on "Water requirements and irrigation effects of plants cultivated in arid and semiarid climates. Tel-Aviv, December 5–16 1997, Vol. II, 1997, s. 83–88.

Dzieżyc J. *Nawadnianie roślin*. PWRiL, Warszawa, 1974, s. 1–579.

Dzieżyc J., Nowak L. *Deszczowanie*. [w:] *Czynniki plonotwórcze-plonowanie roślin*. Pr. zbior. pod red. J. Dzieżyca, PWN Warszawa, rozdz. 9, 1993, s. 329–351.

Grabarczyk S. *Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 314, 1987, s. 49–64.

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

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

Panek K. *Potrzeby wodne roślin zbożowych* [w:] *Potrzeby wodne roślin uprawnych*. Pr. zbior. pod red. J. Dzieżyca, PWN Warszawa, rozdz. 3, 1989, s. 50–84.

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

Rolbiecki St., Rolbiecki R., Rzekanowski C., Grzelak B. *Wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie prosa odmiany 'Jagna' na glebie bardzo lekkiej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. (w druku).

Rudnicki F. (red). *Doświadczalnictwo rolnicze*. Wyd. ATR Bydgoszcz, 1992, s. 1–210.

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.

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.

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

Dr inż. Roman Rolbiecki
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9547, E-mail: rolbr@utp.edu.pl

Prof. dr hab. inż. Czesław Rzekanowski
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9580, E-mail: rzekan@utp.edu.pl

Dr inż. Bogdan Grzelak
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
Tel. 052 374 9581, E-mail: grzelak@utp.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Kopeć*