

EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA TRWAŁYCH UŻYTKÓW ZIELONYCH POŁOŻONYCH NA GLEBACH POBAGIENNYCH W DOLINIE KANAŁU BYDGOSKIEGO

Roman Łyszczarz, Romuald Dembek

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie. Celem badań realizowanych w latach 2005–2013 była ocena wpływu zróżnicowanych poziomów wieloletniego nawożenia na plonowanie odnowionej łąki położonej na glebie pobagiennych w warunkach dużej zmienności opadów. Ustalono, że tereny łąkowe w dolinie Kanału Bydgoskiego charakteryzują się znacznymi niedoborami opadów, leżą w strefie suszy wyraźnie zmierzającej w kierunku dotkliwej suszy. Naturalna ich produktywność kształtuje się na poziomie około 2 t s.m.·ha⁻¹. Poziom ten odnowione łąki osiągają już w trzecim roku po zaniechaniu nawożenia. Najbardziej efektywne w stosunku do obiektu kontrolnego okazało się nawożenie fosforem i potasem zwiększające 2,7-krotnie plony. Zdecydowanie mniej skuteczne było nawożenie azotem. Opady w sezonie wegetacyjnym korzystnie wpływały na wzrost poziomu wody gruntowej ($r = 0,8951$), jak również, chociaż nie potwierdzono tego istotnymi wartościami współczynników korelacji Pearsona, na plonowanie łąk (r od 0,204 na obiekcie bez nawożenia, do 0,503 na nawożonym N₁PK). Większe ilości opadów w półroczu zimowym obniżały plony na wszystkich poziomach czynnika nawozowego (r od -0,637 dla obiektu bez nawożenia do -0,742 dla N₁PK).

Słowa kluczowe: łąka trwała, plonowanie, współczynniki hydrotermiczne, współczynniki korelacji

WSTĘP

Łąki trwale położone w siedliskach bagiennych i pobagiennych zajmują w Polsce około 1,28 mln ha i stanowią 40% powierzchni trwałych użytków zielonych [Rocznik statystyczny... 2013, Barszczewski i in. 2014]. W większości są to łąki ekstensywne, 1–2-kośne, najczęściej nienawożone i usytuowane na obszarach sieci Natura 2000, gdzie

Adres do korespondencji – Corresponding author: Roman Łyszczarz, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Pracownia Łąkarstwa, ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, e-mail: lyszczar@utp.edu.pl

zachowanie korzystnych dla środowiska walorów przyrodniczych powinno być priorytetem dla wszystkich. Mimo nałożonego na podmioty administracyjno-gospodarcze obowiązku zachowania ich walorów w stanie przynajmniej nie pogorszonym [http://pl.wikipedia.org/wiki/Natura_2000] obserwuje się na nich degradację runi i darni. Jest to związane z pogarszającym się stanem urządzeń wodno-melioracyjnych, stosowaniem ciężkiego sprzętu, zaniechaniem nawożenia, a także z nierzetelnym wywiązywaniem się z przyjętych w ramach dotacji zobowiązań [Kowalczyk i in. 1991, Jankowska-Huflejt 1994, Kozłowska 2005, Dembek i in. 2012].

Prawie niespotykane są łąki regularnie nawożone, 2–3-kośne, o lepszych walorach gospodarczych. Perspektywicznie ich powierzchnia będzie wzrastała. Ma to już miejsce w gospodarstwach z historycznie utrwaloną tradycją chowu bydła mlecznego i z dynamicznie, choć nie bez trudu, rozwijającym się chowem bydła ras mięsnych. Dla wielu rolników minął już czas zachwytu nad propagowaną i dotowaną niewspółmiernie do oczekiwanych efektów ekstensyfikacją produkcji pasz na terenach pobagiennych. Coraz częściej poszukują oni wiedzy na temat skutecznych metod renowacji gwarantujących stabilne, wieloletnie i zrównoważone ich użytkowanie w konfrontacji ze zmiennymi warunkami pogodowymi. Realizacja powyższych zadań jest ważna, bo gwarantuje nie tylko ochronę siedlisk, lecz poprzez wzrost udziału traw uprawnych w runi podnosi ich walory użytkowe. Celem pracy była ocena plonowania i trwałości odnowionej łąki pobagiennej w warunkach zróżnicowanego, wieloletniego nawożenia i całkowicie nieprzewidywalnej zmienności warunków pogodowych. Temat realizowano na prośbę dyrektora RZD w Mini-kowie, mającego w swej strukturze 260 ha trwałych łąk pobagiennych i 350 sztuk bydła.

MATERIAŁ I METODY

Mieszankę siewną, spełniającą kryteria wzbogacenia bioróżnorodności tych terenów o gatunki uprawne, składającą się z dziewięciu traw (*Festuca pratensis* Huds. ‘Pasja’, *Phleum pratense* L. ‘Kaba’, *Dactylis glomerata* L. ‘Dika’, *Festuca rubra* L. ‘Brudzyńska’ – wszystkie po 11,9% wagowych, *Festuca arundinacea* Schreb. ‘Skarpa’, *Lolium perenne* L. ‘Argona’, *Poa pratensis* L. ‘Balin’ (7,1%), *Festulolium braunii* (Richter) A. Camus ‘Felopa’ (4,8%) i *Lolium multiflorum* Lam. ‘Kroto’ (2,4%), trzech koniczyn (*Trifolium hybridum* L. ‘Aurora’ (9,5%), *T. pratense* L. ‘Raba’ i *T. repens* L. ‘Haifa’ – wszystkie po 3,6%) oraz lucerny siewnej (*Medicago sativa* L. ‘Derby’ – 7,1%) wysiano 25 kwietnia 2005 roku w ilości 42 kg·ha⁻¹. Badania usytuowano na glebie torfowo-murszowej, silnie zmurszałej (Mt-III) w wierzchniej warstwie darniowej M₁ (0–5 cm) i poddarniowej M₂. Średnia zawartość substancji organicznej w przypowierzchniowej, 20-centymetrowej warstwie wynosiła 516 g·kg⁻¹, przyswajalnych form fosforu (0,48 g·kg⁻¹) i magnezu (1,06 g·kg⁻¹) była bardzo duża, a potasu mała [0,30 g·kg⁻¹ – Jadczyzsyn i in. 2003]. Szczegółowe informacje na temat siedliska oraz rozwoju roślin opisano w pracach Łyszczarza [2008] oraz Łyszczarza i innych [2010, 2012].

Na jednorodnym zbiorowisku roślinnym, w którym dominowały gatunki siane [Łyszczarz 2008] wiosną 2006 roku, założono jednoczynnikowe doświadczenie nawozowe w czterech powtórzeniach. Obejmowało ono:

- 1 – obiekt kontrolny (bez nawożenia),

- 2 – nawożenie PK ($P - 52,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $K - 66,4 + 58,1 = 124,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$),
- 3 – nawożenie N_1 PK ($N - 30 + 30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $P - 52,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $K - 66,4 + 58,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$),
- 4 – nawożenie N_2 PK ($N - 60 + 60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $P - 52,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $K - 66,4 + 58,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Proponowane dawki azotu 60 i 120 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ były zgodne z zasadami nawożenia łąk dwukośnych w ramach pakietu S01 programu rolnictwa zrównoważonego [Rozporządzenie 2004] i zastosowane w dwóch częściach wysianych, podobnie jak potas wczesną wiosną oraz po zbiorze I odrostu. Fosfor stosowano w jednej dawce wiosną. W celu urealnienia badań z praktyką wszystkie prace wykonywano maszynami stosowanymi w gospodarstwie. W związku z tym powierzchnia poletek miała od 1000 do 1300 m^2 , większych – ze względu na dodatkowe badania – na pasach zewnętrznych. Wpływ czynnika nawozowego widoczny jest na spektakularnym zdjęciu satelitarnym (rys. 1 [geoportal.gov.pl]), z wyraźnie ciemniejszym wybarwieniem czterech poletek stanowiących obiekty nienawożone, z dominacją *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. i chwastów dwuliściennych. Pozostałe obiekty florystycznie różniły się między sobą nieznacznie, co zauważalne jest również na zdjęciu.



Rys. 1. Zdjęcie satelitarne obiektu doświadczalnego w RZD Minikowo

Fih 1. Satellite photo of the experimental object in RZD Minikowo

Terminy koszenia I odrostu w badanych latach związane były z wilgotnością podłoża oraz ilością opadów wpływających na możliwość wjazdu maszyn na doświadczenie. W związku z tym przypadały w różnych fazach rozwojowych – na początku kłoszenia (30.05.2012 r.), poprzez jego pełnię, aż do początków kwitnienia (15.06.2010) dominującej na obiektach PK, N_1 PK i N_2 PK *Dactylis glomerata*. Kolejne odrosty zbierano w odstępach 6–9-tygodniowych. Dane pogodowe z punktu meteorologicznego K-PODR w Minikowie odległego 1,5 km od doświadczenia posłużyły do obliczenia potrzeb wodnych roślinności łąkowej metodą Klatta [Grabarczyk 1983]. Przy bardzo często występujących niedoborach opadów dokonano dodatkowej hydrologicznej oceny sezonów wegetacyjnych i poszczególnych ich miesięcy wskaźnikiem klimatycznym Vinczeff^o [1984] – tabela 1.

Tabela 1. Ocena sezonu wegetacyjnego klimatycznym wskaźnikiem Vinczeffy'ego [1984]

Table 1. Evaluation of the growing season with the use of Vinczeffy climate index [1984]

Sezon wegetacyjny – Growing season	Wskaźnik Vinczeffy'ego Vinczeffy index [mm·°C ⁻¹]
Bardzo mokry – Very wet	≥ 0,200
Deszczowy – Rainy	0,175–0,200
Średnio wilgotny – Medium-wet	0,150–0,175
Suchy – Dry	0,125–0,150
Bardzo suchy – Very dry	0,100–0,125
Wyjątkowo suchy – Extremely dry	≤ 0,100

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie (test Tukeya), wykonując stosowną do układu doświadczenia analizę wariancji z wykorzystaniem pakietu ANALWAR-5.FR. Zależności między badanymi parametrami określono korelacją Pearsona, ustalając ich siłę, kierunek oddziaływania oraz statystyczną istotność związków.

WYNIKI I DISKUSJA

Średnie sumy opadów w sezonach wegetacyjnych 2005–2013 wynosiły 342,5 mm i były nieco wyższe od średniej z lat 1949–2013 (tab. 2). Nie pokrywały one potrzeb wodnych roślin łąkowych obliczonych metodą Klatta [Grabarczyk 1983]. Tylko w 2010 i 2012 roku sumaryczna ich ilość była większa od opadów optymalnych. Mimo to nie we wszystkich miesiącach były wystarczające. W 2010 roku odnosiło się to do maja, lipca, sierpnia i września, a w 2012 roku do czerwca i lipca. Tylko w jednym badaniu w kwietniu 2006 roku na dziewięć przeprowadzonych w całym okresie ich ilość była wystarczająca. Najbardziej sprzyjającym miesiącem okazał się maj. W pięciu latach opady pokrywały w nim potrzeby runi (tab. 2). Znaczne ich niedobory rejestrowano w czerwcu. Łąki nad Kanałem Bydgoskim położone są więc w strefie suchych sezonów wegetacyjnych, a średnia wartość wskaźnika klimatycznego Vinczeffy'ego z ocenianego okresu wynosiła 0,136 i była niemalże identyczna ze średnią z wielolecia (tab. 3). Pięć z dziewięciu sezonów wegetacyjnych okazało się bardzo suchymi, z czego trzy (lata 2005, 2008 i 2009) zmierzały do granicy bardzo lub wyjątkowo suchych. W 33 na 54 oceniane miesiące występowały warunki wyjątkowo suche, bardzo suche lub suche. Mokrych i deszczowych było 16 miesięcy, zazwyczaj po dwa w sezonach wegetacyjnych. Z oceny warunków opadowych wynika, że rejon Kanału Bydgoskiego reprezentujący także znaczną część województwa kujawsko-pomorskiego nie sprzyja produkcji pasz objętościowych na trwałych użytkach zielonych. Jest to zgodne z wcześniejszymi informacjami na ten temat, a także z tymi o występowaniu stref suszy w centralnej, północno-zachodniej i środkowo-wschodniej części kraju [Łabędzki 2006, Janicka 2012, Staniak 2013]. Bąk i Łabędzki [2003] oraz Łabędzki [2004] wykazali, że w latach 1945–2003 w rejonie Bydgoszczy i Kujaw występował dodatni trend wzrostu temperatury i ujemny trend opadów oraz miesiące suchych, których częstotliwość wynosiła 33%. W opisywanym w tej pracy okresie ich liczba wzrosła dwukrotnie.

Tabela 2. Opady w Minikowie w latach 2005–2013

Table 2. Precipitation in Minikowo in 2005–2013

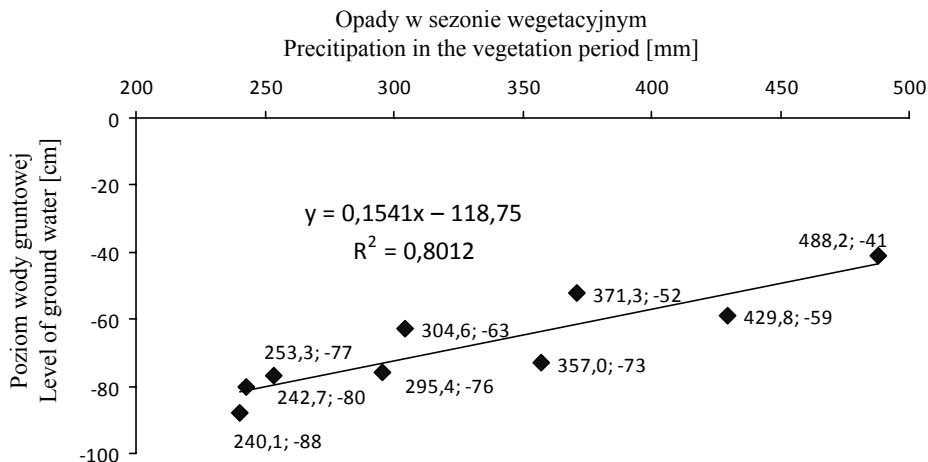
Miesiące Months	Opady według lat Precipitation throughout years [mm]									Średnia z lat 2005– –2013 Mean for 2005– –2013	Potrzeby wodne Water requirements [mm]	Średnia z lat 1949– –2013 Mean for 1949– –2013
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
I–III	89,3	57,3	163,5	125,3	83	92,9	64,9	106,9	138,4	104,0	–	79,9
IV	34,8	66	18,7	38,7	0,4	33,5	9,5	39,6	13,2	27,5	50	56,5
V	82,6	58,8	70,4	11,5	73,7	77,4	26,3	35,1	97,4	56,3	65	71,3
VI	30,5	22,7	99,8	15,5	55,9	12,1	37,9	139,6	59	55,3	80	29,9
VII	33,6	46,1	105,9	58,7	81,5	137,6	98,5	134,7	48,2	88,9	90	59,2
VIII	43,4	112,9	45,5	95,5	8,9	154,2	97,5	51,2	31	74,6	80	80,9
IX	17,8	50,5	31	20,2	32,9	73,4	25,7	29,6	55,8	39,9	55	33,4
IV–IX	242,7	357	371,3	240,1	253,3	488,2	295,4	429,8	304,6	342,5	420	330,0
X–XII	107,3	82	68,3	106,1	140,6	162	62	118,1	76,7	102,0	–	96,4
I–XII	439,3	496,3	603,1	471,5	476,9	743,1	422,3	654,8	519,7	548,5	–	507,5

To głównie z tego powodu trwałe użytki zielone w tej części kraju stanowią najmniejszy udział w strukturze użytków rolnych i pozostały w zasadzie tylko w siedliskach bagiennych i pobagiennych oraz na łąkach zastoiskowych i rozlewiskowych. Na stanowiskach pobagiennych podstawowym źródłem wody dla roślin łąkowych pozostaje woda gruntowa. Jej poziom na doświadczeniu w kwietniu był na ogół niższy od optymalnego 40–60 cm [rys. 1, Ilnicki 2002, Kacperska-Wołowicz i Łabędzki 2003]. Jedynie po większych opadach w 2010 i 2012 roku podnosił się do tych wartości, przy tym wykazano pozytywny ich wpływ na wzrost poziomu wody gruntowej ($R^2 = 0,8012$ – rys. 2). Również Kiryłuk [2001] odnotował korzystny wpływ opadów na poziom wód gruntowych.

Tabela 3. Klimatyczny wskaźnik opadowy Vinczeffy’ego

Table 3. Climate index factors of Vinczeffy

Miesiące Months	Wskaźnik Vinczeffy’ego według lat Vinczeffy index [mm·°C]									Suma z lat 1949–2013 Sum for 1949–2013
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
IV	0,157	0,286	0,072	0,165	0,001	0,147	0,031	0,157	0,063	0,224
V	0,218	0,153	0,162	0,029	0,183	0,221	0,065	0,08	0,218	0,173
VI	0,068	0,044	0,186	0,032	0,098	0,025	0,072	0,296	0,116	0,063
VII	0,056	0,071	0,195	0,106	0,148	0,212	0,185	0,232	0,085	0,099
VIII	0,086	0,214	0,082	0,178	0,016	0,273	0,185	0,092	0,055	0,157
IX	0,04	0,103	0,079	0,052	0,08	0,197	0,061	0,073	0,156	0,07
IV–IX	0,102	0,139	0,151	0,102	0,101	0,202	0,123	0,176	0,125	0,134



Rys. 2. Zależność między ilością opadów a średnim poziomem wód gruntowych w sezonach wegetacyjnych w latach 2005–2013: 253,3 mm – opady; –77 cm – woda gruntowa

Ryc. 2. Relationship between the rainfall amount and the average groundwater lever in vegetation seasons in 2005–2013: 253.3 mm – rainfall; –77 cm – groundwater

Już w trzecim roku po zaniechaniu nawożenia produktywność odnowionej łąki ukształtowała się na poziomie około $2 \text{ t s.m.} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 4) i była dwukrotnie mniejsza w porównaniu z wieloletnimi badaniami prowadzonymi w latach 50. XX wieku w Minikowie przez Roguskiego [1961]. Największą efektywnością produkcyjną charakteryzowało się nawożenie PK (tab. 4). Uzyskano z niego średnio $7,68 \text{ t s.m.} \cdot \text{ha}^{-1}$, z wahaniami od $5,56$ w 2011 roku do $9,43 \text{ t s.m.}$ w deszczowym 2012 roku. Skuteczność PK była w każdym roku i pokosie potwierdzona statystycznie w stosunku do obiektu kontrolnego i większa w porównaniu z badaniami Roguskiego [1961]. Mniejsza dawka azotu wpływała również korzystnie na przyrost plonu w porównaniu z obiektem PK. Jej efektywność była jednak zdecydowanie mniejsza. Różnice statystyczne w plonach wykazano w latach 2006, 2011 i 2013 oraz średnio w całym okresie. Azot w mniejszej dawce spowodował 7-procentowy przyrost plonu, a w wyższej zaledwie 3-procentowy w stosunku do N_1 PK. Podobne plony i efektywność nawożenia łąk torfowo-murszowych stwierdzili Gotkiewicz i Gotkiewicz [1987] oraz Prokopowicz i Kowalczyk [2007]. Grabowski i inni [1993] oraz Baryła [2004] uzyskali natomiast zdecydowanie wyższe plony. O udziale pokosów w plonach rocznych decydowały ilość i rozkład opadów. Dominowały plony I odrostu. Jedynie w 2010 i 2012 roku (z deszczowymi letnimi miesiącami) najwięcej biomasy zbierano w II odroście (tab. 2 i 4).

W prezentowanych badaniach nie wykazano statystycznie istotnych związków między plonami rocznymi a opadami (tab. 5). Stwierdzono jedynie tendencję korzystnego ich oddziaływania na sumaryczne plony. Współczynniki korelacji mieściły się w granicach od $r = 0,240$ na obiekcie bez nawożenia do $r = 0,503$ na nawożonym PK. Siła oddziaływania sumarycznych opadów obejmująca okresy od początku roku do końca maja, lipca i września na plony była statystycznie również nieudowodniona (tab. 5). Stwierdzono natomiast negatywny wpływ opadów z okresów X–III na plony w obrębie każdego z poziomów czynnika nawozowego (r od $-0,637$ dla obiektu bez nawożenia do $-0,742$ dla N_1 PK).

Tabela 4. Plonowanie runi łąkowej w latach 2005–2013 [$\text{t s.m.} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Tabela 4. Plonowanie runi łąkowej w latach 2005–2013 [t s.m.·ha⁻¹]Table 4. Yielding of meadow sward over 2005–2013 [t d.m.·ha⁻¹]

Rok Year	Nawożenie Fertilization	Plon – Yield [t d.m.·ha ⁻¹]			suma total
		pokos – cut			
1	2	I	II	III	6
2006	O	2,89	1,57	1,67	6,13
	PK	4,69	2,39	2,11	9,20
	N ₁ PK	4,88	3,08	2,38	10,34
	N ₂ PK	5,41	3,02	2,34	10,77
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,32	0,17	0,33	0,46
2007	O	1,85	1,40	0,33	3,58
	PK	4,25	2,83	0,80	7,88
	N ₁ PK	4,38	3,63	0,85	8,85
	N ₂ PK	4,30	3,85	0,85	9,00
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,35	0,63	0,26	1,38
2008	O	0,92	0,87	0,71	2,50
	PK	3,08	1,45	2,33	6,86
	N ₁ PK	3,98	1,82	1,93	7,73
	N ₂ PK	3,80	1,73	2,18	7,71
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,55	0,76	0,43	1,15
2009	O	0,68	0,55	0,63	1,94
	PK	3,24	1,98	2,29	7,60
	N ₁ PK	3,23	2,24	2,13	7,59
	N ₂ PK	3,48	1,98	2,17	7,57
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,49	0,32	0,28	0,72
2010	O	1,04	1,20	0,31	2,56
	PK	2,97	3,57	1,61	8,15
	N ₁ PK	2,72	3,54	2,14	8,41
	N ₂ PK	3,00	3,25	1,83	8,08
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,37	0,43	0,30	0,55
2011	O	0,46	0,86	0,41	1,73
	PK	2,03	1,62	1,91	5,56
	N ₁ PK	2,12	2,01	2,02	6,15
	N ₂ PK	2,90	2,08	2,25	7,23
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,21	0,31	0,13	0,29
2012	O	0,29	1,88	0,38	2,55
	PK	3,32	4,80	1,31	9,43
	N ₁ PK	3,84	4,31	1,39	9,54
	N ₂ PK	4,35	4,13	1,48	9,96
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,28	0,27	0,09	0,37
2013	O	0,88	0,52	0,41	1,81
	PK	3,64	1,99	1,15	6,78
	N ₁ PK	4,06	2,04	1,13	7,23
	N ₂ PK	4,28	2,18	1,15	7,61
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,23	0,26	0,11	0,37
Średnia z lat 2006–2013	O	1,13	1,11	0,60	2,85
	PK	3,40	2,58	1,60	7,68
Mean for 2006–2013	N ₁ PK	3,65	2,83	1,69	8,23
	N ₂ PK	3,94	2,78	1,73	8,49
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,31	0,34	0,23	0,52

Tabela 5. Współczynniki korelacji między ilością opadów i sumą wartości temperatury a plonowaniem łąki przy zróżnicowanych dawkach nawożenia

Table 5. Correlation coefficients between the rainfall amount and the sum of temperatures and the yields of meadows fertilized with differentiated doses

Miesiące Months	Współczynniki korelacji Correlation coefficients							
	O		PK		N ₁ PK		N ₂ PK	
	O	T	O	T	O	T	O	T
IV–IX	0,240	0,451	0,503	0,421	0,433	0,448	0,481	0,403
I–V	0,197	–0,28	0,285	–0,234	0,322	–0,197	0,246	–0,218
I–VII	–0,025	–0,128	0,379	–0,206	0,314	–0,115	0,354	–0,099
I–IX	0,138	–0,030	0,335	–0,106	0,301	–0,007	0,387	–0,009
X–III	–0,637	0,457	–0,668	0,347	–0,742	0,505	–0,718	0,418

O, PK, N₁PK, N₂PK – poziomy nawożenia/fertilization level; O – opady/precipitation, T – temperatura/temperature.

Wykazano także dodatni wpływ, nieudowodniony jednak statystycznie, sum średnich wartości temperatury powietrza w okresach wegetacyjnym i pozawegetacyjnym i wzrost plonów na wszystkich poziomach czynnika nawozowego.

WNIOSKI

1. Łąki trwale usytuowane w siedliskach pobagiennych w dolinie Kanału Bydgoskiego znajdują się w strefie znacznych niedoborów opadów określanych dla roślinności łąkowej strefą suszy, skłaniającą się w analizowanym okresie w kierunku strefy dotkliwie suchej.

2. Wykazano liniowy korzystny wpływ ilości opadów w sezonach wegetacyjnych na poziom wody gruntowej ($R^2 = 0,8012$).

3. Potencjał produkcyjny nienawożonych łąk pobagiennych w dolinie Kanału Bydgoskiego kształtuje się na poziomie około 2 t s.m. z 1 ha. Plonowanie odnowionych łąk pobagiennych związane jest ściśle z ich nawożeniem, a najbardziej efektywne okazało się łączne nawożenie fosforem i potasem.

4. Nawożenie azotem jest zdecydowanie mniej skuteczne w kształtowaniu plonowania trwałych łąk pobagiennych w porównaniu z PK. Za praktycznie uzasadnioną, popartą statystycznym wzrostem plonów, uznać można dawkę N 60 kg·ha⁻¹, w połączeniu z nawożeniem PK. Dwukrotnie wyższy poziom nawożeniem azotem jest całkowicie nieuzasadniony.

5. Wykazano zauważalny, niepotwierdzony jednak statystycznie wielkością współczynników korelacji Pearsona, korzystny wpływ ilości opadów w sezonach wegetacyjnych na plonowanie łąk pobagiennych. Większe ilości opadów z półrocza zimowego (X–III) wywierają natomiast negatywny wpływ na plony.

LITERATURA

- Barszczewski J., Kaca E., Wasilewski Z., Wróbel B., Jankowska-Huflejt H., 2014. Produkcyjne wykorzystanie trwałych użytków zielonych w Polsce – stan i perspektywa. SGGW, Wydział Rolnictwa i Biologii, 59–74.
- Baryła R., 2004. Przydatność *Lolium perenne* do mieszanek łąkowych w siedlisku pobagiennym. Łąkarstwo w Polsce 7, 9–20.
- Bąk B., Łabędzki L., 2003. Modification of standardized precipitation index *SPI* for drought monitoring in Poland. W: Meteorological services' tasks in NATO operation, mission and exercises. 5th Inter. Symp. Military Meteorology. Poznań 29.09–2.10.2003, WAT Warszawa, 15–22.
- Dembek R., Łyszczarz R., Suś R., 2012. Ocena wartości paszowej runi z łąk użytkowanych według zaleceń programów rolnośrodowiskowych. Ekol. i Tech. 3 (118), 162–169.
- Gotkiewicz J., Gotkiewicz M., 1987. Dynamika plonowania oraz jakość plonów z łąk wieloletnich doświadczeń. W: Gospodarowanie na glebach torfowych w świetle 40-letniej działalności Zakładu Doświadczalnego Biebrza. Bibl. Wiad. IMUZ. 68, 155–177.
- Grabarczyk S., 1983. Ulepszanie i zagospodarowanie siedliska rolniczego. W: Podstawy agrotechniki. Pr. zbior. Red. W. Niewiadomski. Warszawa, PWRiL, 79–129.
- Grabowski K., Grzegorzczak S., Benedycki S., 1993. Możliwości produkcyjne łąki trwałej odnowionej przez siew bezpośredni. I Kongres PTNA. Frag. Agron. 4 (40), 241–242.
- Ilnicki P., 2002. Torfowiska i torf. Wyd. AR, Poznań, 606.
- Jadczyzyn T., Kowalczyk J., Sroczyński W., 2003. Zalecenia nawozowe dla gospodarstw korzystających z wyników badań zasobności gleb. Puławy: IUNG, Poznań, PWRiL, 30.
- Janicka M., 2012. Uwarunkowania wzrostu i rozwoju ważnych gospodarczo gatunków traw pastewnych i *Trifolium pratense* L. po renowacji łąk grądowych metodą podsiewu. Wyd. SGGW, Roz. Nauk. i Mon. 204.
- Jankowska-Huflejt H., 1994. Wpływ wieloletniego różnego nawożenia na zadarnienie łąk oraz skład botaniczny i plonowanie runi. W: Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach. Mater. Konf. Wydaw. Warszawa 27–28.09. Wyd. SGGW, Warszawa, 194–220.
- Kasperska-Wołowicz W., Łabędzki L., 2003. Kwantyfikacja ewapotranspiracji łąki trzykośnej zlewni Górnej Noteci z zastosowaniem współczynnika roślinno-glebowego. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie 3 (9), 79–97.
- Kiryłuk A., 2001. Wpływ nawożenia mineralnego i poziomu wody gruntowej na plonowanie i skład florystyczny łąk murszowiskowych. Pam. Puł. 125, 65–74.
- Kowalczyk J., Kamiński J., Szuniewicz K., 1991. Zasady kształtowania i utrzymywania wysoko produkcyjnej runi łąkowej na glebach torfowo-murszowych. W: Gospodarowanie na glebach torfowych w świetle 40-letniej działalności Zakładu Doświadczalnego Biebrza. Biblioteczka Wiadomości IMUZ 77, 127–148.
- Kozłowska T., 2005. Zmiany zbiorowisk łąkowych na tle różnicowania się warunków siedliskowych w charakterystycznych obszarach dolin rzecznych Polski Centralnej. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, Roz. Nauk. i Mon. 14, 208.
- Łabędzki L., 2004. Problematyka susz w Polsce. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie 4 (1), 47–66.
- Łabędzki L., 2006. Susze rolnicze. Zarys problematyki oraz monitorowania i klasyfikacji. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie 17, 1–107.
- Łyszczarz R., 2008. Zwalczenie chwastów w nowych zasiewach po renowacji niskoplennych trwałych użytków zielonych. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 35/36, 212–216.

- Łyszczarz R., Suś R., Dembek R., Zimmer-Grajewska M., Kornacki P., 2010. Renowacja łąk trwałych położonych na glebach torfowo-murszowych. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 10(4), 129–148.
- Łyszczarz R., Dembek R., Suś R., Zimmer-Grajewska M., 2012. Możliwości odtworzenia i utrzymania korzystnego potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Dolinie Kanału Bydgoskiego. *Łąkarstwo w Polsce* 15, 141–154.
- Prokopowicz J., Kowalczyk J., 2007. Różnice w plonowaniu łąk i pastwisk na glebach torfowych w doświadczeniach łąkarskich i w skali produkcyjnej. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 7 (1), 159–170.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2013. GUS, Warszawa 2014.
- Roguski W., 1961. Zagospodarowanie łąk w dolinie Kanału Bydgoskiego w świetle badań i doświadczeń przeprowadzonych w latach 1948–1952. *Rocz. Nauk Rol.*, F 74, 4, 581–672.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 lipca 2004 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na wspieranie przedsięwzięć rolnośrodowiskowych. *DZ.U. RP* 2004 r. nr 174, poz. 1809.
- Staniak M., 2013. Reakcja wybranych gatunków i odmian traw pastewnych na niedobór wody w glebie. *IUNG-PIB Puławy, Mon. i Roz. Nauk.* 38, 1–217.
- Szajda J., Olszta W., Grzywna A., 2006. Optymalna głębokość wody gruntowej w glebach murszowych zapewniająca duże uwilgotnienie warstwy korzeniowej łąki. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 6, 2 (18), 359–372.
- Vinczeffly I., 1984. The effect of some ecological factors on grass yields. *Proc. of the 10th Gen. Meet. of Europ. Grassld. Fed.*, Ås, Norwegia, 76–79.

EFFECTIVENESS OF FERTILIZATION OF PERMANENT GRASSLAND ON THE POST-BOG SOILS IN THE BYDGOSZCZ CANAL VALLEY

Summary. The experiments were carried out in 2005–2013 on the renovated permanent grassland in the valley of the Bydgoszcz Canal. The aim of the study was the evaluation of differentiated levels of fertilization on the yields of grassland under conditions of high variability of rainfall. The one-factorial experiment included the following treatments: 1 – control (without fertilization); 2 – fertilization PK ($P - 52.3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $K - 66,4 + 58,1 = 124.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); 3 – fertilization N_1PK ($N - 30 + 30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $P - 52.3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $K - 66,4 + 58.1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); 4 – fertilization N_2PK ($N - 60 + 60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $P - 52.3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $K - 66,4 + 58.1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). In order to link closely those experiments with the practice, all the works were conducted with machines used in the farm and on a large areas (1000–1300 m²); larger areas on external replications. The experiment – with significantly darker coloration of four non-fertilized areas – is visible satellite photo on from a great height (photo 1), with the dominance of coarse hairgrass (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.) and dicotyledonous species.

Meadow lands in the valley of the Bydgoszcz Canal – evaluated with the use of Vinczeffly climate index – were characterized by considerable deficiency of precipitation and they are localized in the drought zone. During the period of the study the drought has deepened to a severe drought. The natural productivity of post-bog meadows is at a level of about 2 t·ha⁻¹ of DM. This level is achieved on the restored meadows already in three years after the cessation of fertilization. Fertilization with PK was the most effective (2.7 times more than on control – without fertilization). Nitrogen fertilization was considerably less effective (Only 7% as compared to PK). Rainfall amounts in the vegetation period had a beneficial effect

on the increase in the level of ground water ($R^2 = 0.8012$), as well as on the yields of meadow, but without significant values of Pearson correlation coefficients (r from 0.204 on the control to $r = 0.503$ on N_1PK). Larger amounts of precipitation in the winter season reduced the yields at all levels of fertilization, and correlation coefficients ranged from -0.637 for control plot to -0.742 for N_1PK .

Key words: permanent grassland, yields, hydrothermal coefficients, correlation coefficients