

## WPŁYW NAWODNIENIA I WYSOKIEGO NAWOŻENIA NA PRODUKCYJNOŚĆ ZADARNIANEGO ZBOCZA

*Stanisław Grabarczyk*

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin WSR, Olsztyn

W północno-wschodniej części Polski, przyjętym sposobem zagospodarowania bardziej stromych stoków i pagórków morenowych, jest trwałe zadarnienie z przeznaczeniem na pastwiska. Unika się przez to uciążliwej uprawy płużnej w warunkach zróżnicowanej rzeźby, a ponadto chroni glebę przed erozją wodną i uprawową [11, 19]. Są to pozytywne strony zadarnienia stoków. Do ujemnych należałoby zaliczyć przede wszystkim niską na ogół wydajność. Wystarczy stwierdzić, iż w 1967 r. średnio w województwie olsztyńskim przypadło w PGR zaledwie 114 sztuk krów i jałówek (powyżej roku) na 100 ha pastwisk [5]. Przyczyny tego są różne. Do ważniejszych można jednak zaliczyć niskie nawożenie, okresowe deficyty wodne i brak racjonalnego użytkowania.

W warunkach klimatu olsztyńskiego deficyty opadów dla trwałych użytków zielonych są niewątpliwie mniejsze niż w środkowej części Polski. Na zboczach pagórków pogłębia je jednak niski poziom wód gruntowych, które na ogół nie mają wpływu na poprawę uwilgotnienia warstwy gleby w zasięgu korzeni roślin. Z tego względu zazwyczaj w ślad za suszą atmosferyczną postępuje susza glebowa, a jej skutki są tym dotkliwsze im gleba posiada niższą połowę pojemność wodną.

Możliwości nawadniania omawianych użytków są w tym regionie duże, a to z uwagi na liczne rzeki i zbiorniki wodne. Być może bardziej celowe byłoby zatem wykorzystywanie tych wód na miejscu niż przrucanie ich do innych odległych regionów, jeśli nawet są tam większe deficyty opadów. Zachodzi jednak potrzeba przeprowadzania odpowiednich doświadczeń nad efektami i sposobem nawadniania najpierw w ściślejszych doświadczeniach polowych, a następnie w skali półtechnicznej.

W niniejszej pracy zostaną omówione wyniki pierwszego ścisłego doświadczenia, jakie zostało przeprowadzone w tym regionie na temat nawadniania zadarnionego zbocza na tle różnych poziomów nawożenia.

## OPIS DOŚWIADCZEŃ I METODY BADAŃ

Doświadczenia zlokalizowano w RZD Posorty WSR w Olsztynie na stoku pagórka morenowego w pobliżu jeziora Stary Dwór. Badania przeprowadzono w latach 1963—1966.

Obiekty doświadczenia:

- 1 — bez nawadniania, bez nawożenia,
- 2 — bez nawadniania, nawożenie NPK,
- 3 — bez nawadniania, nawożenie 2NPK,
- 4 — nawadnianie stokowe, bez nawożenia,
- 5 — nawadnianie stokowe, nawożenie NPK,
- 6 — nawadnianie stokowe, nawożenie 2NPK.

Powtórzenia 4, układ zrównoważony, powierzchnia poletek do zbioru 300 m<sup>2</sup> (5 m × 60 m) z tym, że dzielono je według stref agroekologicznych na trzy części: górną, środkową i dolną (po 1 arze).

Nawożenie NPK (pojedyncza dawka) wynosiło w czystym składniku: N — 100 kg/ha (40 kg wiosną, 40 kg po pierwszym pokosie i 20 kg po drugim); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 50 kg/ha (wiosną); K<sub>2</sub>O — 80 kg/ha (40 kg wiosną i 40 kg po pierwszym pokosie). Wszystkie poletka zostały jesienią 1963 r. zwapnowane w ilości 15 q/ha CaO.

Wodę dostarczano na szczyt pagórka pompą przenośną (100 M-P-12) i rurociągiem azbestowo-cementowym o średnicy 15 cm z pobliskiego jeziora. Wysokość tłoczenia wynosiła ok. 8 m. Na najwyższym punkcie zainstalowano wodomierz, od którego rozprowadzano wodę na każde poletko oddzielnie systemem odprowadzalników i bruzd rozlewowych.

Jednorazowa dawka wody wynosiła w r. 1963 ok. 40 mm, a w latach pozostałych — 50 mm. Terminy nawadniania ustalano w zależności od warunków pogody, nie dopuszczając jednocześnie do zbytowego przesuszenia wierzchniej warstwy roli i więdnienia koniczyn jako roślin wskaźnikowych. Objawy straty turgoru obserwowano u nich najwcześniej. Łączna dawka wody wynosiła w 1963 r. ok. 240 mm, w 1964 r. — 200 mm, w 1965 r. — 100 mm i w 1966 r. — 150 mm.

## NATURALNE WARUNKI OBIEKTÓW

**Topografia i rzeźba.** Względna wysokość pagórka morenowego, na którego skłonie zlokalizowano doświadczenie wynosiła w stosunku do przyległego bagna 12 m, a jeziora — 8 m. Zbocze miało różny profil; od wypukłego na powtórzeniu pierwszym, poprzez prosty w środkowej części doświadczenia, do wklęsłego w ostatnim powtórzeniu. Długość stoku od wododziału do bagna wynosiła przeciętnie 75 m, z tym że eksperymentem objęto pas szerokości 60 m. Spadek zbocza w tym pasie wynosił przeciętnie ok. 15‰. W wydzielonych strefach kształtował się on średnio: górna — 12‰, środkowa — 17‰, dolna — 14‰. Warunki odpływu wód powierzchniowych i gruntowych były dogodne,

ponieważ zbocze w dolnej części kończyło się skarpą o wysokości 1–1,5 m w stosunku do mokradła. Pagórek otoczony był jeziorem, bagnem i pasem zadrzewień. Sąsiedztwo to wespół z północno-zachodnią wystawą zbocza powodowało zmniejszanie zdolności ewaporacyjnej powietrza nad poletkami w porównaniu do terenów otwartych [6].

**Gleba.** Glebę na polu doświadczalnym zakwalifikowano do typu brunatnego, kwaśnego. Według wykonanych analiz i wierceń była ona dość silnie zróżnicowana pod względem składu mechanicznego. Pierwsze powtórzenie oraz część nawadniana drugiego, a także podnóże w pozostałych powtórzeniach posiadały gleby bardzo lekkie i lekkie wytworzone z drobnoziarnistych piasków gliniasto-pylastych na utworach pyłowych (IV i V klasa bonitacyjna). Na pozostałym obszarze występowały gleby wytworzone z glin lekkich i utworów pyłowych na piaskach pylastych (klasa R IIIb). Obiekty nawadniane miały nieco gorszą glebę. Miąższość poziomu  $A_1$  wahała się przeciętnie od 23 do 35 cm, w zależności od składu mechanicznego i położenia w rzeźbie. Spływanie warstwy próchnicznej na większych spadkach było na ogół nieznaczne, co należy tłumaczyć długotrwałym zadarnieniem stoku. Duża zmienność glebowa jest typową cechą falistych terenów Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego [10, 19].

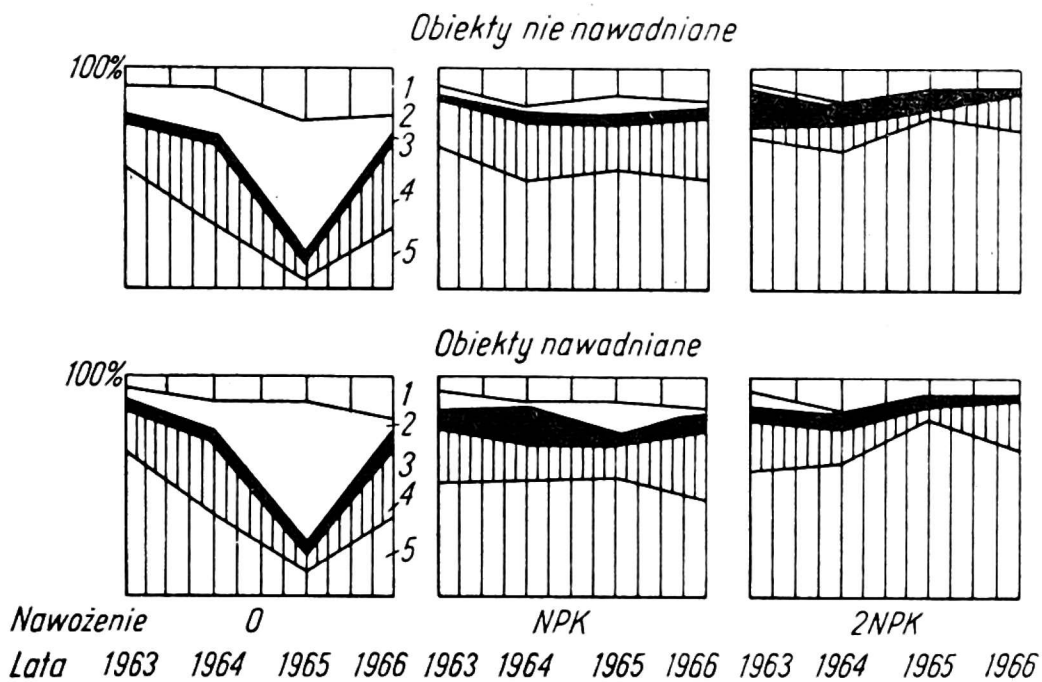
**Warunki klimatyczne.** W kolejnych latach doświadczenia warunki klimatyczne ulegały silnym zmianom. Rok 1963 cechował się stosunkowo niskimi opadami (277 mm za okres IV–IX) i najwyższymi w 18-leciu temperaturami powietrza w okresie wegetacji. Następny z kolei rok badań (1964) okazał się nieco chłodniejszy od poprzedniego, ale opady były jeszcze niższe (IV–IX — 234 mm). Natomiast okres wegetacji w 1965 r. był najzimniejszym okresem w 18-leciu i cechował się opadami zbliżonymi do średnich z wielolecia. Z ogólnej sumy opadów wynoszącej 422 mm za okres IV–IX, aż 100 mm przypadało na ostatnią dekadę sierpnia. Potrzeby wodne roślin zaspokojone były najpełniej w 1966 r. Opady za okres wegetacji (IV–IX) wynosiły wówczas 494 mm i wyraźnie przewyższały w niektórych miesiącach zdolność ewaporacyjną powietrza. Duże różnice opadów pomiędzy kolejnymi latami badań stworzyły dogodne warunki do śledzenia ich wpływu na efekty nawadniania.

## WYNIKI BADAŃ

### Skład botaniczny darni

Zbocze, na którym założono doświadczenie, obsiane zostało w 1952 r. mieszanką traw i motylkowatych. Od tego czasu użytkowano je kośnie, z tym że czasem drugiego pokosu nie sprzątano, lecz wypalano w okresie wczesnej wiosny. W wyniku takiego użytkowania ustalił się skład

botaniczny, w którym na glebie zwięźlejszej dominowała kupkówka (*Dactylis glomerata*), a na słabszej kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*). Przeciętny dla wszystkich obiektów doświadczenia skład botaniczny



Rys. 1. Skład botaniczny pierwszego pokosu w % zielonej masy. 1 — chwasty, 2 — motylkowe, 3 — inne trawy, 4 — kostrzewa czerwona, 5 — kupkówka pospolita

zielonej masy pierwszego pokosu w 1963 r. przedstawiał się następująco: Kupkówka — 60%, kostrzewa czerwona — 23%, motylkowate — 7%, zioła i chwasty — 6%. (rys. 1). Resztę (ok. 4% zielonej masy) stanowiły

Plonowanie obiektów doświadczenia na zadarnionym stoku

Obiekty wodne	Nawożenie	1963				1964			
		strefy			średnio	strefy			średnio
		górna	środkowa	dolna		górna	środkowa	dolna	
Bez nawadniania	0	41,6	38,5	29,8	36,6	32,1	21,2	15,4	22,9
	NPK	70,2	64,6	63,6	66,1	48,3	40,1	44,0	44,1
	2NPK	99,4	101,2	96,3	98,9	74,8	70,8	74,8	73,4
	średnio	70,4	68,1	63,2	67,2	51,7	44,0	44,7	46,8
Nawadniane	0	58,0	53,7	40,3	50,7	44,6	42,4	32,0	39,6
	NPK	91,5	86,0	75,1	84,2	73,6	65,0	54,3	64,3
	2NPK	115,2	118,9	119,1	117,8	95,0	100,0	106,4	100,5
	średnio	88,2	86,2	78,2	84,2	71,1	69,1	64,2	68,1
Średnio	0	49,8	46,1	35,0	43,6	38,6	31,8	23,7	31,3
	NPK	80,8	75,3	69,3	75,1	61,0	52,5	49,1	54,2
	2NPK	107,3	110,0	107,8	108,4	85,0	85,4	90,6	86,9
	średnio	79,3	77,1	70,7	75,7	61,4	56,6	54,8	57,5



trawy różne, głównie kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*) tymotka łąkowa (*Phleum pratense*), a w grupie ziół i chwastów — mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*) i krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*).

Nawadnianie nie wywołało wyraźniejszych zmian w opisanym składzie botanicznym darni. Istotny wpływ miało natomiast nawożenie i lokalizacja poletek w rzeźbie terenu. Największe zmiany w składzie botanicznym pod wpływem nawożenia zanotowano w r. 1965. Na obiektach kontrolnych wystąpił wówczas bardzo silny wzrost udziału motylkowatych, przede wszystkim koniczyny szwedzkiej. Stanowiła ona podstawową masę pierwszego pokosu, w którym na zwięźlejszej glebie dochodziła do 90%. Plon siana tego pokosu na poletkach bez nawożenia wynosił 40,0 q/ha. Był on wyższy niż przy dawce NPK i prawie równy obiektom 2NPK. Należy zaznaczyć, że wobec przewagi wolniej rozwijającej się koniczyny szwedzkiej pierwszy pokos na obiektach zerowych sprzątano wtedy o 2 tygodnie później niż nawożonych. Drugi pokos koniczyny był jednak bardzo słaby, a podczas zimy 1965/66 r. wyginęła ona prawie zupełnie. Wzrost udziału motylkowatych na obiektach kontrolnych odbył się kosztem kupkówki i kostrzewy czerwonej.

Ogólnie biorąc można stwierdzić, iż brak nawożenia sprzyjał rozwojowi roślin motylkowatych, chwastów i zmniejszyła ilość kupkówki. Nawożenie dawką NPK stosunkowo najmniej zmieniało wyjściowy skład botaniczny. Podwojenie tej dawki przyniosło już w drugim roku doświadczenia praktycznie całkowite ustąpienie motylkowatych, zmniejsze-

Tabela 1

w q/ha (siano o zawartości 15% wody)

1965				1966				średnio			
strefy				strefy				strefy			
górna	środkowa	dolna	średnio	górna	środkowa	dolna	średnio	górna	środkowa	dolna	średnio
47,2	36,2	25,8	36,4	39,3	44,3	41,5	41,7	40,0	35,0	28,1	34,4
61,9	47,9	41,7	50,5	80,4	79,8	82,1	80,7	65,2	58,1	57,8	60,4
85,1	82,8	77,4	81,8	96,7	95,5	99,2	97,2	89,0	87,6	86,9	87,8
64,7	55,6	48,3	56,2	72,1	73,2	74,3	73,2	64,7	60,2	57,6	60,9
62,1	52,2	40,6	51,6	46,7	50,7	47,7	48,3	52,8	49,8	40,2	47,6
68,4	66,9	54,6	63,3	86,2	84,6	81,0	83,9	79,9	75,6	66,2	73,9
90,2	84,4	79,0	84,5	96,4	113,0	99,3	102,9	99,2	104,1	101,0	101,4
73,6	67,8	58,1	66,5	76,4	82,8	76,0	78,4	77,3	76,5	69,1	74,3
54,6	44,2	33,2	44,0	43,0	47,5	44,6	45,0	46,4	42,4	34,1	41,0
65,2	67,4	48,2	56,9	83,3	82,2	81,5	82,3	72,6	66,8	62,0	67,1
87,6	83,6	78,2	83,1	96,6	104,2	99,2	100,0	94,1	95,8	94,0	94,6
69,1	61,7	53,2	61,3	74,3	78,0	75,1	75,8	71,0	68,4	63,4	67,6

Tabela 2

## Analiza zmienności plonów siana

Zmienność	Stopień swobody	F tabelaryczne		1963		1964		1965		1966	
		P = 0,05	P = 0,01	średni kwadrat	F obliczone	średni kwadrat	F obliczone	średni kwadrat	F obliczone	średni kwadrat	F obliczone
Ogólna	71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Powtórzeń	4	—	—	892—S <sub>2</sub>	—	1160	—	853	—	381	—
Stref	2	5,14	10,92	471—S <sub>3</sub>	$\frac{S_3}{S_4} = 6,3$	315	2,3	1528	5,3	92	1,74
Błąd I	6	—	—	73,7—S <sub>4</sub>	—	137	—	289	—	53	—
Nawadniania	1	10,13	34,12	5229—S <sub>5</sub>	$\frac{S_5}{S_6} = 91,7$	163	53,7	1901	380	487	13,6
Błąd II	3	—	—	57—S <sub>6</sub>	—	152	—	5	—	37	—
Stref × nawadniania	2	—	—	19,5—S <sub>7</sub>	$\frac{S_7}{S_8} = 0,6$	58	0,69	185	0,4	96	0,81
Błąd III	6	—	—	31,3—S <sub>8</sub>	—	83	—	41	—	118	—
Nawożenia	2	3,89	6,93	25231—S <sub>9</sub>	$\frac{S_9}{S_{10}} = 187$	18802	142	9545	578	18933	172
Nawadniania × nawożenia	2	3,89	6,93	40—S <sub>10</sub>	$\frac{S_{10}}{S_{11}} = 0,3$	162	12,0	262	1,6	20	0,18
Błąd IV	12	—	—	134,7—S <sub>11</sub>	—	131	—	165	—	110	—
Stref × nawożenia	4	2,28	4,22	146—S <sub>12</sub>	$\frac{S_{12}}{S_{14}} = 13$	249	11,8	74	1,6	34	2,0
Stref × nawadniania × nawożenia	4	2,28	4,22	40—S <sub>13</sub>	$\frac{S_{13}}{S_{14}} = 3,57$	110	5,2	35	0,7	69	2,8
Błąd V	24	—	—	11,2—S <sub>14</sub>	—	21	—	47	—	17	—

nie zachwaszczenia i wzrost ilości kupkówki nawet do 81% zielonej masy (1965 r.). Szczególnie w dużym nasileniu występowała ona na poletkach nie nawadnianych z podwójną dawką nawozów.

Na wydzielonych strefach agroekologicznych poszczególne gatunki i grupy roślin w zielonej masie pierwszego pokosu występowały w różnym nasileniu. Na strefie górnej stosunkowo najwięcej było kupkówki i motylkowatych, na strefie dolnej — kostrzewy czerwonej i chwastów. Obraz ten w czasie trwania doświadczenia nie uległ większym zmianom.

Przyczyną na ogół dużej stabilności składu botanicznego było dobre dostosowanie roślin do suchych warunków siedliska. Uwidocznilo się to w znacznym udziale głęboko korzeniacej się kupkówki, kserylnej kostrzewy czerwonej oraz chwastów i ziół o korzeniach palowych.

### Plony

W doświadczalnictwie polowym nie jest najważniejsza bezwzględna wysokość plonów, lecz ich zróżnicowanie pod wpływem badanych czynników. Bezwzględna wydajność obiektów kontrolnych jest jednak istotna, gdyż wskazuje poziom, od którego obliczane są ewentualne przyrosty plonów. W naszym przypadku plony siana obiektu bez nawożenia i bez nawadniania były, jak na opisane warunki siedliska, stosunkowo wysokie. Średnio za 4 lata wynosiły one 34,4 q/ha, przy czym z biegiem lat nie obserwowano spadku wydajności (tab. 1). Naturalnie można to było otrzymać tylko w warunkach doświadczenia, jako rezultat niskiego wykaszania roślin i starannego zbioru. W skali produkcyjnej wydajność zmniejszyłaby się prawdopodobnie o połowę, ponieważ maszynowy sprzęt niektórych pokosów byłby wręcz niemożliwy, a ponadto całkowicie nieopłacalny. Przeciętny plon siana wszystkich obiektów bez nawadniania był również stosunkowo wysoki. Średnio za 4 lata wynosił on 60,9 q/ha z wahaniami od 46,8 q/ha (1964 r.) do 73,2 q/ha (1966 r.) w zależności od warunków pogody.

### Nawadnianie

Nawadnianie powodowało statystycznie udowodnione zróżnicowanie plonów (tab. 2) lecz na ogół nieduże przyrosty plonów siana. Przyrosty te liczone dla wszystkich obiektów, przez wszystkie lata wynosiły średnio tylko 13,4 q/ha. Efekty nawadniania były przy tym w poszczególnych latach różne i ściśle uzależnione od omawianych uprzednio opadów. Oczywiście była to zależność odwrotnie proporcjonalna, co oznacza, iż w miarę zwiększania się opadów za okres wegetacji przyrosty plonów pod wpływem nawadniania ulegały zmniejszaniu (tab. 3). Zależność ta wyraża się dla podanych przyrostów plonów i opadów wysokim ujem-

nym współczynnikiem korelacji ( $r = -0,99$ ) i następującym równaniem regresji:

$$\Delta Q = 34 - 0,058 P \pm 1$$

gdzie:  $\Delta Q$  – przyrost plonów siana w q/ha pod wpływem nawadniania;  
 $P$  – opady za okres wegetacji (IV–IX) w mm.

Podana zależność dotyczy opadów za okres wegetacji w przedziale 230–500 mm oraz warunków siedliskowych i roślinności doświadczenia. W innych przypadkach parametry równania mogą okazać się cał-

Tabela 3

Opady za okres wegetacji (IV–IX), a przyrosty plonów siana pod wpływem nawadniania

Rok	Opady (IV–IX) w mm	Przyrost plonów siana na obiektach nawadnianych w q/ha
1963	277	17,0
1964	234	21,3
1965	422	10,3
1966	494	5,2

kowicie odmienne. Szczególnie dużą rolę w reakcji na nawadnianie należałoby przypisać roślinności. Po zmianie składu botanicznego darni drogą ponownego obsiewu obiektów doświadczenia uzyskano bowiem w 1968 r. pod wpływem nawadniania wyższą plonów siana w wysokości 30 q/ha. Opady za okres wegetacji wynosiły wówczas 257 mm, a zatem były wyższe niż w 1964 r. Omawiane dotąd liczby dotyczą średnich plonów z kombinacji nawozowych i stref agroekologicznych, a zatem przeciętnych warunków doświadczenia. Zagadnienie przyrostów plonów pod wpływem nawadniania, na obiektach o różnym poziomie nawożenia omówione zostanie w dalszej części pracy. W tym miejscu jednak zaznaczyć należy, że najsilniejszą reakcję na nawadnianie obserwowano z reguły w strefie środkowej, co świadczyłoby iż tam właśnie deficyty wodne były najwyższe. Według średnich danych za czterolecie, otrzymano tam przeciętny wzrost wydajności o 16,3 q/ha, podczas gdy na górnej strefie wynosił on 12,6 q/ha, a na dolnej już tylko 11,5 q/ha. Strefa środkowa posiadała najwyższy spadek, większą od przeciętnej zawartość próchnicy w glebie, pośrednią zawartość przyswajalnego fosforu i najniższą przyswajalnego potasu [6].

### N a w o ż e n i e

Większy wpływ na plonowanie obiektów miało nawożenie niż nawadnianie. Dawka nawozów 230 kg czystego składnika na hektar (100 kg  $P_2O_5$ , 80 kg  $K_2O$ ) zwiększyła średni plon za 4-letnie o 26,1 q/ha



a jej podwojenie przyniosło wzrost wydajności przeciętnie o 53,6 q/ha. Ekwiwalent wydajności siana za 1 kg czystego składnika był niezależny od wysokości dawki NPK, gdyż wyrażał się zwykłą plonów odpowiednio o 11,3 i 11,6 kg/ha. Efektywność nawożenia w porównaniu z danymi z literatury można by w zasadzie uznać za zadowalającą, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę duży udział w dawkach składników  $K_2O$  i  $P_2O_5$ . Według Kerna [7] nawożenie fosforowo-potasowe wpływa w znikomym stopniu na plonowanie tego rodzaju użytków. Główne efekty daje azot, co w dalszym badaniu zostanie bardziej uwzględnione. W latach 1963, 1964, 1965 lepsze wyniki z 1 kg czystego składnika otrzymano przy podwójnej dawce nawozów. W ostatnim 1966 r. proporcje odwróciły się na korzyść dawki pojedynczej. Małą efektywność dawki większej zaobserwowano wówczas w drugim pokosie przy bardzo dużych nadmiarach opadów. Być może spowodowały one częściowe wypłukanie azotu w głąb profilu glebowego.

Reakcja roślin na nawożenie według stref rzeźby układała się odwrotnie do naturalnej ich żyzności wyrażonej w plonach obiektów kontrolnych. Najwyższe przyrosty plonów otrzymano na najslabszej glebowo strefie dolnej, a najniższe na stosunkowo zwięźlejszej górnej części stoku. Plony siana z obiektów bez nawożenia wynosiły na tych strefach odpowiednio 34,1 i 46,4 q/ha, natomiast przy nawożeniu podwójnym (2NPK) — 94 i 94,1 q/ha. Zastosowane bardzo wysokie nawożenie (460 kg czystego składnika na 1 ha) wyrównało zatem produktywność stref agroekologicznych do jednego poziomu, co wg Niewiadomskiego [10] jest jednym z głównych celów agrotechniki w terenie urzeźbionym.

Najlepsze efekty nawozowe uzyskano w pierwszym roku badań (1963) charakteryzującym się wczesnym rozpoczęciem wegetacji i stosunkowo wysokimi temperaturami powietrza w okresie lata. Najslabsze działanie nawozów zaobserwowano w 1965 r., charakteryzującym się opóźnioną wiosną i dość chłodnym latem. Ciepło mogło okazać się czynnikiem warunkującym bujniejszy wzrost roślin. W tym samym bowiem roku plony obiektów bez nawożenia kształtowały się powyżej przeciętnych za 4 lata.

### Współdziałanie nawadniania i nawożenia

Współdziałanie tych czynników wyraźnie zarysowane w badaniach Dzieżyca i w pracach innych autorów nad nawadnianiem roślin jednorocznych [2, 3, 8] oraz w niektórych doświadczeniach na użytkach zielonych [1, 14, 16, 17], w naszym przypadku zostało statystycznie udowodnione tylko w 1964 r. (tab. 2). Jak już podkreślono, w roku tym rośliny najmocniej reagowały na nawadnianie. Pod wpływem tego zabiegu otrzymano wtedy następujące średnie przyrosty plonów siana:

na obiekcie bez nawożenia — 16,7 q/ha, przy dawce NPK — 20,2 q/ha i na tle podwojonej dawki nawozów 2NPK — 27,1 q oraz na strefie dolnej aż 31,6 q/ha. Ostatnia z liczb jest największym przyrostem plonów pod wpływem nawadniania podczas 4-letniego doświadczenia. Dla odmiany w 1965 r. stwierdzono na ogół ujemne współdziałanie omawianych czynników. Przyczyniło się do tego przypuszczalnie wysokie plonowanie obiektu nawadnianego bez nawożenia (51,6 q/ha) oraz wymycie do głębszych warstw azotu danego pod drugi i trzeci pokos. Po nawadnianiu spadły w owym czasie bardzo wysokie deszcze (138 mm w sierpniu).

### DYSKUSJA

Przyrosty plonów siana otrzymane pod wpływem nawadniania okazały się nieco niższe niż średnie z doświadczeń krajowych przeprowadzonych na ten temat przez różnych autorów [1, 4, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18]. Tłumaczyć to należy przede wszystkim wilgotniejszym na ogół klimatem północno-wschodniej części Polski. Ścisłejsze porównania są jednak utrudnione z uwagi na odmienną technikę nawadniania i różne warunki topograficzno-glebowe, w jakich przeprowadzano dotychczasowe eksperymenty. Warto podkreślić, że dotąd wykonano ich w Polsce niewspółmiernie mało w stosunku do sum łożonych na tego rodzaju melioracje.

Porównując działanie czynników doświadczenia można stwierdzić, iż nawożenie okazało się znacznie skuteczniejsze w podnoszeniu wydajności niż nawadnianie, a ponadto silniej modyfikowało skład chemiczny siana i zasobność gleby w składniki pokarmowe [6]. Nawadnianie zwiększyło bowiem plony siana tylko o 13,4 q/ha, natomiast nawożenie dawką NPK o 26,1 q/ha, zaś dawką 2NPK aż o 53,6 q/ha. Nawożenie nie we wszystkich jednak przypadkach było czynnikiem w pełni pozytywnym. Przy wysokich dawkach powodowało ono bowiem całkowite wyparcie z runi roślin motylkowatych. Niezależnie jednak od tego, przy obecnym poziomie naszego rolnictwa, pierwszeństwo w podnoszeniu wydajności należy przyznać nawożeniu, a nie nawadnianiu. W tym właśnie kierunku winna iść polityka gospodarcza. Nawadnianie należałoby wprowadzać tylko w tych gospodarstwach, w których wyczerpano już możliwości podnoszenia wydajności użytków zielonych drogą nawożenia i racjonalnego użytkowania. Niewątpliwie najkorzystniejszym układem byłoby jednoczesne stosowanie obu czynników, ale z takim doбором składników nawożenia, by nie eliminowało ono cennych roślin motylkowatych. Prawdopodobnie przy mniej odpornym na suchsze warunki siedliskowe składzie botanicznym oraz na wystawach południowych wpływ nawadniania na plony może okazać się równy lub wyższy od wpływu nawożenia.

Za stosowaniem nawożenia w pierwszej kolejności przed nawadnianiem przemawiają również względy ekonomiczne. Z przybliżonych obliczeń wynika, że każda złotówka włożona w nawożenie przynosiła ok. 2 zł w postaci zwiększonej wydajności siana (bez dodatkowych kosztów sprzętu). Natomiast wzrost plonów pod wpływem nawadniania nie pokrywał w pełni amortyzacji i kosztów eksploatacji wynoszących średnio rocznie ok. 1400 zł/ha. Ostatnie obliczenia oparto na rzeczywistych kosztach tego zabiegu dla położonego na tym stoku łąnu (powierzchnia 0,75 ha), przyjmując średnie zwyczajki plonów z doświadczenia ścisłego. Koszt zakupu pompy i instalacji rurociągu rozłożono na 10 ha, trwałość inwestycji oszacowano na lat 10. Niewątpliwie w wypadku pastwiskowego użytkowania, kalkulacja ekonomiczna wypadłaby o wiele korzystniej. Nawadniania zapobiegały bowiem zahamowaniu odrostu w okresach posuchy, co w organizacji letniego żywienia bydła może mieć niebagatelne znaczenie.

#### WNIOSKI

1. Nawadnianie stokowe zadarnionego zbocza o glebie III—IV klasy bonitacyjnej (zmiennosc) spowodowało statystycznie udowodniony (tab. 2) przeciętny za 4 lata (1963—1966) wzrost plonów siana o 13,4 q/ha. Przyrosty plonów w poszczególnych latach były ściśle i ujemnie skorelowane ( $r = -0,99$ ) z sumami opadów za okres wegetacji, co wyrażono równaniem regresji

$$\Delta Q = 34 - 0,058 P \pm 1$$

gdzie  $\Delta Q$  — przyrost plonów siana w q/ha pod wpływem stokowego nawadniania;

$P$  — opady za okres wegetacji (IV — IX) w mm.

2. Nawożenie zbocza okazało się czynnikiem bardziej skutecznym w podnoszeniu wydajności niż nawadnianie. Pojedyncza dawka nawozów (100 kg N, 50 kg  $P_2O_5$  i 80 kg  $K_2O$  na 1 ha) zwiększyła plon siana o 26,1 q/ha. Jej podwojenie przyniosło w efekcie wzrost plonów aż o 53,6 q/ha. Ekwiwalent siana za 1 kg czystego składnika był taki sam przy obydwóch poziomach nawożenia, gdyż wyrażał się zwyczajką plonów odpowiednio o 11,3 i 11,6 kg/ha. Reakcja roślin na nawożenie układała się odwrotnie do naturalnej żyzności gleby wyrażonej w plonach obiektów kontrolnych. Pod wpływem podwojonej dawki nawozów nastąpiło przy tym prawie idealne wyrównanie produktywności wydzielonych stref agroekologicznych stoku (górną, środkową i dolną).

3. Skład botaniczny darni nie uległ istotniejszym zmianom pod wpływem nawadniania. Modyfikowało go natomiast dość silnie nawożenie. Na obiektach kontrolnych (bez nawożenia) występowało stosunkowo więcej roślin motylkowatych, kostrzewy czerwonej i chwastów. Nawożenie

NPK (dawka pojedyncza) najmniej zmieniało wyjściowy skład botaniczny runi, ale ograniczało do minimum ilość roślin motylkowatych. Pod wpływem podwojonej dawki nawozów (w tym N — 200 kg/ha) rośliny te wyginęły prawie całkowicie już w drugim roku doświadczenia. Zmniejszyło się również zachwaszczenie, natomiast ilość kupkówki wzrosła do 81% zielonej masy pierwszego pokosu.

4. Udowodnioną statystycznie dodatnią interakcją nawadniania i nawożenia w plonowaniu obiektów otrzymano tylko w najsuchszym roku badań (1964). W pozostałych latach zaznaczała się ona słabo, bądź też była ujemna (1965). Wydajność obiektu nawadnianego, o intensywnym nawożeniu (2NPK) była przy tym — jak na stoki — bardzo wysoka, ponieważ wynosiła średnio aż 101,4 q siana.

#### LITERATURA

1. Drupka S., Gruszka J., Wiad. melior., 8 (1967).
2. Dzieżyc J., Trybała M., Zesz. probl. Post. Nauk rol., 59b (1961).
3. Dzieżyc J., Rojek St., Roczn. Nauk rol., Ser. F, 76 (1967).
4. Frąckowiak J., Prz. hod., 35, 17 (1966).
5. Główny Urząd Statystyczny, Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i zwierzęta gospodarskie, Warszawa (1968).
6. Grabarczyk S., Zesz. nauk. WSR, Olsztyn (1968).
7. Kern H., Zesz. nauk. WSR Olsztyn, 17, 2 (1964).
8. Muzyczkin E. T., Trudy Pocz. Inst. D., LV (1960).
9. Nazaruk M., Walczyna J., Wiad. Inst. Mel., 6, 1 (1966).
10. Niewiadomski W., Zesz. probl. Post. Nauk rol., 8 (1957).
11. Niewiadomski W., Grabarczyk S., Zesz. nauk. WSR Olsztyn, 14, 234 (1962).
12. Opaliński Cz., Międzyn. Czas. rol., (2 (1966).
13. Opaliński Cz., Roczn. Nauk rol., 76, 3 (1965)
14. Reiman B., Gosp. wod., 4 (1965).
15. Rusak S., Roczn. Nauk rol., Ser. F, 75,3 (1962).
16. Rytel Z., Nowe Rol., 13 (1966).
17. Szklarz W., Gosp. wod., 4 (1955).
18. Trzebińska M., Janus E., Zesz. nauk. WSR Wrocław Melior., 64 (1966).
19. Uggla H., Grabarczyk S., Mirowski i in., Roczn. glebozn., 18, 2 (1967).

#### STRESZCZENIE

W północno-wschodniej części Polski przyjętym sposobem zagospodarowania stromych zboczy jest trwałe zadarnienie. Na jednym z takich zboczy badano wpływ nawadniania stokowego na plony siana przy różnym poziomie nawożenia. Nawadnianie to zwiększyło plony siana średnio za 4 lata o 13,4 q/ha. Pojedyncza dawka NPK powodowała wzrost wydajności o 26,1 q siana/ha, zaś podwójna dawka (2NPK) — o 53,6 q/ha. Współdziałanie nawadniania z nawożeniem wystąpiło tylko w najsuchszym roku (1964). Wartość zwyżek plonów siana uzyskanych



nawadnianiem była zbliżona do kosztów tego zabiegu. Przyczyny na ogół niedużej reakcji plonów na nawadnianie były następujące: dostateczna ilość opadów w dwóch latach doświadczenia (1965 i 1966 r.) oraz dostosowany do suchszych warunków siedliska skład botaniczny darni. Przeważały w nim: *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale* i *Achillea millefolium*.

С. ГРАВАРЧЫК

## ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И ВЫСОКОГО УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗАДЕРНЕЛОГО СКЛОНА

### Резюме

В северо-восточной части Польши распространенным способом освоения крутых склонов является постоянное задернение. На одном из таких склонов исследовано влияние полива по полосам на урожаи сена при различном уровне удобрения. Орошение повысило урожаи сена в среднем за 4 года на 13,4 ц/га. Единичная доза NPK повышала урожай сена на 26,1 ц/га, а двойная доза (2NPK) — на 53,6 ц/га. Совместное влияние орошения и удобрения наблюдалось только в наиболее засушливом году (1964). Стоимость прибавки урожая сена, полученная при орошении, равнялась приблизительно стоимости этого мероприятия. Причины слабой, в основном, реакции урожайности на орошение были следующими: достаточное количество осадков в течение двух лет опыта (1965 и 1966), а также приспособленный к более засушливым условиям ботанический состав дерна. Преобладали в нём *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale* и *Achillea millefolium*.

## INFLUENCE DE L'IRRIGATION ET DE LA FERTILISATION ÉLEVÉE SUR LA PRODUCTIVITÉ DE LA PENTE GAZONNÉE

### Résumé

En partie nord-est de la Pologne, le gazonnement permanent est un procédé habituel pour l'utilisation des escarpements. Sur une telle côte, on a étudié l'influence de l'irrigation en pente sur des récoltes du foin, en variant le niveau de la fertilisation. L'irrigation a fait augmenter des récoltes moyennes de 13,4 q/ha pendant 4 ans. Une simple dose de NPK faisait augmenter le rendement de 26,1 q de foin par ha, et une double dose (2NPK) effectuait l'augmentation de 53,6 q par ha.

La coopération de l'irrigation et de la fertilisation ne s'est laissée observer qu'en année 1964, qui était la plus sèche. La valeur des surplus des récoltes du foin, dus à l'irrigation a égalé à peu près des frais de ce procédé.

Une réaction assez faible des récoltes à l'irrigation peut être expliquée par des raisons suivantes: la quantité suffisante des précipitations pendant deux années d'essais (1965—1966), ainsi que la composition botanique du gazon, qui était adapté aux conditions plus sèches de la site, avec la prépondérance de *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale* et *Achillea millefolium*.

## EINFLUSS DER BEWÄSSERUNG UND DER HÖHEREN DÜNGUNG AUF DIE PRODUKTIVITÄT DES BERASTEN ABHANG

### Zusammenfassung

Im nordöstlichen Teil Polens ist die dauernde Berasung ein übliches Bewirtschaftungsverfahren der steilen Abhänge. Auf einem solchen Abhang wurde der Einfluss der Abhangsbewässerung auf Heuerträge bei verschiedenem Düngungsniveau untersucht. Durch Bewässerung wurde die durchschnittliche Heuernte von 4 Jahren um 13,4 dz/ha erhöht. Mit der einzelnen NPK-gabe wurde die Leistungserhöhung von 26,1 dz/ha und mit der doppelten Gabe (2NPK) die von 53,6 dz/ha erzielt.

Die Zusammenwirkung der Bewässerung und der Düngung wurde nur im Jahre 1964 beobachtet, das am trockensten war. Der Wert der durch die Bewässerung erzielten Heumehrerträge war ungefähr gleich den Kosten dieses Verfahrens.

Die im allgemeinen schwache Reaktion der Erträge auf die Bewässerung ist auf folgende Ursachen zurückzuführen: die genügende Menge der Niederschläge in zwei Versuchsjahren (1965—1966) und die botanische Zusammensetzung des Rasen, die den trockeneren Bedingungen des Sitzes angepasst war und überwiegend aus *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale* und *Achillea millefolium* bestand.