

Wpłynęło 04.01.2012 r.
Zrecenzowano 20.03.2012 r.
Zaakceptowano 04.04.2012 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

WPŁYW NAWOŻENIA I DESZCZOWANIA NA PLONOWANIE RUNI ŁĄKOWEJ ORAZ MASĘ KORZENI

Michał MENDRA^{BCEF}, **Jerzy BARSZCZEWSKI**^{AD}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Użytków Zielonych

Streszczenie

Badania prowadzono latach 2008–2010 na łące trwałej położonej na glebie mineralnej, zaliczanej do czarnej ziemi zdegradowanej. Prowadzono trzykośny system użytkowania. Celem pracy było rozpoznanie wpływu nawożenia oraz uwilgotnienia gleby na plonowanie runi łąkowej oraz masę korzeni zlokalizowanych w górnych warstwach gleby łąki. Wilgotność na obiektach deszczowanych utrzymywano na poziomie 60–100% *PPW*, stosując deszczowanie. W każdym pokosie określano plony runi, a jesienią w 2008 i 2010 r. biomasa korzeni. Próbkę gleby o objętości 0,5 dm³ do oznaczania masy korzeniowej pobierano z górnych warstw profilu glebowego 0–10 i 10–20 cm, i po wypłukaniu oraz wysuszeniu ważono. Masę korzeniową oraz plony runi łąkowej poddano ocenie statystycznej.

Zwiększenie dawki azotu powyżej 60 kg·ha⁻¹ powodowało istotny wzrost plonowania runi łąkowej. Nawodnienie nie zawsze dawało wyraźny efekt w postaci wzrostu plonowania, co było związane z wysoką sumą opadów atmosferycznych, które w 2010 r. spowodowały wyższe plony na niektórych obiektach bez nawodnień w stosunku do obiektów nawadnianych. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu nawożenia na masę korzeni. Ilość masy korzeniowej w warstwie gleby 0–10 cm z obiektów nie nawadnianych była większa w porównaniu z obiektami nawadnianymi, a w warstwie 10–20 cm obserwowano tendencję odwrotną.

Słowa kluczowe: deszczowanie, masa korzeniowa, nawożenie, plonowanie, runi łąkowa

WSTĘP

Gospodarując na trwałych użytkach zielonych, należy brać pod uwagę kilka czynników plonotwórczych w celu zwiększenia produkcji. Najważniejszymi czynnikami są uwilgotnienie [GRUSZKA 1996], odczyn gleby [SAPEK, KALIŃSKA 2000]

Adres do korespondencji: dr hab. J. Barszczewski, prof. nadzw., Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Użytków Zielonych, al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn; tel. + 48 22 735-75-33, e-mail: j.barszczewski@itep.edu.pl

oraz dostępność azotu i potasu dla roślin [SAPEK i in. 2000]. Wysoki poziom mineralnego nawożenia azotem i potasem w warunkach optymalnego uwilgotnienia powoduje duży przyrost plonów oraz zawartości tych składników w runi łąkowej [BARSZCZEWSKI 2006; BARSZCZEWSKI i in. 2001]. Równie ważnym czynnikiem kształtującym plony są forma nawozu [SAPEK i in. 2000] oraz sposób stosowania nawozu.

Czynnikami mającymi wyraźny wpływ na biomasaę podziemną są uwilgotnienie i intensywność użytkowania, rodzaj gleby oraz poziom wód gruntowych [KASPERSKA-PALACZ, PIETRUCH 1970]. Około 90% masy korzeniowej trwałych użytków zielonych znajduje się w warstwie gleby 0–10 cm [KOTAŃSKA 1970; SZKLARZ 1956]. W przeciwieństwie do biomasy nadziemnej wzrost nawożenia NPK nie powoduje istotnych zmian w masie korzeniowej oraz w rozmieszczeniu korzeni w profilu glebowym. Natomiast uwilgotnienie gleby wpływa na masę korzeniową oraz jej rozmieszczenie w profilu glebowym 0–20 cm. [RUTKOWSKA 1973; RUTKOWSKA i in. 1975]. Po ustabilizowaniu się składu botanicznego w warunkach łąki trwałej ciężar masy korzeniowej osiąga równowagę dynamiczną pomiędzy obumieraniem i przyrostem nowych korzeni [KOTAŃSKA 1970]. Ilość biomasy podziemnej może wskazywać na potencjał produkcyjny trwałych użytków zielonych [KASPERSKA-PALACZ, PIETRUCH 1970].

Celem pracy było rozpoznanie wpływu nawożenia oraz uwilgotnienia na plonowanie runi łąkowej oraz biomasy korzeni w górnych warstwach gleby łąki trwałej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania prowadzono na łące trwałej bez nawodnień oraz nawadnianej, położonej na glebie mineralnej, zaliczanej do czarnej ziemi zdegradowanej, o składzie granulometrycznym gliny średniej do głębokości 80 cm, a poniżej piasku luźnego. Doświadczenie założono w 1987 r. metodą losowych bloków w czterech powtórzeniach. Czynniki badawczymi były cztery poziomy nawożenia mineralnego i dwa nawożenia organiczno-mineralnego w warunkach optymalnego uwilgotnienia oraz okresowych niedoborów wody. W okresie badań stosowano nawożenie mineralne i organiczno-mineralne według schematu zamieszczonego w tabeli 1. Nawożenie mineralne objęło nawożenie azotowe, stosowane w formie saletry amonowej (34,5% N), fosforowe w postaci superfosfatu potrójnego (46% P₂O₅) i potasowe w postaci soli potasowej (57% K₂O). Nawożenie organiczno-mineralne zastosowano w formie gnojówki bydlęcej, pokrywającej potrzeby względem potasu, zaś azot i fosfor uzupełniano do pełnej dawki superfosfatem i saletrą amonową. W gnojówce każdorazowo przed zastosowaniem określano zawartość suchej masy oraz azotu, fosforu i potasu.

Nawożenie gnojówką oraz azotem i potasem stosowano w trzech dawkach (pod każdy pokos), a fosfor jednorazowo wiosną.

Tabela 1. Schemat nawożenia runi łąkowej**Table 1.** A scheme of fertilisation on experimental fields

Obiekty nawozowe Experimental fields			Zastosowane dawki w latach badań, kg·ha ⁻¹ Fertiliser dose in the years, kg·ha ⁻¹					
			N		P		K	
2008	2009– 2010	nawożenie fertilisation	2008	2009– 2010	2008	2009– 2010	2008	2009– 2010
N-60	N-60		60	60	21,8	10,9	62,3	33,2
N-120	N-120	mineralne	120	120	21,8	21,8	83,2	66,4
N-240	N-180	mineral	240	180	52,3	31,7	124,5	99,6
N-360	N-240		360	240	69,8	43,6	208	132,8
G ₁	G ₁	organiczno- -mineralne	240	180	52,3	31,7	124,5	99,6
G ₂	G ₂	organic-mineral	360	240	69,8	43,6	208	132,8

Objaśnienia: nawożone gnojowicą: G₁ – N-180 kg·ha⁻¹; G₂ – N-240 kg·ha⁻¹.

Explanations: fertilised with liquid manure: G₁ – N-180 kg·ha⁻¹; G₂ – N-240 kg·ha⁻¹.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Od 2008 r. stosowano trzykośne użytkowanie. W 2009 r. zmniejszono poziom nawożenia (tab. 1), dzieląc dotychczasowe poletka na dwie części, na jednej nadal stosowano deszczowanie, a na drugiej części zaniechano nawadniania.

W okresie badań na obiektach nawadnianych utrzymywano uwilgotnienie w przedziale 60–100% *PPW* określano na podstawie aktualnego uwilgotnienia gleby. Warunki wilgotnościowe były monitorowane za pomocą aparatury do pomiarów wilgotności gleby z czujnikami (Em 50) na głębokościach 10–15, 25–30 i 40–45 cm. W zależności od potrzeb stosowano jednostkowe dawki polewowe w ilości 25 mm słupa wody. Ocenę składu botanicznego runi łąkowej wykonywano metodą szacunkowo-pomiarową Klappa tuż przed I pokosem, na każdym obiekcie w czterech powtórzeniach, a przedstawione dane są średnimi ich wartościami. Łąkę użytkowano trzykośnie, oceniano plony suchej masy runi z poszczególnych pokosów corocznie, a biomasę korzeni po trzecim pokosie w 2008 i 2010 r. Do pobierania masy korzeniowej użyto świdra ręcznego do monolitycznego pobierania prób glebowo-korzeniowych. Próby zostały pobrane z warstw profilu glebowego o głębokości 0–10 i 10–20 cm, każda próbka o objętości 0,5 dm³. Pobrany materiał został wyflukany na sicie o wielkości oczek 0,3 mm, wysuszony i zważony. Plony runi oraz masy korzeniowej poddano ocenie statystycznej za pomocą programu Statistica, dokonując analizy wariancji stosując test Tukeya o przedziale ufności ($\alpha = 0,05$).

WYNIKI BADAŃ

W 2008 r. suma opadów w sezonie wegetacyjnym była wyższa o 60 mm w porównaniu z wielolecieciem. Sumy opadów w kwietniu i maju były podobne jak w wielolecieciu, zaś w czerwcu odnotowano blisko trzykrotnie niższe sumy opadów w porównaniu z wielolecieciem, natomiast w lipcu, sierpniu i wrześniu odnotowano wyższe sumy opadów o odpowiednio 43, 40 i 20 mm. W 2009 r. średnie roczne opady były o 90 mm większe niż w wielolecieciu. Miesiącami o najniższych opadach były kwiecień i wrzesień. Największe opady deszczu odnotowano w maju i czerwcu, przewyższyły one średnie z wielolecia odpowiednio o 40 i 103 mm. Najwyższymi opadami charakteryzował się 2010 r., ich roczna suma wynosiła 715 mm i była o 380 mm większa od średniej z wielolecia. Z wyjątkiem kwietnia, sumy opadów w poszczególnych miesiącach sezonu wegetacyjnego, w porównaniu z wielolecieciem, były około dwukrotnie wyższe, a w maju nawet trzykrotnie (tab. 2).

Tabela 2. Suma miesięcznych opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym 2008–2010 w stosunku do średniej z wielolecia 1980–2006 w stacji meteorologicznej w Falentach

Table 2. Sum of monthly precipitation in vegetation periods of the years 2008–2010 in relations to long-term mean from the years 1980–2006 in meteorological station in Falenty

Lata Years	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX	Nawodnienia Irrigation mm
2008	42,2	50,2	23,9	113,7	97,8	67,2	395,0	50
2009	6,9	95,1	165,9	75,8	63,6	19,0	426,3	75
2010	47,0	161,9	111,3	146,6	145,8	102,5	715,1	50
1980–2007	40,6	54,6	63,0	71,0	57,8	47,7	334,7	–

Źródło: stacja meteorologiczna w Falentach. Source: meteorological station in Falenty.

Analiza botaniczna badanej runi łąkowej wykazała (tab. 3) znaczne zróżnicowanie udziału poszczególnych grup roślin w zależności od zastosowanych w doświadczeniu czynników. Większy udział traw wysokich, z dominującą w tej grupie kępówką pospolitą (*Dactylis glomerata* L.) notowano na obiektach o większych dawkach azotu (obiekty N-240 oraz G₂). Ich udział procentowy na obiekcie N-240 wahał się od 25 do 32%, a na obiekcie G₂ wynosił od 41 do 51%. Gatunki traw średniowysokich, z dominującym w tej grupie perzem właściwym (*Elymus repens*), występowały nielicznie. Trawy niskie rosły na wszystkich obiektach o niższym poziomie nawożenia (N-60 i N-120), z dominującą w tej grupie wiechliną łąkową (*Poa pratensis* L.), stanowiącą ok. 80% powierzchni oraz towarzyszącymi jej kostrzewą czerwoną (*Festuca rubra* L.), życią trwałą (*Lolium perenne* L.). Stanowiły one sumarycznie od 88 do 95% runi. Również na obiektach N-180 i G₁ były one dominującą grupą roślin, a ich udział wynosił od 75 do 83%. Znacznie mniejsze ich występowanie stwierdzono na obiekcie N-240 – od 63 do 68%,

Tabela 3. Procentowy udział poszczególnych grup traw, roślin bobowatych oraz ziół i chwastów w runi łąkowej w 2008 i 2010 r.
Table 3. Percentage share of particular groups of grasses, legumes, herbs and weeds in meadow sward in the years 2008–2010

Grupa roślin Group of plants	Obiekty nawozowe Experimental field																	
	N-60			N-120			N-180			N-240			G ₁			G ₂		
	2008	2010	bn	2008	2010	bn	2008	2010	bn	2008	2010	bn	2008	2010	bn	2008	2010	
	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	bn
Trawy wysokie Tall grass	2,0	4,0	3,0	4,5	7,0	5,0	16,0	18	19,0	25,5	26,0	32,0	11,0	12,5	19	51,0	41,5	46,5
Trawy średnio- wysokie Medium-high grass	0	4,0	0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5	0	0,5	0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,5
Trawy niskie Low grass	93,0	88,0	95,0	92,0	88	90,5	80,0	76,0	76,0	68,0	62,5	62,5	83,0	82	75,5	41,0	46	47
Trawy – razem Grass – total	95,0	96,0	98,0	97,0	96,0	96,	97,0	95,0	95,5	93,5	89,0	94,5	94,5	95,5	95	93,0	88,0	94,0
Bobowate Legumes	3,0	1,0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ziola i chwasty Herbs and weeds	2,0	3,0	1,5	3,0	4,0	4,0	3,0	5,0	4,5	6,5	11,0	5,5	5,5	4,5	4,0	7,0	12,0	6,0
Suma Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Objaśnienia: n – stosowano nawodnienia, bn – nie stosowano nawodnienia.

Explanations: n – with irrigation, bn – without irrigation.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

a najmniejszy od 41 do 47% na obiekcie G₂. Udział w runi ziół i chwastów wzrastał wraz z poziomem nawożenia. Najmniejszy był na obiektach N-60 i nie przekraczał 3%, największy na obiektach nawadnianych N-240 oraz G₂ w 2010 r. (do 12%). Dominującymi gatunkami w tej grupie były mniszek pospolity (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.), szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa* L.) i szczaw tępolistny (*Rumex obtusifolius* L.). Rośliny bobowate występowały tylko na obiekcie N-60.

Plony suchej masy z poszczególnych obiektów w 2008 r. rosły wraz z poziomem nawożenia (tab. 4). Analizując plony uzyskane w 2008 r. na poszczególnych obiektach w porównaniu z obiektem o najniższym poziomie nawożenia (N-60 kg·ha⁻¹), stwierdzono ich istotny wzrost na obiektach o wyższych poziomach nawożenia mineralnego oraz organiczno-mineralnego, tj. N-120, 180, 240, G₁, G₂. Stwierdzono również istotny wzrost plonów na obiektach N-180, 240, G₂ w porównaniu z obiektem N-120.

Tabela 4. Roczny plon suchej masy (w t·ha⁻¹) w latach 2008–2010

Table 4. Annual dry weight yield (in t·ha⁻¹) in the years 2008–2010

Lata Years	Nawodnienia Irrigation mm	Obiekty nawozowe, kg N·ha ⁻¹			Experimental fields, kg N·ha ⁻¹			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
		N-60	N-120	N-180	N-240	G ₁	G ₂	
2008	n	5,28a	7,40b	9,70bc	9,77bc	8,92b	11,56c	1,90
2009	bn	5,70a	8,02b	9,38b	9,55b	7,84b	9,98c	2,04
2009	n	6,41a	8,71b	9,82b	10,99c	9,33b	11,25c	1,40
2010	bn	7,14a	9,13b	9,52bc	11,45c	10,30bc	11,38c	1,98
2010	n	7,49a	9,80b	10,01b	11,32b	10,18b	11,39b	1,67

Objaśnienia: NIR – najmniejsza istotna różnica; a, b, c – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie, gdy $\alpha = 0,05$; pozostałe, jak pod tabelą 1 i 3.

Explanations: LSD – least significant difference; a, b, c – values in rows with different letters are significantly different ($\alpha = 0.05$); other as in Tab. 1 and 3.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Mimo zmniejszenia dawek azotu w 2009 r. z 240 do 180 a z 360 do 240 kg·ha⁻¹ oraz proporcjonalnie fosforu i potasu nie stwierdzono obniżenia plonów w porównaniu z 2008 r. W 2009 r., podobnie jak w poprzednim 2008 r., zarówno na obiektach nawadnianych, jak i bez nawodnień stwierdzono istotnie wyższe plony na wszystkich poziomach nawożenia w porównaniu z obiektem N-60. Plon z obiektu G₂ bez nawodnień wykazał istotnie większą jego wartość w porównaniu z obiektem N-120. Podobnie istotnie większy plon, w porównaniu z N-120, stwierdzono na obiektach nawadnianych o najwyższym poziomie nawożenia (N-240 oraz G₂). W 2010 r. uzyskano wyższe plonowanie na wszystkich badanych obiektach, w porównaniu z poprzednimi latami, co wynikało ze znacznie większej sumy oraz rozkładu opadów w sezonie wegetacyjnym (tab. 2). Tak jak w 2009 r., również w 2010 r. najniższe plonowanie stwierdzono na obiekcie N-60, na pozostałych

objektach, o wyższym poziomie nawożenia, plonowanie było istotnie większe. Również istotnie większe plony w porównaniu z obiektem N-120 stwierdzono na obiektach N-240 oraz G₂. Także na obiektach nawadnianych istotnie większe plony, w porównaniu z obiektem N-60, stwierdzono na obiektach o wyższych poziomach nawożenia.

Z porównania plonotwórczego efektu nawodnień w 2009 r. (tab. 5) wynika, że nawodnienie pierwszego pokosu spowodowało istotny wzrost plonów w porównaniu z obiektami bez nawodnień. W drugim pokosie o większej sumie opadów i braku nawodnień nie stwierdzono istotnych różnic w plonie runi między obiektami. W trzecim pokosie zarysowała się tylko tendencja wzrostu plonów w wyniku deszczowania. Sumaryczny plon w tym roku był istotnie większy na obiektach nawadnianych w porównaniu z obiektami bez nawodnień. W pierwszym i drugim pokosie w 2010 r. notowano jedynie tendencję wyższego plonowania na obiektach nawadnianych w porównaniu z nienawadnianymi. W trzecim pokosie, w warunkach nasilonych opadów i braku nawodnień, istotnie większe plony stwierdzono na obiektach bez nawodnień. Sumaryczne plony w tym roku również wykazywały nieznacznie większe wartości na obiektach bez nawodnień.

Tabela 5. Średnie wartości plonu z obiektów nawadnianych i bez nawodnień

Table 5. Mean yields from irrigated and non-irrigated experimental fields

Rok Year	Pokos Cut	Bez nawodnień Without irrigation	Z nawodnieniami With irrigation	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
2009	I	2,73a	3,82b	0,27
	II	3,57	3,37	0,23
	III	2,10	2,23	0,19
	Σ I II III	8,41a	9,42b	0,36
2010	I	3,26	3,29	0,20
	II	3,73	4,03	0,35
	III	3,44b	2,71a	0,29
	Σ I II III	10,42	10,03	0,51

Objaśnienia, jak pod tabelą 4. Explanations as in Table 4.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Porównując ilość suchej masy korzeniowej w 2008 r. (tab. 6), w górnej warstwie gleby 0–10 cm najmniej stwierdzono jej na obu obiektach nawożonych organiczno-mineralnie (G₁ i G₂). Znacznie więcej suchej masy korzeni w tej warstwie gleby na obiektach nawożonych mineralnymi formami nawozów wskazuje na pewną tendencję wzrostu wraz z poziomem nawożenia. W warstwie gleby 10–20 cm ilość masy korzeniowej na wszystkich obiektach była nawet dwudziestokrotnie mniejsze niż w warstwie 0–10 cm i nie wykazywała szczególnych tendencji do zmian. W 2010 r. masa korzeniowa na obiektach bez nawodnień w górnej warstwie

gleby, podobnie jak w 2008 r. nie wykazywała istotnych różnic, jedynie tendencję wzrostu ich masy wraz ze wzrostem poziomu nawożenia. Na wszystkich obiektach w tej warstwie, nawożonych mineralnymi formami nawozów obserwowano wyraźnie większą ilość masy korzeniowej w porównaniu z nawożonymi organiczno-mineralnie (G₁ oraz G₂). W warstwie gleby 10–20 cm, tak jak w 2008 r., ilość masy korzeniowej była przeważnie kilkanaście razy mniejsza.

Tabela 6. Sucha masa korzeni (g·dm⁻³) w górnych warstwach gleby w 2008 i 2010 r.

Table 6. Dry root mass (g·dm⁻³) in top layers of soil profile in the years 2008 and 2010

Lata Years	Nawod- nienia Irrigation	Warstwa gleby Soil layer cm	Obiekty nawozowe, kg N·ha ⁻¹ Experimental fields, kg N·ha ⁻¹						NIR _{0,05} LSD _{0,05}
			N-60	N-120	N-180	N-240	G ₁	G ₂	
2008	n	0–10	8,30	9,12	7,87	11,29	6,37	7,59	5,12
		SD	1,62	2,53	1,93	3,21	0,66	2,06	–
		10–20	0,54	0,80	0,66	0,47	0,76	0,78	0,40
		SD	0,22	0,14	0,31	0,23	0,20	0,30	–
		Σ	8,84	9,92	8,53	11,76	7,13	8,37	–
2010	bn	0–10	11,73	10,57	12,53	13,26	10,19	12,26	3,34
		SD	1,69	2,16	1,48	2,07	3,88	2,93	–
		10–20	0,53	0,65	0,67	0,64	0,52	0,61	0,33
		SD	0,27	0,07	0,35	0,28	0,26	0,13	–
		Σ	12,26	11,22	13,2	13,9	10,71	12,87	–
	n	0–10	9,94	9,06	6,76	10,32	9,05	10,32	4,66
		SD	2,40	3,86	2,88	2,07	1,96	1,06	–
		10–20	0,83	0,55	0,57	0,64	0,67	0,90	0,41
		SD	0,22	0,39	0,19	0,28	0,18	0,17	–
		Σ	10,77	9,61	7,33	10,96	9,72	11,22	–

Objaśnienia, jak pod tabelą 4. Explanation as in Table 4.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Z danych zawartych w tabeli 7. wynika, że nawadnianie nie miało istotnego wpływu na masę korzeni zlokalizowanych w warstwie gleby 10–20 cm. Natomiast w warstwie od 0 do 10 cm większą ich masę stwierdzono na obiektach nienawadnianych. Należy także zaznaczyć, że masa korzeniowa w głębszej warstwie gleby była od 13 (obiekty nawadniane) do 19 razy (obiekty bez nawadniania) mniejsza niż w warstwie głębszej. Oznacza to, że rośliny nawadniane korzeniami się głębiej. Znajdujące się w niektórych próbach grube korzenie palowe roślin dwuliściennych (mniszka pospolitego, szczawiu tępolistnego oraz szczawiu zwyczajnego) były przyczyną dużego zróżnicowania masy w powtórzeniach z poszczególnych obiektów, na co wskazuje odchylenie standardowe oraz duże wartości NIR.

Tabela 7. Średnia ilość masy korzeniowej ($\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) z obiektów nawadnianych oraz bez nawodnień
Table 7. Mean amount of root mass ($\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) from experimental fields with and without irrigation

Warstwa, cm Layer, cm	Obiekty Objects		NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	bez nawodnień without irrigation	z nawodnieniami with irrigation	
0–10	11,76b	9,27a	1,65
10–20	0,60a	0,69a	0,11

Objaśnienia, jak pod tabelą 4. Explanation as in Table 4.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Podczas trzech lat badań plonowania runi łąkowej w zależności od poziomów nawożenia oraz efektów nawodnień stwierdzono wyraźny wzrost plonowania suchej masy, szczególnie na obiektach nawożonych wyższymi dawkami azotu, tj. 180 oraz 240 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, zarówno z zastosowaniem nawożenia mineralnego oraz organiczno-mineralnego, co potwierdza wcześniejsze wyniki badań uzyskane przez BARSZCZEWSKIEGO i in. [2001] oraz BARSZCZEWSKIEGO [2002; 2006]. Drugim niezmiernie istotnym czynnikiem plonotwórczym było uwilgotnienie gleby. Podobnie jak u GRUSZKI [1996], przy co najmniej 60% *PPW* stwierdza się istotny wzrost plonowania na wszystkich poziomach nawożenia, co było najlepiej widoczne w I pokosie 2009 r. dzięki dwukrotnemu zastosowaniu deszczowania w ilości 50 mm. Przyczyną wysokiego plonu w 2010 r. na obiektach bez nawodnień były obfite opady w czerwcu i lipcu oraz duże zachwaszczenie obiektów nawadnianych. Przyczyną zachwaszczenia było stosowanie nawozu organicznego, podobnie jak w badaniach WESOŁOWSKIEGO [2008] oraz wysoki poziom nawożenia azotem.

W przeprowadzanych badaniach stwierdzono, że ok. 90% masy korzeniowej znajduje się w warstwie gleby 0–10 cm, na co wskazują również wyniki RUTKOWSKIEJ i in. [1975]. Czynnikiem mającym wyraźny wpływ na ilość biomasy podziemnej w warstwach 0–10 oraz 10–20, jak wykazały przeprowadzone badania, jest uwilgotnienie, co koresponduje z wynikami SZKLARZA [1956], który wskazuje, że duże pojedyncze dawki polewowe powodują zmniejszenie masy korzeniowej w warstwie od 0 do 10 cm, a w głębszej warstwie powodują silniejszy ich wzrost. Wzrost nawożenia NPK, podobnie jak w badaniach RUTKOWSKIEJ i in. [1975], bez względu na rodzaj stosowanego nawozu, nie powodował istotnych zmian w masie korzeniowej oraz w rozmieszczeniu korzeni w profilu glebowym. W warunkach łąki trwałej, jak wskazuje KOTAŃSKA [1970], ciężar masy korzeniowej osiąga równowagę dynamiczną między obumieraniem i przyrostem nowych korzeni, co powoduje niewielkie zmiany w rozmieszczeniu masy korzeniowej trwałych użytków zielonych w warstwie gleby 0–20 cm.

WNIOSKI

1. Zmniejszenie poziomu nawożenia azotem, fosforem i potasem na wszystkich obiektach nie spowodowało obniżenia plonowania runi łąkowej w porównaniu z poprzednim okresem.

2. Dodatni wpływ nawadniania na plonowanie stwierdzono w pierwszym pokosie oraz sumie rocznej w 2009 r.

3. Zróżnicowane poziomy nawożenia łąki trwałej nie miały wyraźnego wpływu na rozwój masy korzeniowej w badanych warstwach gleby.

4. Występujące okresowe niedobory wody na obiektach bez nawadniania spowodowały wzrost masy korzeniowej, zwłaszcza w górnej warstwie gleby.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J. 2002. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na plon i jakość runi łąkowej łąki trwałej deszczowanej. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 2. Z. 1 s. 29–55.
- BARSZCZEWSKI J. 2006. Dynamika plonowania wieloletnich doświadczeń łąkowych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 6. Z. spec. (17) s. 119–131.
- BARSZCZEWSKI J., BURZYŃSKA I., KALIŃSKA D. 2001. Dynamika potasu w mineralnej glebie łąkowej w zależności od zróżnicowanych form oraz dawek azotu, potasu i odczynu gleby. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 1. Z. 1 s. 137–145.
- GRUSZKA J. 1996. Znaczenie i warunki stosowania nawodnień deszczownianych w rolnictwie regionu Kujaw. Rozprawa Habilitacyjna. Falenty. Wydaw. IMUZ ss. 100.
- KASPERSKA-PALACZ A., PIETRUCH B. 1970. Wpływ koszenia i spasanania na plon zielonej masy i rozmieszczenia organów podziemnych sześciu gatunków traw pastewnych. Roczniki Nauk Rolniczych. Ser. F. T. 77. Z. 3 s. 377–388.
- KOTAŃSKA M. 1970. Morfologia i biomasa organów podziemnych roślin w zbiorowiskach łąkowych Ojcowskiego Parku Narodowego. Kraków. PWN ss. 107.
- RUTKOWSKA B. 1973. Badania rozwoju kupkówki pospolitej *Dactylis glomerata* L. w warunkach różnego nawożenia i użytkowania. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Warszawie. Rozprawy naukowe ss. 99.
- RUTKOWSKA B., STAŃKO-BRODKOWA B., LEWICKA E., DĘBSKA Z. 1975. Badania masy podziemnej roślin użytkowanych pastwiskowo w zależności od nawożenia i trwałości darni. Roczniki Gleboznawcze. T. 26. Z. 3 s. 227–243.
- SAPEK B., KALIŃSKA D. 2000. Wpływ zróżnicowanego odczynu gleby i dawki azotu na bilans azotu, fosforu i potasu w długoterminowych doświadczeniach łąkowych. Wiadomości IMUZ. T. 21. Z. 1 s. 31–50.
- SAPEK B., SAPEK A., BARSZCZEWSKI J. 2000. Plon i zawartości wybranych składników mineralnych w roślinności łąki trwałej na tle nawożenia saletrą amonową i wapniową. Wiadomości IMUZ. T. 21. Z. 1 s. 67–87.
- SZKLARZ W. 1956. Wpływ deszczowania na rozwój korzeni darni łąkowej. Gospodarka Wodna. R. 16. Nr 2 s. 82.
- WESOŁOWSKI P. 2008. Nawożenie łąk nawozami naturalnymi w świetle doświadczeń Zachodniopomorskiego Ośrodka Badawczego IMUZ w Szczecinie. Falenty. Wydaw. IMUZ ss. 56.

Michał MENDRA, Jerzy BARSZCZEWSKI

**THE EFFECT OF FERTILISATION AND SPRINKLER IRRIGATION
ON YIELDING AND ROOT MASS OF MEADOW SWARD**

Key words: *fertilisation, meadow sward, root mass, sprinkler irrigation, yielding*

S u m m a r y

The study was carried out in the years 2008–2010 on permanent grassland situated on mineral soil classified as degraded black soil. The vegetation was cut three times a year (season). The aim of the study was to recognise the impact of fertilisation and soil moisture on the yield of meadow sward plants and root mass in the upper soil layer. Soil moisture was maintained at a level of 60–100 of field water capacity by sprinkler irrigation. Yields of the sward were measured in each swath and root mass was determined in autumn 2008 and 2010. Soil samples of 0.5 dm³ volume were collected from the top layer of soil profiles (0–10 and 10–20 cm) to examine the root mass. Samples were rinsed, dried and weighed. Root mass and yields of meadow sward were subjected to statistical analysis.

Increase of N dose above 60 kg·ha⁻¹ significantly increased sward yield. Irrigation had no clear effect on yield. This was a result of unusually high precipitation in 2010 that increased the yields in some not irrigated experimental fields. The influence of fertilisation on root mass was not found. Root mass in the 0–10 cm layer from not irrigated fields was larger than that in irrigated fields. In the 10–20 cm soil layer the opposite trend was observed.

Do cytowania For citation: Mendra M., Barszczewski J. 2012. Wpływ nawożenia i deszczowania na plonowanie runi łąkowej oraz masę korzeni. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 12. Z. 3 (39) s. 149–159.