

STRUKTURA SYSTEMU KORZENIOWEGO I PLON OWSA W ZALEŻNOŚCI OD NASTĘPCZEGO WPLYWU DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTEM

Zofia Stypczyńska, Andrzej Dziamski

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Streszczenie. W latach 2000-2002 w Kruszynie Krajeńskim w pobliżu Bydgoszczy prowadzono badania, których celem było określenie, jakim zmianom ulegną cechy morfologiczne (masa i długość) systemu korzeniowego owsa (*Avena sativa* L.) odmiany Dragon oraz plon ziarna w wyniku zaprzestania stosowania wieloletniego deszczowania i nawożenia azotem na glebie bardzo lekkiej. Stwierdzono, że wpływ następczy deszczowania spowodował zmniejszenie się masy i długości korzeni oraz obniżenie plonu ziarna w pierwszych dwóch latach od chwili zaniechania tego zabiegu. Dopiero w trzecim sezonie wegetacyjnym nastąpiło wyrównanie wielkości plonu między obiektami doświadczenia. Nie stwierdzono natomiast negatywnego wpływu następczego nawożenia azotem na analizowane cechy uprawianego owsa. Wcześniejsze deszczowanie obiektów oraz brak nawożenia sprzyjały rozgałęzianiu się korzeni w profilu glebowym. Jednocześnie stwierdzono, że brak deszczowania rozszerza stosunek między plonem ziarna a masą korzeni oraz między plonem ziarna a stopniem rozgałęzienia korzeni. Mniejszy stopień rozgałęzienia korzeni sprzyja wytwarzaniu relatywnie wyższego plonu ziarna.

Słowa kluczowe: owies, system korzeniowy, plon ziarna, deszczowanie – wpływ następczy, nawożenie azotem – wpływ następczy

WSTĘP

Na wzrost, rozwój i funkcjonowanie części podziemnych i nadziemnych roślin uprawnych duży wpływ wywierają zabiegi agrotechniczne, w tym nawadnianie oraz nawożenie azotem [Batalin 1962, Malicki 1970, Gałka 1987, Sołtysik i Miatkowski 2003]. Ich działanie można obserwować nie tylko w roku zastosowania, ale również w latach następnych. Długoletnie deszczowanie tych samych powierzchni może wpłynąć na pogorszenie właściwości fizycznych i chemicznych gleby, a zatem i na plonowanie roślin uprawnych [Koćmit i in. 1996], natomiast długoletnie nawożenie azotem

może przyczynić się do gromadzenia w glebie niewykorzystanego przez przedplon składnika i uwalniania go dla roślin następczych w kolejnych latach od zaniechania tego zabiegu [Fotyła i Pentkowski 1981].

Duże znaczenia w uprawie roślin ma zachowanie równowagi między ich nadziemnymi i podziemnymi częściami. Ponadto złożony i dynamiczny układ wzajemnego oddziaływania między korzeniami a środowiskiem glebowym decyduje o warunkach rozwoju uprawianych roślin oraz możliwościach produkcyjnych siedliska [Kukielska 1974, Sołtysik i Miatkowski 2003].

O ile w literaturze prezentowane są wyniki badań dotyczące następczego oddziaływania nawożenia azotem na rozwój i plonowanie roślin, o tyle brakuje danych na temat następczego wpływu tego czynnika na rozwój systemów korzeniowych. Można jedynie przypuszczać, że podobnie jak w przypadku następczego oddziaływania długoletniego deszczowania zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleby w znacznym stopniu determinują wykształcanie się i wzrost korzeni.

Hipoteza badawcza zakładała, że długoletnie deszczowanie tych samych powierzchni może wpływać na pogorszenie właściwości fizycznych i chemicznych gleby, a zatem również negatywnie oddziaływać na wzrost i rozwój roślin uprawnych, natomiast długoletnie nawożenie azotem może przyczynić się do gromadzenia w glebie niewykorzystanego przez przedplon składnika i uwalniania go dla roślin następczych w kolejnych latach od zaniechania tego zabiegu.

Celem podjętych badań było określenie cech morfologicznych systemu korzeniowego oraz wielkości plonu owsa po zaprzestaniu wieloletniego deszczowania i nawożenia azotowego na glebie bardzo lekkiej.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań polowych była budowa systemu korzeniowego oraz plon owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L.) odmiany Dragon, jako rośliny testowej, w warunkach następczego działania deszczowania i nawożenia azotem. Doświadczenie przeprowadzono w latach 2000–2002 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy. Gleba pola doświadczalnego zaliczana jest do czarnej ziemi zdegradowanej, wytworzonej z piasku słabo gliniastego na płytce zalegającym piasku luźnym, klasy bonitacyjnej VI, kompleksu żyniego bardzo słabego, o małej pojemności wodnej i niskiej retencji użytecznej.

Bezpośrednim, wieloletnim przedplonem owsa była mieszanka motylkowo-trawista (koniczyna biała – *Trifolium repens* L. odmiana Podkowa oraz życica trwała – *Lolium perenne* L. odmiana Argona). Przedplon systematycznie deszczowano i nawożono azotem od 1991 do 1999 roku. Czynnikiem doświadczenia było: zróżnicowanie stanowiska przez deszczowanie (W_0 – bez deszczowania oraz W_1 – z deszczowaniem) i nawożenie przedplonu azotem (N_0 – bez nawożenia oraz N_1 – 30 kg·ha⁻¹). Owies uprawiano na tym samym stanowisku przez trzy sezony wegetacyjne. Corocznie wiosną przedsięwzięcie stosowano nawożenie fosforowo-potasowe w ilości 80 kg·ha⁻¹ P₂O₅ oraz 100 kg·ha⁻¹ K₂O. Zaniechano natomiast deszczowania oraz nawożenia azotem.

Próby glebowe wraz z korzeniami z każdego poletka pobierano do głębokości 50 cm metodą monolitów kwadratowych, gdy rośliny testowe osiągnęły wczesną fazę dojrzalności mleczno-woskowej ziarna. Monolit glebowy dzielono na sekcje o objętości 200 cm³ (10 × 10 × 2 cm). Każdą sekcję monolitu przesiewano wstępnie przez sito, następnie ręcznie za pomocą pincety pozyskiwano korzenie, płukano je w celu oddzielenia zanie-

czyszczeń mineralnych i organicznych. Tak pozyskane korzenie suszono do powietrznie suchej masy, a po przeliczeniu wyrażono jako masę korzeni (w $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Długość korzeni oszacowano wykorzystując metodę przecięć Newmana w modyfikacji Tennanta [1975].

Rozmieszczenie korzeni w glebie określono na podstawie udziału masy korzeni oraz ich długości (wyrażonej w %) w poszczególnych warstwach profilu.

W celu określenia zależności między cechami morfologicznymi owsa wyznaczono:

- współczynnik rozgałęzienia korzeni (Δ), określający stosunek między długością korzeni ($\text{m}\cdot\text{m}^{-2}$) a ich masą ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Im jest on większy, tym większy jest udział korzeni o mniejszej średnicy i tym lepsze jest ich rozgałęzienie, co w konsekwencji prowadzi do zwiększania efektywności pobierania wody i składników mineralnych [Sołtysik i Miatkowski 2003],
- współczynnik produktywności ($P1$), określający stosunek plonu ziarna zbóż ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) do suchej masy ich systemu korzeniowego ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Określa on możliwości produkcyjne roślin uprawnych w zależności od kształtowania się masy korzeniowej,
- współczynnik produktywności ($P2$), określający stosunek plonu ziarna ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) do wyznaczonego wcześniej współczynnika rozgałęzienia korzeni (Δ). Przedstawia on zależności, jakie zachodzą między wysokością plonu a rozwojem części podziemnych roślin uprawnych (zarówno masy, jak i długości korzeni).

Wyniki badań plonu ziarna opracowano statystycznie z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji, natomiast wyniki dotyczące masy korzeni, ich łącznej długości oraz rozmieszczenia masy korzeni i ich długości w profilu glebowym – z wykorzystaniem trzyczynnikowej analizy wariancji. W celu oceny istotności różnic między średnimi zastosowano półprzedziały ufności Tukeya.

Temperatura powietrza w kolejnych miesiącach uprawy owsa nie różniła się znacząco od warunków przeciętnych. Wyższą od średniej temperaturę odnotowano w kwietniu i maju 2000 r. oraz maju 2002 roku, natomiast czerwiec 2001 r., a także lipiec 2000 były chłodniejsze niż w innych latach.

Okres wegetacji w latach 2001 i 2002 cechował się zwiększoną w stosunku do wartości normalnych ilością opadów atmosferycznych. Wyjątek stanowił zdecydowanie suchy rok 2000, w którym wysokość opadów od kwietnia do lipca wynosiła 160 mm (82% normy), przy czym w okresie wzmożonego zapotrzebowania owsa na wodę (w maju i czerwcu) zaledwie 44 mm (43% normy).

WYNIKI

Uzyskany w doświadczeniu plon ziarna był niski i wynosił od 0,58 do 1,26 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w zależności od kombinacji (tab. 1). Niezależnie od wielkości wykazano istotny następczy wpływ deszczowania na jego zróżnicowanie. Na stanowisku po deszczowanym przedplonie stwierdzono niższy plon ziarna w porównaniu ze stanowiskiem po przedplonach nie deszczowanych (w pierwszym roku obniżka plonu o 0,62 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, w drugim o 0,93, a w trzecim o 0,12 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Stwierdzono jednocześnie pozytywny następczy wpływ nawożenia azotowego na plon ziarna. Wzrost plonu obserwowano w każdym okresie wegetacyjnym, przy czym istotny był tylko w 2001 roku. Zwiększenie plonu ziarna na skutek następczego działa-

nia azotu odnotowano zarówno na stanowiskach uprzednio deszczowanych (średni wzrost plonu o $0,05 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), jak i nie deszczowanych (średni wzrost plonu o $0,20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Tabela 1. Masa i długość korzeni oraz plon ziarna owsa w zależności od następczego wpływu deszczowania i nawożenia azotem

Table 1. Oat root weight and length and grain yield depending on the after-effect of sprinkling irrigation and nitrogen fertilization

Rok badań Study year	Czynnik doświadczenia Experimental factor					Istotność czynników Significance of factors			
	W ₀ N ₀	W ₀ N ₁	Średnia Mean	W ₁ N ₀	W ₁ N ₁	Średnia Mean	I	II	II × I
Plon ziarna – Grain yield, t·ha ⁻¹									
2000	1,03	1,08	1,06	0,40	0,49	0,44	0,04	ni – ns	ni – ns
2001	1,07	1,52	1,29	0,32	0,40	0,36	0,23	0,19	ni – ns
2002	1,07	1,19	1,13	1,02	1,01	1,01	ni – ns	ni – ns	ni – ns
Średnia Mean	1,06	1,26	1,16	0,58	0,63	0,60	0,07	0,04	0,06
Masa korzeni – Root weight, dt·ha ⁻¹									
2000	7,98	7,83	7,90	4,32	6,49	5,40	ni – ns	0,83	1,17
2001	7,54	7,91	7,72	4,01	6,36	5,18	0,82	ni – ns	ni – ns
2002	6,23	7,42	6,82	4,14	7,23	5,68	ni – ns	1,54	ni – ns
Średnia Mean	7,25	7,72	7,48	4,16	6,70	5,43	0,76	1,13	1,60
Długość korzeni – Root length, m·m ⁻²									
2000	5224	5470	5347	4792	4366	4579	556	ni – ns	ni – ns
2001	5110	5987	5548	4086	4495	4290	574	ni – ns	ni – ns
2002	4747	5410	5078	4022	4634	4328	442	ni – ns	ni – ns
Średnia Mean	5027	5622	5325	4299	4499	4399	215	ni – ns	ni – ns

W₀ – obiekty wcześniej nie deszczowane – objects non-sprinkling-irrigated earlier

W₁ – obiekty wcześniej deszczowane – objects sprinkling-irrigated earlier

N₀ – obiekty wcześniej nie nawożone azotem – objects non-fertilized with nitrogen earlier

N₁ – obiekty wcześniej nawożone azotem ($30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) – objects nitrogen-fertilized ($30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) earlier

I – deszczowanie – wpływ następczy – sprinkling-irrigation – after-effect

II – nawożenie – wpływ następczy – fertilization – after-effect

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Wieloletnie deszczowanie i nawożenie azotem przedplonu istotnie zróżnicowało masę korzeni owsa. Na stanowiskach wcześniej nawadnianych stwierdzono mniejszą ich masę – średnio o $2,05 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ – w porównaniu z obiektami nie deszczowanymi (tab. 1).

Wpływ następczy nawożenia azotowego na masę korzeni był istotny, ale odmienny niż deszczowania. Na stanowiskach wcześniej deszczowanych masa korzeni była większa średnio o $2,54 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, czyli o 61,1%, niż na obiektach wcześniej nie deszczowanych (wzrost o $0,47 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ – 6,5%). Z kolei redukcja systemów korzeniowych w wyniku następczego wpływu deszczowania była intensywniejsza w warunkach braku nawożenia azotowego pod przedplon (spadek o $3,09 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. 42,6%) niż po jego stosowaniu (spadek o $1,02 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. 13,2%).

Zaniechanie wieloletniego deszczowania i nawożenia azotowego zróżnicowało również długość korzeni. Po przedplonach deszczowanych była ona mniejsza średnio o $926 \text{ m}\cdot\text{m}^{-2}$, czyli o 17,4%, niż nie deszczowanych (tab. 1). Natomiast po przedplonach wcześniej nawożonych azotem była większa średnio o $396 \text{ m}\cdot\text{m}^{-2}$ (7,8%), niż po nie nawożonych.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnego następczego współdziałania deszczowania i nawożenia azotem na wartość badanej cechy. Można zauważyć jednak, że korzenie owsa osiągały większą długość na poletkach wcześniej nawożonych azotem i nie deszczowanych (wzrost długości o $595 \text{ m}\cdot\text{m}^{-2}$, czyli o 11,8%) niż na obiektach wcześniej nawożonych i deszczowanych (wzrost długości o $200 \text{ m}\cdot\text{m}^{-2}$, czyli o 4,6%). Zmniejszanie się długości korzeni owsa w warunkach wcześniejszego deszczowania było intensywniejsze po zastosowaniu pod przedplon nawożenia (zmniejszenie długości o $1123 \text{ m}\cdot\text{m}^{-2}$, czyli o 19,9%). Natomiast na obiektach uprzednio nie nawożonych azotem, w takich samych warunkach wilgotności gleby, długość korzeni owsa zmniejszyła się o $728 \text{ m}\cdot\text{m}^{-2}$, czyli o 14,5%.

Masa korzeni owsa zmniejszała się sukcesywnie w miarę zwiększania się głębokości (tab. 2). Niezależnie od czynników doświadczenia około 70% korzeni znajdowało się w warstwie 0-15 cm. W warunkach wcześniejszego deszczowania obserwowano niewielką tendencję do spłykania systemu korzeniowego na głębokości 0-5 cm, gdzie znajdowało się 28,2% ogólnej masy korzeni, podczas gdy w warunkach braku wcześniejszego deszczowania tylko 24,9%. Z kolei wcześniejsze nawożenie przedplonu spowodowało, że na głębokości 15-50 cm znajdowało się 34,2% ogólnej masy korzeni, natomiast na stanowiskach wcześniej nie nawożonych stanowiły one tylko 26,2% ogólnej masy.

Tabela 2. Rozmieszczenie masy korzeni owsa w zależności od deszczowania i poziomów nawożenia azotem w profilu glebowym do 50 cm (średnia z lat 2000-2002)

Table 2. Distribution of oat root weight depending on sprinkling irrigation and nitrogen fertilization level in the soil profile up to 50 cm deep (mean for 2000-2002)

Warstwa gleby Soil layer cm	Czynnik doświadczenia – Experimental factor				Średnia Mean
	W ₀	W ₁	N ₀	N ₁	
Masa korzeni – Root weight, dt·ha ⁻¹					
0-5	1,86	1,53	1,52	1,87	1,69
5-10	1,92	1,25	1,61	1,55	1,58
10-15	1,36	1,04	1,07	1,32	1,20
15-20	0,95	0,80	0,74	1,01	0,87
20-25	0,80	0,47	0,43	0,84	0,63
25-50	0,59	0,33	0,31	0,61	0,46
0-50	7,48	5,43	5,70	7,21	6,45
Masa korzeni – Root weight, %					
0-5	24,9	28,2	26,7	26,0	26,3
5-10	25,7	23,1	28,2	21,5	24,5
10-15	18,2	19,2	18,8	18,3	18,6
15-20	14,7	14,7	13,2	14,0	13,6
20-25	10,7	8,7	7,6	11,7	9,8
25-50	7,8	6,1	5,4	8,5	7,2
0-50	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Niezależnie od czynników doświadczenia rozmieszczenie długości korzeni owsa w badanym profilu glebowym było w miarę równomierne (tab. 3). Pod wpływem następczego działania deszczowania zwiększył się udział długości korzeni w warstwie gleby 0-15 cm. Na obiektach nie deszczowanych znajdowało się 50,3% ich całkowitej długości, a na deszczowanych 57,4%. Wpływ następczy nawożenia azotowego był przeciwny do deszczowania. Na obiektach wcześniej nie nawożonych procentowy udział długości korzeni na głębokości 0-15 cm wynosił 57,0%, a na nawożonych 50,2%.

Tabela 3. Rozmieszczenie długości korzeni owsa w zależności od wpływu następczego deszczowania i nawożenia azotowego na głębokości do 50 cm (średnia z lat 2000-2002)

Table 3. After-effect of sprinkling irrigation and nitrogen fertilization on the distribution of oat root length up to 50 cm deep (mean for 2000-2002)

Warstwa gleby Soil layer cm	Czynnik doświadczenia – Experimental factor				Średnia Mean
	W ₀	W ₁	N ₀	N ₁	
Długość korzeni – Root length, m·m ⁻²					
0-5	830	842	848	823	836
5-10	828	736	805	759	782
10-15	1019	947	1003	963	983
15-20	905	711	788	828	808
20-25	994	761	831	925	877
25-50	748	402	389	762	575
0-50	5324	4399	4664	5060	4861
Długość korzeni – Root length, %					
0-5	15,7	19,2	18,2	16,2	17,2
5-10	15,5	16,7	17,3	15,0	16,1
10-15	19,1	21,5	21,5	19,0	20,2
15-20	17,0	16,2	16,9	16,4	16,6
20-25	18,7	17,3	17,8	18,3	18,1
25-50	14,0	9,1	8,3	15,1	11,8
0-50	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Niezależnie od deszczowania i nawożenia przedplonu azotem większym współczynnikiem rozgałęzienia (Δ) charakteryzowały się korzenie na głębokości 20-50 cm niż na głębokości 0-10 cm (tab. 4). Większy współczynnik rozgałęzienia korzeni owsa stwierdzono na stanowiskach po przedplonach deszczowanych (8,10) niż na nie deszczowanych, a także na poletkach nie nawożonych azotem (8,18) w stosunku do nawożonych.

Większe możliwości produkcyjne, wynikające ze stosunku między plonem ziarna a masą korzeni (współczynnik produktywności $P1$), obserwowano na poletkach po przedplonach nie deszczowanych (1,55) oraz na stanowiskach wcześniej nie nawożonych (1,43) (tab. 4). Natomiast uwzględniając nie tylko masę korzeni, ale także ich długość w stosunku do uzyskanego plonu ziarna stwierdzono, że współczynnik produktywności $P2$ był większy na poletkach wcześniej nie deszczowanych (0,16) niż deszczowanych oraz nawożonych azotem (0,14) w stosunku do nie nawożonych.

Tabela 4. Współczynnik rozgałęzienia korzeni owsa oraz współczynniki produktywności w zależności od wpływu następczego deszczowania i nawożenia azotem

Table 4. After-effect of sprinkling irrigation and nitrogen fertilization on rooting coefficient and productivity coefficients in oat

Współczynnik Coefficient	Warstwa gleby Soil layer cm	Średnia z lat 2000-2002 – Mean for 2000-2002			
		W ₀	W ₁	N ₀	N ₁
rozgałęzienia korzeni Δ rooting coefficient Δ	0-5	4,46	5,50	5,58	4,40
	5-10	4,31	5,88	5,00	4,90
	10-15	7,49	9,11	9,37	7,29
	15-20	9,53	8,89	10,65	8,20
	20-25	12,42	16,19	19,32	11,01
	25-50	12,68	12,18	12,55	12,49
0-50		7,12	8,10	8,18	7,02
produktywności P1 productivity coefficient P1		1,55	1,15	1,43	1,22
produktywności P2 productivity coefficient P2		0,16	0,07	0,10	0,14

objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

DYSKUSJA

Zaniechanie deszczowania i nawożenia azotem wpłynęło nie tylko na masę korzeni, ale również na ich długość, która w jednostce objętości gleby jest uznawana za najlepszy parametr charakteryzujący wzrost i funkcjonowanie systemu korzeniowego roślin. Określa ona bowiem zdolność korzeni do pobierania wody i soli mineralnych z gleby [Sołtysik i Miatkowski 2003].

Zarówno masa, jak i długość korzeni w badaniach własnych były znacznie niższe od uzyskanych przez innych autorów [Batalin 1962, Pałys 1975 i 1980/81], co może wynikać z czynników siedliskowych, meteorologicznych oraz metodycznych przeprowadzonego doświadczenia.

W wyniku zaprzestania deszczowania i nawożenia azotem ponad 80% masy i 70% długości korzeni owsa występujących do głębokości 50 cm znajdowało się w warstwie 0-20 cm. Korzenie w tej warstwie charakteryzowały się większą średnicą w porównaniu z korzeniami w warstwach głębszych, co odzwierciedla mniejszy współczynnik rozgałęzienia korzeni (Δ). W większym stopniu rozgałęziały się natomiast korzenie na głębokości 20-50 cm, co mogło być spowodowane przerastaniem gleby w kierunku bardziej dostępnej wody.

Po przeprowadzeniu trzyletniego eksperymentu obserwowano istotny spadek plonu ziarna na obiektach wcześniej deszczowanych. W pierwszych dwóch latach plon ziarna na tych obiektach był niemal o połowę mniejszy w stosunku do plonu z powierzchni uprzednio nie deszczowanych. Podobne tendencje obserwowali Orłowski i in. [1987] oraz Małecka [2001] w badaniach ze zbożami ozimymi na glebach lekkich. Deszczowanie gleb bardzo lekkich przyczynia się z jednej strony do zwiększania plonów i wynoszenia wraz z nimi większej ilości składników odżywczych; z drugiej strony do pozostawiania większej ilości resztek pozbiorowych [Podstawka 1988]. W trzecim roku badań plon owsa na powierzchniach wcześniej deszczowanych wzrósł, a tym samym

zacierają się różnice między obiektami doświadczenia. Zjawisko to może być spowodowane faktem, że w pierwszych latach po przyoraniu resztki poźniwne wykorzystywane są głównie przez mikroorganizmy. Dopiero w kolejnych latach ulegają one mineralizacji, dzięki czemu składniki odżywcze są bardziej dostępne dla roślin następczych [Drab 1980, Fotyma i Pentkowski 1981, Harasim i Harasim 1987, Řimovsky 1987]. Jest to szczególnie ważne przy niskim nawożeniu mineralnym roślin lub całkowitym jego braku, ponieważ makro- i mikroelementy zawarte w resztkach pozbiorowych spełniają ważną rolę w bilansie składników pokarmowych gleby i roślin uprawnych [Batalin 1962, Malicki 1997].

Następcze działanie nawozów azotowych na uprawiane rośliny nie miało negatywnego wpływu na plon ziarna owsa. Fotyma i Pentkowski [1981] oraz Podstawka [1988] twierdzą, że 50-60% substancji mineralnych wprowadzanych do gleby jest pobieranych przez rośliny, a następnie wynoszonych z plonem. Pozostała ich część natomiast jest wykorzystywana – poprzez procesy mineralizacji i humifikacji – w kolejnych latach przez rośliny następcze. Nie wszyscy badacze są jednak zgodni z taką teorią. Jak podaje Pentkowski [1981] za Jasonem i Broadbentem, azot raz włączony w obieg substancji organicznej podlega bardzo powoli wtórnej mineralizacji i ujawnienie się jego działania następczego jest mało prawdopodobne. Potwierdzeniem tej tezy mogą być badania przeprowadzone przez Małecką [2001], która stwierdziła, że plon ziarna zbóż obniżył się w kolejnych latach badań z tego zakresu.

Na obiektach wcześniej deszczowanych oraz wcześniej nawożonych azotem owies wytwarzał mniejszy plon ziarna w stosunku do masy korzeni, co odzwierciedla niższa wartość współczynnika produktywności PI . Jest zatem prawdopodobne, iż rośliny, wykorzystując energię w każdym przypadku na wyprodukowanie masy nadziemnej lub podziemnej, nie są w stanie proporcjonalnie zwiększyć jej pozostałej części [Kukielska 1974].

Niewielka ilość podobnych badań nie pozwala na sformułowanie jednoznacznych wniosków na temat następczego wpływu wieloletniego deszczowania na plonowanie roślin. Można jednak przypuszczać, że zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleby, zachodzące pod wpływem wcześniej stosowanych zabiegów agrotechnicznych, nie pozostają bez wpływu na zmiany ilościowe i jakościowe systemów korzeniowych roślin uprawnych.

WNIOSKI

1. Owies uprawiany na stanowisku po przedplonach deszczowanych charakteryzował się mniejszą masą i długością korzeni niż na obiektach wcześniej nie deszczowanych. Większy spadek masy korzeni w stosunku do ich długości spowodował wzrost wartości współczynnika rozgałęzienia korzeni. Skutkiem działania następczego deszczowania było również zmniejszenie proporcji między plonem ziarna a masą korzeni oraz plonem ziarna a stopniem rozgałęzienia korzeni.

2. Działanie następcze nawożenia azotowego przyczyniło się do wytworzenia istotnie większej masy korzeniowej owsa, szczególnie we współdziałaniu z wcześniejszym deszczowaniem obiektów. Wpłynęło również na wzrost długości korzeni w całym profilu glebowym, a szczególnie w warstwach głębszych (15-50 cm). W wyniku większego wzrostu masy korzeni w stosunku do ich długości, zmniejszeniu uległa wartość współczynnika rozgałęzienia korzeni. Azot stosowany w nawożeniu przedplonu wpłynął na

zmniejszenie się proporcji między plonem ziarna owsa a masą korzeni oraz na zwiększenie proporcji między plonem ziarna a stopniem rozgałęzienia korzeni.

3. Owies uprawiany na glebie bardzo lekkiej plonował bardzo nisko, szczególnie po przedplonie deszczowanym. W miarę upływu czasu od zaprzestania nawadniania stwierdzono tendencję do wyrównywania się plonu między obiektami doświadczenia. Wpływ następczy nawożenia azotowego wyrażał się istotnie wyższym plonem ziarna owsa w porównaniu z owsem uprawianym po przedplonie bez nawożenia azotowego.

PIŚMIENNICTWO

- Batalin M., 1962. Studium nad resztkami poźniwnymi roślin uprawnych w łanie. *Rocz. Nauk Roln.* 98 D, 5-151.
- Chmura K., 1996. Następcze działanie przedplonu, nawadniania i nawożenia mineralnego na wielkość i jakość plonu jęczmienia jarego. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Melioracje* 283, 103-111.
- Drab M., 1980. Działanie azotu w ogniwach zmianowań. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 243, 41-46.
- Fotyma E., Pentkowski A., 1981. Działanie następcze azotu w członie zmianowania rośliny okopowe – jęczmień jary. *Pam. Puł.* 76, 27-39.
- Gałka A., 1987. Kształtowanie się masy korzeniowej pszenicy jarej uprawianej na glebach lekkich w zależności od nawożenia i nawodnień. *Pr. Kom. Nauk. PTG* 100, 120-130.
- Harasim A., Harasim J., 1987. Działanie następcze azotu w członie zmianowania kukurydza – jęczmień jary. *Pam. Puł.* 90, 207-212.
- Koćmit A., Tomaszewicz T., Raczkowski B., Chudecka J., Podlasinski M., Ściążko K., 1996. Wpływ nawożenia mineralnego i deszczowania na fizyczne właściwości gleby lekkiej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 438, 313-324.
- Kukielska C., 1974. Badanie części podziemnych roślin lądowych i wpływ środowiska na korzenie się roślin. *Wiad. Ekol.* XX (3), 240-263.
- Malicki L., 1970. Masa korzeni niektórych roślin uprawnych na glebie lessowej w warunkach intensywnego nawożenia i deszczowania. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 110, 187-197.
- Malicki L., 1997. Znaczenie resztek poźniwnych w płodozmianie. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 64, 57-66.
- Małecka I., 2001. Plonowanie żyta ozimego w zależności od następczego wpływu wieloletniego nawożenia azotowego i deszczowania. *Pam. Puł.* 128, 181-188.
- Orłowski F., Małecka I., Pełczyński W., 1987. Efektywność deszczowania jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu i nawożenia azotowego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 326, 87-107.
- Pałys E., 1975. Dynamika masy korzeniowej zbóż jarych na glebie wytworzonej z lessów. *Inst. Uprawy Roli i Roślin AR w Lublinie.*
- Pałys E., 1980/81. Masa korzeniowa zbóż jarych na glebie płowej wytworzonej z lessów. Cz. I. Dynamika masy korzeniowej. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura* XXXV/XXXVI, 59-69.
- Pentkowski A., 1981. Działanie następcze azotu w członie zmianowania rośliny pastewne – pszenica ozima. *Pam. Puł.* 76, 40-61.
- Podstawka E., 1988. Następczy wpływ deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotem w płodozmianie na plonowanie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* V 1(17), 39-49.
- Řimovsky K., 1987. Resztki poźniwne roślin uprawnych i ich wpływ na bilans masy organicznej w glebie. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 44, 163-170.
- Sołtysik A., Miatkowski Z. 2003. Rozmieszczenie korzeni roślin uprawnych w glebie w warunkach stosowania zabiegów agromelioracyjnych. *IMUZ Falenty, Rozpr. Nauk. i Monogr.* 5, 7-79.

Tennant D., 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. J. Ecol. 63, 995-1001.

AFTER-EFFECT OF SPRINKLING IRRIGATION AND NITROGEN FERTILIZATION ON THE STRUCTURE OF ROOT SYSTEM AND GRAIN YIELD OF OAT

Abstract. The aim of the studies conducted in the years 2000-2002 in Kruszyn Krajeński, in the vicinity of Bydgoszcz, was determining the changes in morphological features (the weight and length) of root system and grain yield of oat (*Avena sativa* L. 'Dragon') as a result of giving up many-year sprinkling irrigation and nitrogen fertilization on a very light soil. There was observed an after-effect of sprinkling irrigation on a decrease in the root weight and length as well as a decrease in grain yield in the first two years since the treatment had been stopped. The yield of the experimental objects became even only in the third growing season. However, no negative after-effect of nitrogen fertilization on the oat features was observed. Earlier sprinkling irrigation and the lack of fertilization promoted rooting in the soil profile. It was observed at the same time that the lack of irrigation broadened the grain yield to root weight ratio and grain yield to rooting degree ratio. A lower rooting degree goes together with the relatively higher grain yield.

Key words: oat, root system, grain yield, sprinkling irrigation – after-effect, nitrogen fertilization – after affect

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 01.10.2005