ZESZYTY PROBLEMOWE
POSTĘPÓW NAUK ROLNICZYCH
Zeszyt 21

STUDIA NAD DOBOREM ROŚLIN UPRAWNYCH W ZAGOSPODAROWANIU GLEB LEKKICH NA STOKACH

W. NIEWIADOMSKI

Z Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin WSR Olsztyn

Gleby lekkie terenów pagórkowatych północnej Polski są szczególnie trudne do zagospodarowania. Wynika to ze stosunkowo wysokiej ich podatności na procesy stokowe (4, 6, 7, 9; fot. 1) oraz niższej żyzności w porównaniu do podobnych utworów powierzchni płaskich (osłabienie retencji gruntowej stoku przez spływ i zmyw powierzchniowy).

Pod zalesienia należy przeznaczać: stoki o dowolnych spadkach — jeśli tylko zalegają je gleby lekkie VI klasy użytkowej, bądź stromizny powyżej 25% — niezależnie od bonitacji gleby lekkiej. Trwałe zadarnienie zwykle zawodzi tu skutkiem okresowych głębszych deficytów wodnych gleb stokowych. W tych warunkach racjonalne zmianowanie o prawidłowym doborze roślin uprawnych nabiera szczególnego znaczenia.

W niniejszych studiach starano się naświetlić: charakter plonowania gleb lekkich położonych na stokach; różnice w plenności, reagowaniu na rzeźbę i zdolnościach do ochrony gleby przed zmywem — 12 typowych roślin uprawnych Pojezierza.

METODA

Przeprowadzono dwa rodzaje doświadczeń: terenowe i ścisłe polowe.

Doświadczenia terenowe — z przerwami obejmowały lata 1952—1958. Prowadzono je na 4 wysoczyznach typowych dla krainy pojeziernej. (Województwo olsztyńskie, powiaty: Olsztyn, Ostróda, Reszel). Na polach gospodarczych wycinano mikropoletka o pow. 1 m^2 (1 × 1 m), w 10 powtórzeniach dla każdego z trzech elementów rzeźby (grzbiet, stok, podnóże). Łącznie z każdej wysoczyzny sprzątano plony z 30 mikropoletek. Ten sposób prowadzenia doświadczeń terenowych okazał się bardzo praktyczny i dostatecznie ścisły.

Doświadczenie ścisłe — miało na celu pogłębienie badań terenowych. Obiektem obserwacji, od 1955 r. był stok jednej z wysoczyzn Gospodarstwa Doświadczalnego Posorty, WSR Olsztyn. Doświadczenie to, pomyślane jako wieloletnie, wymagało specjalnej metody założenia (2). Celem porównania 12 roślin uprawnych wysiewano je pasami (szer. 2,5 m) na stoku, od dołu ku górze, w trzech powtórzeniach

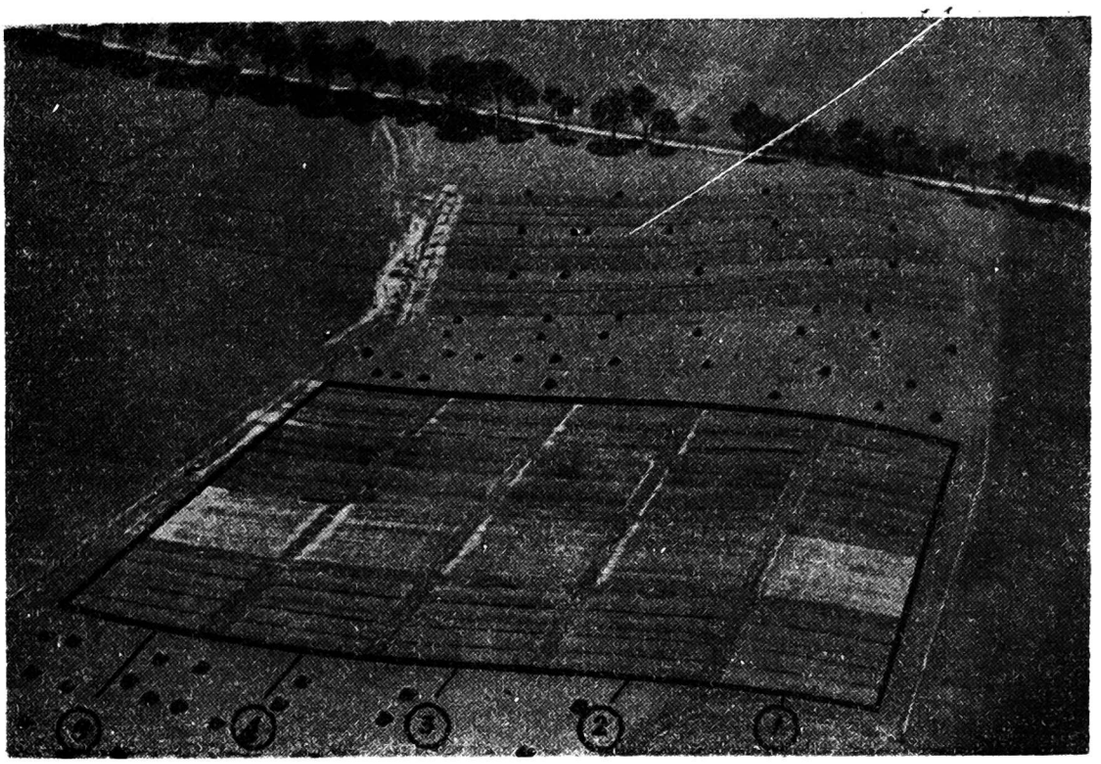
Fot. W. Niewiadomski

Fot. 1. Zmyw gleby lekkiej. Skutki nawalnego deszczu — 72 mm w ciągu 90 minut, dn. 10/VI 1957 r. — wieś Ruś, pow. Olsztyn

Aufn. 1. Abspülung des leichten Bodens. Folgen eines Starkregen — 72 mm binnen 90 Minuten am 10. VI. 1957 — Dorf Ruś, Kr. Olsztyn

rozmieszczonych losowo, po 3 rośliny — okopowe, jare, motylkowe i ozime — stanowiące trzy odmienne zmianowania. Prostopadle do kierunku spadu, a tym samym i siewu, stok przecięto 4 pasami zadarnionymi (chwytne) każdy szer. 3 m. Tym sposobem cały stok podzielono na 5 stref agroekologicznych: najwyższa, górna, środkowa, dolna i najniższa (fot. 2). Plony sprzątano z poletek o wymiarze 2,5 × 20,0 m = 50 m^2. Pasy chwytne górą umocniono bruzdami chłonnymi i grobelkami, by skuteczniej zabezpieczyły doświadczenie przed zniszczeniem ze strony erozji wodnej (fot. 3). Natężenie zmywów określano pomiarem długości, szerokości i głębokości żłobin formujących się pomimo zastosowania pasów chwytnych.

Badania polowo-laboratoryjne — obejmowały określenie: typologii gleb — odkrywkami, wierceniami i analizą składu mechanicznego metodą Casagrande-Prószyńskiego; zawartości C-organicznego — metodą Lichterfelda; wilgotności gleby — metodą wysuszenia w temperaturze 105°C. Próbki pobierano laską glebową do głębokości 1 m, w 48 powtórzeniach dla każdego z trzech elementów rzeźby (stok —



Fot. W. Niewiadomski

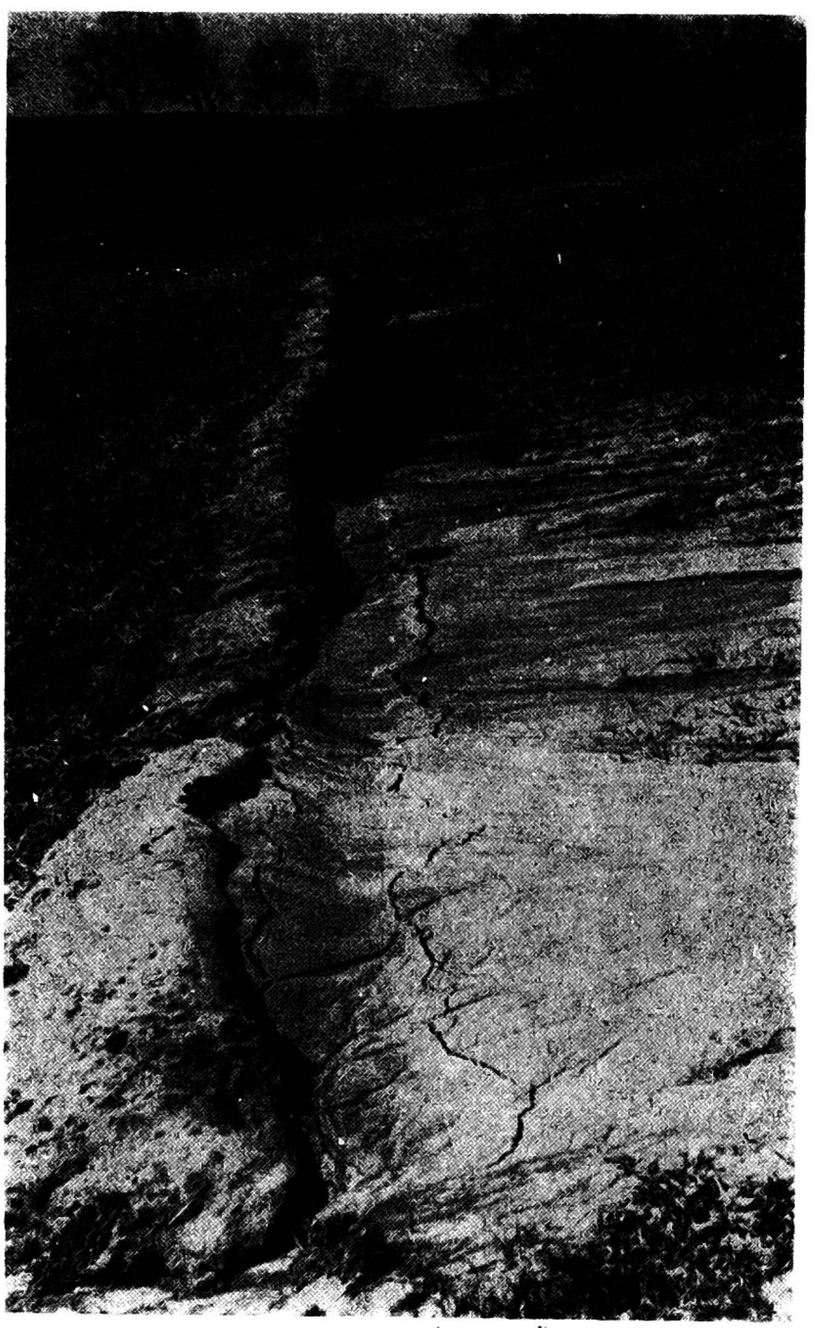
Fot. 2. Doświadczenie ścisłe założone na stoku (czarno obramowane) — m. Posorty WSR Olsztyn. Strefy agroekologiczne stoku (cyfry w kółkach): *1* — najwyższa, *2* — górna, *3* — środkowa, *4* — dolna, *5* — najniższa (zdjęcie z samolotu)

Aufn. 2. Exakter am Hänge angelegter Versuch (schwarz eingerahmt) — Ort Posorty, Hochschule für Landwirtschaft Olsztyn. (Ziffern in Ringen): *1* — oberste, *2* — obere, *3* — mittlere, *4* — untere, *5* — unterste agroökologische Zone (Luftaufnahme)

najwyższy, środkowy, najniższy), trzykrotnie w ciągu roku (wiosna, okres krytyczny rośliny, po sprzęcie rośliny). Łącznie w ciągu roku dla danej strefy agroekologicznej rzeźby wykonano 144 (48 × 3) pomiarów; morfometrii rzeźby — wysokością względną, nachyleniem, wystawą, długością stref agroekologicznych, profilem stoku oraz ogólnym charakterem doliny.

Opady miesięczne za okres IV — VIII w latach 1952—1958, zestawiono na podstawie pomiarów Stacji Meteorologicznej Posorty, WSR Olsztyn.

Analizę statystyczną wyników świadomie pominięto z uwagi na konieczność rozwinięcia specjalnych studiów metodycznych nad oblicza-



Fot. W. Niewiadomski

Fot. 3. Działanie bruzdy chłonnej i grobelki umacniającej zadarniony pas chwytny — doświadczenie ścisłe m. Posorty WSR Olsztyn

Aufn. 3. Wirkung einer Schutzfurche und eines den Schutzgrassnarbestreifen festigenden Dammes. Exakter Versuch, Ort Posorty, Hochschule für Landwirtschaft Olsztyn

niem tego typu doświadczeń stokowych. Sądzę, że miarodajność wnioskowania tylko nieznacznie na tym ucierpiała, bowiem załączoną dokumentację liczbową oparto o znaczną ilość powtórzeń.

Gleba i rzeźba badanych obiektów
Böden und Gestaltung der untersuchten Obiekte

Tabela 1

Obiekt	Strefa agroekologiczna rzeźby*)	Gleba: typ, rodzaj, klasa	Gleba: części spławialne %	Gleba: poziom próchniczny wzgl. deluwialny — cm	Gleba: substancja organiczna %	Gleba: substancja organiczna t/ha	Rzeźba: charakter doliny	Rzeźba: typ profilu	Rzeźba: wysokość względna m	Rzeźba: maksymalny spadek %	Rzeźba: wystawa	Rzeźba: długość elementów rzeźby**) m
a) badania terenowe — kilkuletnie (1952—1958)												
Wysoczyzna I m. Posorty (pow. Olsztyn)	stok najwyższy	brunatna, lekka kl. VI	3—7	23—24	0,73	26,1	odpływowa	wypukły	9,9	5,9	E	17 (74)
	stok środkowy		4—6	23	0,69	24,0				14,0		57
	podnóże		4—6	23	0,93	31,7				2,8		35
Wysoczyzna II m. Posorty (pow. Olsztyn)	stok najwyższy	bielicowa, lekka	7—11	21	1,29	42,2	odpływowa	wypukły	6,0	3,2	SW	10 (40)
	stok środkowy		5—7	21	1,29	40,9				12,9		30
	podnóże	skrytobielicowa, deluwialna, lekka kl. V—VI	7	28—90 (dla warstw do 30 cm)	1,53	67,5				3,0		30
Wysoczyzna III m. Grabin (pow. Ostróda)	wierzchowina	brunatna, lekka	10—27	20—30	1,37	44,6	odpływowa	wklęsły	12,8	2,0	NE	40
	stok środkowy		16	18—45	1,06	39,4				19,0		51 (73)
	stok najniższy	brunatna, deluwialna, lekka kl. IV—V	17	45—60	1,45—0,84	110,5				10,8		22
Wysoczyzna IV m. Kalis (pow. Reszel)	stok najwyższy	bielicowa, średnia	21—22	20—22	1,06	36,6	odpływowa	wypukły	10,8	3,9	N	30
	stok środkowy	brunatna, lekka	8—12	20—130	0,99	33,8				13,3		64 (115)
	stok najniższy	brunatna, deluwialna, lekka kl. IV	10—11	130—150	1,20—0,45	167,0				5,5		21
b) doświadczenie ścisłe — wieloletnie (1955—1958)												
Wysoczyzna V m. Posorty (pow. Olsztyn)	stok najwyższy	brunatna, lekka	2—26	20—40	0,97	38,6	odpływowa	prosty	22,0	6,4	S	24 (122)
	stok górny			20—40	(dla warstw do 40 cm)					19,1		24
	stok środkowy		0—20	25—30	1,60	48,1				19,1		24
	stok dolny	brunatny deluwialna, lekka kl. IV—V		30—50	(dla warstwy do 30 cm)					18,9		24
	stok najniższy		1—15	50—80	1,04—0,57	75,2				12,8		26
					(dla warstwy do 80 cm)							

*) „wierzchowina" — jest to element rzeźby położony na wododziale o nachyleniu $\leqslant 3\%$
„podnóże" — jest to element rzeźby położony u podstaw stoku o nachyleniu $\leqslant$ %
„stok najwyższy" — jest to element rzeźby położony w strefie przywododziałowej, lecz o nachyleniu $> 3\%$
„stok najniższy" — jest to element rzeźby położony u końca stoku o nachyleniu $> 3\%$

**) liczby w nawiasach oznaczają długość całego stoku.

?

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

W a r u n k i n a t u r a l n e o b i e k t ó w. Gleba (tab. 1) — genetycznie jest utworem polodowcowym. Aktualnie czynne procesy stokowe (erozja wodna i wietrzna), z czasem przeobraziły fluktuacyjną zmienność glebową powierzchniowych poziomów w kierunku bardziej systematycznej. Typologicznie na stokach przeważają gleby brunatne. Można to tłumaczyć brakiem okresowej anaerobiozy bezwzględnej, co zgodnie z koncepcją J. Tomaszewskiego (8) jest zasadniczym warunkiem procesu brunatnienia. Skład mechaniczny i niski procent części spławialnych (poniżej 20%) dowodzi, iż mamy do czynienia z typowymi glebami lekkimi, a niekiedy najlżejszymi, od IV do VI klasy użytkowej. Tylko w partii wododziałowej niekiedy zawartość tej frakcji przekracza 20%. Wspólną cechą badanych utworów jest uderzające ubóstwo potencjału substancji organicznej — w ogóle, a stoku w szczególności. Są to następstwa rozmywów, zmywów i spływów powierzchniowych, w okresie roztopów i deszczów nawalnych.

Nieodparcie nasuwa się tu wniosek ochrony gleb lekkich stokowych przed dalszym ubytkiem substancji organicznej, próchnicy i przed niewyzyskaną „nadżycznością" (jeśli wolno tak nazwać akumulację deluwialną) gleb dolnych elementów rzeźby.

Rzeźba (tab. 1) — liczby mówią tu o: niewielkich wysokościach względnych (od 6—13 m); krótkich i stromych, jak dla gospodarki płużnej, stokach (długość od 40—122 m, maksymalny spadek stoku od 10—19%); różnie wykształconych profilach (trzy wypukłe, jeden prosty, jeden wklęsły) — a zatem o różnej ich podatności na zmyw; przewadze wystaw SN — jako efektu kierunku pochodu lodowca skandynawskiego; dolinach odprowadzających zmywy na trwałe użytki zielone.

W sumie pomiary te wskazują na znaczne zadrobnienie form rzeźby, stąd konieczność specyfiki gospodarki przeciwerozyjnej (4).

P l o n o w a n i e g l e b l e k k i c h n a s t o k a c h. Celem lepszego poznania obiektu badań, niezbędne wydaje się oznaczenie jego przeciętnej zdolności produkcyjnej z podkreśleniem funkcji rzeźby. W tym celu posłużymy się wartościami tab. 2, 3. Wydajności jednostkowe porównywanych roślin, z różnych elementów rzeźby za lata obserwacyjne, sprowadzono do wspólnych mierników: sucha masa, jednostki owsiane, białko strawne. Nasuwają się tu następujące wnioski:

Przeciętna dla zmianowania sprawność produkcyjna wysoczyzn o glebach lekkich, tak w doświadczeniach terenowych (tab. 2), jak i ścisłych (tab. 3), w średnich warunkach agrotechnicznych (nawożenie: obornik — 200 q/ha raz na 4 lata, sztuczne — N 30, P_2O_5 36, K_2O 60 kg/ha) okazała się bardzo niewielka. Plony suchej masy wahały się

Tabela 2

Plonowanie gleb lekkich położonych na wysoczyznach Pojezierza Mazurskiego:
a) badania terenowe

Erträge der auf Hohenlagen des Mazurenseegebietes gelegenen leichten Böden:
a) Freilanduntersuchungen

Obiekt	Fragment zmianowania	Plony średnie roczne z ha*)	Strefy agroekologiczne			Średnia dla wysoczyzny
			stok najwyższy lub wierzchowina	stok środkowy	stok najniższy lub podnóże	
Wysoczyzna I m. Posorty (pow. Olsztyn)	1952—1957 żyto mieszanka zbożowo-strączkowa ziemniaki mieszanka zbożowo-strączkowa żyto jęczmień jary	sucha masa w q	34,06	28,36	31,51	31,31
		jednostki owsiane	2583	2167	2439	2396
		białko surowe w q	1,46	1,19	1,35	1,33
Wysoczyzna II m. Posorty (pow. Olsztyn)	1953—1956 ziemniaki mieszanka jara mieszanka ozima + kukurydza	sucha masa w q	45,07	50,01	54,19	49,76
		jednostki owsiane	4404	4807	5224	4812
		białko surowe w q	2,72	3,18	3,33	3,08
Wysoczyzna III m. Grabin (pow. Ostróda)	1956—1958 żyto ziemniaki jęczmień jary	sucha masa w q	47,38	32,96	54,25	44,86
		jednostki owsiane	4034	2575	4639	3749
		białko surowe w q	2,19	1,44	2,62	2,08
Wysoczyzna IV m. Kalis (pow. Reszel)	1956—1958 koniczyna ziemniaki pszenica jara	sucha masa w q	48,42	29,61	34,45	37,49
		jednostki owsiane	3690	2595	2563	2949
		białko surowe w q	2,49	1,47	1,79	1,92

*) Przeliczono na podstawie pracy H. Malarskiego (3).

w granicach 31,0—54,0 q/ha rocznie. Z braku bardziej porównywalnych danych podaję, że J. Herse (1), także na glebach lekkich, lecz w terenie płaskim i na czarnych ziemiach podwarszawskich (RZD Chylice), w wa-

runkach zbliżonej agrotechniki uzyskiwał przeciętnie za 3 lata dla różnych zmianowań od 55,7—72,8 q/ha suchej masy rocznie.

Potwierdzono fakt silnego różnicowania się plonów w poszczególnych strefach rzeźby (tab. 2, 3). Z wyjątkiem wysoczyzny II, stok środkowy najwięcej nachylony (tab. 1), najsilniej zmywany (tab. 7), najsuchszy (tab. 5), dawał o 11—27% niższe plony suchej masy od przeciętnej dla całej wysoczyzny (5). Również i w tym wypadku charakter zmianowania zwęża lub poszerza różnice w plonach zbieranych z różnych części stoku (tab. 3).

Plenność, wrażliwość na rzeźbę i zdolność do ochrony stoku różnych roślin uprawnych

Liczby tab. 3 uczą, jak zasadnicze różnice mogą zajść w ocenie wartości produkcyjnej stoku, jeśli zmienić dobór roślin w zmianowaniu. W naszym doświadczeniu ścisłym porównywano trzy fragmenty zmianowań typu norfolskiego o różnej skali wymagań siedliskowych (zmianowanie A — najniższej, B — średniej, C — najwyższej). Jak należało przewidywać, plennością przeliczoną na suchą masę górowało zmianowanie A (54 q/ha). Na drugie miejsce niespodziewanie wysunęło się zmianowanie C (45 q/ha) zestawione z gatunków o wyższych wymaganiach siedliskowych niż w zmianowaniu B (34 q/ha), a typowych dla gleb zwięzłych. Fakt ten rzuca nowe światło na biologiczny charakter roślin uprawianych w zmianowaniu. W szczególnie nieprzychylnych siedliskach (erodowana stromizna, okresowe deficyty wodne, wydatne amplitudy termiczne na przedwiośniu, wystawa południowa) nawet wybredne gatunki roślin (buraki pastewne, jęczmień jary) okazały się bardziej odpowiednie dla gospodarki stokowej niż rośliny o nieco niższych pretensjach życiowych (marchew, len, groch, rzepik ozimy). Jest to świadectwem wyższej plastyczności, poza bobikiem, roślin zmianowania C. Wyrażenie plonów w jednostkach owsianych i plonach białka surowego w niczym nie zmieniło tych stosunków.

Spośród 12 porównywanych roślin da się wyodrębnić 4 klasy wydajności jednostkowej ogólnej masy naziemnej (np. ziarno + słoma, korzeń + liście itp.) wyrażonej w q/ha suchej substancji. I klasa powyżej 50 (wedle wzrastającej wydajności: marchew pastewna, łubin żółty, buraki pastewne, żyto ozime), II klasa — od 41—50 (owies, jęczmień jary), III klasa — od 31—40 (ziemniaki*, pszenisa ozima), IV klasa — od 21—30 (bobik, groch, len, rzepik ozimy). Lepsze efekty produkcyjne nawet wybrednych roślin dadzą się wyjaśnić ich specyfiką

* Zaniżenie plonów ziemniaka powstało skutkiem nie wliczenia naci.

Tabela 3

Plonowanie gleby lekkiej położonej na wysoczyźnie V — m. Posorty, WSR Olsztyn
b) doświadczenie ścisłe — wieloletnie 1955—1958

Erträge des auf der Höhenlage V — Ort Posorty, Hochschule für Landwirschaft Olsztyn
b) Langjähriger exakter Versuch — 1955—1958

Fragment zmianowania	Plony z ha*)	Średnia za 3 lata — Strefa agroekologiczna					Średnia dla stoku
		najwyższa	górna	środkowa	dolna	najniższa	
A	sucha masa w q	32,26	26,40	27,99	26,01	44,83	31,50
Ziemniaki	jednostki owsiane	4078	3338	3537	3287	5665	3981
	białko surowe w q	1,81	1,48	1,57	1,46	2,52	1,77
	sucha masa w q	44,60	39,17	38,73	35,83	49,28	41,52
Owies	jednostki owsiane	2937	2469	2326	2185	3049	2593
	białko surowe w q	1,98	1,62	1,49	1,41	1,99	1,70
	sucha masa w q	65,89	55,09	57,00	68,35	81,58	65,58
Łubin żółty	jednostki owsiane	4069	3372	3379	3858	4469	3829
	białko surowe w q	8,66	8,24	8,09	8,90	10,11	8,80
	sucha masa w q	76,62	70,23	71,63	74,39	94,08	77,39
Żyto ozime	jednostki owsiane	5138	4678	4754	4985	6223	5155
	białko surowe w q	3,50	3,18	3,23	3,40	4,22	3,51
Średnia dla zmianowania A	sucha masa w q	54,85	47,72	48,84	51,15	67,44	54,00
	jednostki owsiane	4056	3464	3499	3579	4851	3890
	białko surowe w q	3,99	3,63	3,59	3,79	4,71	3,94
B	sucha masa w q	71,01	51,86	52,12	54,29	75,83	61,02
Marchew pastewna**)	jednostki owsiane	7518	5505	5512	5724	7942	6440
	białko surowe w q	6,03	4,37	4,48	4,72	6,76	5,27
	sucha masa w q	24,42	18,94	19,53	20,20	32,58	23,13
Len***)	jednostki owsiane	1112	899	791	922	1410	1027
	białko surowe w q	1,24	1,00	0,88	1,03	1,58	1,15
	sucha masa w q	23,36	25,40	20,26	19,23	22,86	22,22
Groch	jednostki owsiane	1662	1739	1260	1253	1550	1493
	białko surowe w q	2,79	2,91	2,09	2,08	2,59	2,49

Rzepik ozimy****)	sucha masa w q	31,89	25,46	30,21	26,75	37,75	30,41
	jednostki owsiane	1839	1555	1354	1486	2059	1659
	białko surowe w q	1,95	1,65	1,43	1,58	2,17	1,72
Średnia dla zmianowania B	sucha masa w q	37,67	30,42	30,53	30,12	42,25	34,20
	jednostki owsiane	3033	2425	2229	2346	3240	2655
	białko surowe w q	3,00	2,48	2,22	2,35	3,28	2,67
C							
Buraki pastewne	sucha masa w q	79,96	60,77	67,03	70,23	102,23	76,04
	jednostki owsiane	7810	5990	6595	6730	9767	7380
	białko surowe w q	6,78	5,15	5,68	5,97	8,67	6,45
Jęczmień jary	sucha masa w q	46,47	39,08	36,66	43,07	50,45	43,15
	jednostki owsiane	3349	2956	2603	3151	3813	3174
	białko surowe w q	2,03	1,83	1,57	1,92	2,36	1,94
Bobik	sucha masa w q	28,62	18,77	16,83	14,84	26,59	21,13
	jednostki owsiane	2493	1330	1405	1262	2394	1777
	białko surowe w q	4,71	2,33	2,62	2,36	4,57	3,32
Pszenica ozima	sucha masa w q	35,94	39,14	37 46	33,19	51,98	39,54
	jednostki owsiane	2096	2259	1972	1798	2788	2183
	białko surowe w q	1,52	1,63	1,37	1,27	1,96	1,55
Średnia dla zmianowania C	sucha masa w q	47,75	39,44	39,49	40,33	57,81	44,96
	jednostki owsiane	3937	3136	3144	3235	4690	3628
	białko surowe w q	3,76	2,73	2,81	2,88	4,39	3,31
Średnia dla zmianowania A, B, C	sucha masa w q	46,76	39,19	39,62	40,53	55,83	44,39
	jednostki owsiane	3675	3008	2957	3053	4260	3391
	białko surowe w q	3,58	2,95	2,87	3,01	4,09	3,30

*) Przeliczono na podstawie pracy H. Malarskiego (3).

**) W r. 1955, marchew wzeszła bardzo słabo, wobec czego zasadzono brukiew.

***) W obliczeniach jednostek owsianych nie uwzględniono słomy lnianej, z braku wartości przeliczeniowych.

****) W miejsce wymarzniętego rzepiku ozimego w 1955 r., wysiano rzepak jary. Suchą masę i jednostki owsiane dla ziarna rzepiku obliczono na podstawie tabel: Nils Hanssona — „Żywienie zwierząt domowych" — 1946, zaś białko surowe w/g danych Kellnera—Fingedlinga — „Handbuch der Landwirtschaft — 1954. Suchą masę, jednostki owsiane i białko surowe dla plonu słomy łubinu i rzepiku obliczono na podstawie tabel: „Futterwerttabellen der D L G" — Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs und Fortschungsanstalten, 1955.

Tabela 4

Wskaźnik wrażliwości roślin na rzeźbę ($W_{rośl.}$)* w %
Empfindlichkeissindex der Pflanzen gegen die Geländegestaltung

Roślina	Rok 1955			Rok 1956			Rok 1957			Rok 1958			Średnio dla rośliny za 3 lata		
	ziarno, korzenie, kłęby,	słoma, liście,	ogółem	ziarno, korzenie, kłęby,	słoma, liście,	ogółem	ziarno, korzenie, kłęby,	słoma, liście,	ogółem	ziarno, korzenie, kłęby,	słoma, liście,	ogółem	ziarno, korzenie, kłęby,	słoma, liście,	ogółem
Ziemniaki	68	—	—	—	—	—	35	—	—	49	—	—	51	—	—
Buraki pastewne	58	48	54	—	—	—	24	49	23	44	64	49	42	54	42
Marchew pastewna**	—	—	—	—	—	—	13	25	9	53	59	53	33	42	31
Owies	67	40	50	52	40	43	—	—	—	33	28	29	51	36	41
Jęczmień jary	52	54	54	43	31	35	—	—	—	31	31	31	42	39	40
Len	64	55	57	33	27	25	—	—	—	44	40	41	47	41	41
Łubin żółty	36	41	39	11	40	32	42	31	32	—	—	—	30	37	34
Bobik	63	54	59	76	58	62	54	56	46	—	—	—	64	56	56
Groch	39	37	32	52	27	30	46	50	49	—	—	—	46	38	37
Żyto ozime	—	—	—	32	30	30	21	24	23	33	36	35	29	30	29
Pszenica ozima	—	—	—	65	51	54	43	54	50	50	32	30	53	46	45
Rzepik ozimy	—	—	—	39	36	37	59	55	56	76	45	44	58	45	46
Średni w roku badawczym	56	47	49	45	38	39	37	43	36	46	42	39	46	42	40

*) wyliczono na podstawie plonów suchej masy w/g H. Malarskiego (3).

**) w 1955 r. wschody przepadły, stąd średnia 2-letnia.

morfologiczno-biologiczną. Np. dla buraków — głębszym ukorzenieniem niż ziemniaków nastawionych głównie na gospodarkę ombrofilną; dla jęczmienia — przewagą cech mezokserofitowych w odróżnieniu od mezohydrofitowego charakteru owsa. Widocznie na stoku przy okresowym niedostatku wilgoci owies nie był zdolny zaspokajać swych potrzeb wodnych w tym stopniu co jęczmień jary, skoro rokrocznie gorzej plonował.

Śledząc plony sprzątane z różnych stref agroekologicznych tego samego stoku stwierdzamy znaczną rozpiętość w skali reagowania rośliny na rzeźbę (tab. 4). Miarą tej reakcji nazwanej przez nas — wrażliwością rośliny na rzeźbę — jest największa różnica w plonach sprzątanych z różnych elementów (strefy agroekologiczne) rzeźby w tym samym okresie. Ponieważ stosunki mikroklimatyczne i glebowe kształtują się pod przemożnym wpływem rzeźby, przeto można ją rozpatrywać jako jeden z czynników wiodących do plonowania. Funkcja rzeźby tym ostrzej się zarysowuje, im jej wpływ słabiej zaciera naturalna zmienność fluktuacyjna gleby. Czynnik ten tak bardzo typowy dla utworów polodowcowych, w warunkach naszego doświadczenia ścisłego częściowo został wyeliminowany. Spod rozważań bowiem wyłączono jedno z pól zmianowania o zdecydowanie odrębnym składzie mechanicznym gleby.

Wrażliwość roślin na położenie w rzeźbie terenowej proponuję mierzyć wskaźnikiem ($W_{rośl}$) określającym amplitudę plonów zbieranych w tym samym okresie z różnych części tego samego stoku, wg formuły:

$$W_{rośl} = \frac{P_{maks} - P_{min}}{P_{maks}} \cdot 100$$

gdzie

$W_{rośl}$ = wskaźnik wrażliwości rośliny na rzeźbę,
P_{maks} = najwyższy plon sprzątany z danego elementu rzeźby w q,
P_{min} = najniższy plon sprzątany z danego elementu rzeźby w q.

Wskaźnik ten wyrażamy w procentach maksymalnego plonu. Im on jest niższy, tym dana roślina w różnych partiach stoku daje bardziej zbliżone plony — słowem jest mniej wrażliwa na wpływ rzeźby (warunek — wykluczenie działania zmienności fluktuacyjnej). Wysokie wartości wskaźnika świadczą o silnej wrażliwości rośliny na zmienność siedliskową (mikroklimat, gleba) terenu urzeźbionego.

Wobec jeszcze zbyt krótkiego okresu badań wnioskowanie z liczb tab. 4 powinno być ostrożne:

Skala reagowania na rzeźbę różnych roślin uprawnych jest niejednolita. Dotyczy to zarówno ogólnej masy naziemnej, jak i jej składowych — ziarna i słomy, lub korzeni i liści itp. Rozpatrując plon zasad-

niczy (gospodarczo ważniejszy) — ziarno, korzenie, kłęby — za 3 lata, rośliny te można uszeregować w 4 klasach o wzrastającej wrażliwości: I kl. — od 20—30%, żyto ozime, łubin żółty; II kl. — od 40—50%, buraki pastewne, jęczmień jary, groch, len; III kl. — od 50—60%, ziemniaki, owies, pszenica ozima, rzepik ozimy; IV kl. — powyżej 60%, bobik.

Tabela 5

Wilgotność gleby lekkiej na stoku w warstwie 1 m w mm
(średnie roczne dla strefy z 144 oznaczeń)
Feuchtigkeit des leichen Bodens am Hänge in der 1 m. Schicht in mm
(Jahresdurchschnitt für Zonen von 144 Ermittlungen)

Strefa agroekologiczna stoku	1955	1956	1957	1958	Średnia dla strefy
Najwyższa	140	174	176	171	165
Środkowa	111	148	157	161	144
Najniższa	157	171	200	165	173
Średnia dla stoku	136	164	178	166	161

Spośród okopowych ujemna reakcja ziemniaków na niedostatek wilgoci na stoku (tab. 5) zapewne wynika z płytkiego rozmieszczenia głównej masy korzeniowej. Jęczmień jary i tym razem okazał swą wyższość nad owsem przez słabszą reakcję plonów ziarna na deficytowe warunki wodne stoku. Spośród motylkowych łubin żółty, o głębokim zakorzenieniu nie miał sobie równego na stoku. Bobik, typowa roślina gleb zwięzłych, był jego przeciwieństwem. Na stoku ukazała się duża wrażliwość i niezwykle mała plastyczność tej rośliny. Spośród ozimin przodowało żyto. Jego wyrównane plony wzdłuż całego stoku, nawet w częściach najsuchszych i najsilniej zmywanych, dowodzą o wysokich cechach przystosowawczych. Należy pamiętać o ciężkiej próbie, jaką przechodzi ozimina na stoku w okresie przedwiośnia. Pszenica ozima i rzepik ozimy z okresu zimowego wychodziły mocno przerzedzone. Na karb tego można zapewne złożyć dodatkowy wpływ gleby zbyt lekkiej, dla tych roślin.

Wydaje się, iż wśród ziarnistych (poza łubinem żółtym i żytem) reakcja rośliny na rzeźbę przeciętnie silniej zaznacza się w plonach ziarna niż słomy, natomiast u okopowych — w plonie liści niż korzeni.

Reakcja rośliny na siedlisko urzeźbione jest zmienna w czasie. Decydujący wpływ ma tu niewątpliwie natężenie i rozkład opadów w okresie wegetacyjnym, a zwłaszcza w krytycznym dla rośliny (tab. 6).

Rok 1955 — średnio korzystny dla kłosowych jarych, a klęskowo suchy dla okopowych i bobiku ukazał silne różnicowanie plonów w rzeźbie (bobik ziarno: stok — 5,2, stok najniższy — 14,1 q/ha; ziemniaki — kłęby: stok — 30,9, stok najniższy — 95,3 q/ha. Burak pa-

stewny, a zwłaszcza łubin żółty o głębokim korzeniu palowym, lepiej uniezależnił się od opadów (łubin ziarno: stok — 17,8, stok najniższy 27,8 q/ha). Groch szybszy od bobiku w rozwoju lepiej wykorzystał wody poziomowe słabiej reagując na posuchę stokową.

Tabela 6

Rozkład opadów w okresie wegetacyjnym (IV—VIII) m. Posorty WSR Olsztyn w mm
Verteilung der Niederschläge während der Vegetationsperiode (IV—VII) Ort Posorty, Hochschule für Landwirtschaft in Olsztyn in mm

Rok	IV	V	VI	VII	VIII	Suma
1955	61,6	77,1	28,9	69,6	0,7	237,9
1956	24,9	18,8	85,9	103,8	111,7	345,1
1957	17,3	54,1	98,5	133,1	158,1	461,1
1958	30,8	80,2	66,5	66,3	82,3	326,1
średnia za 1891 — 1930	40	53	65	78	73	309

Rok 1956 — o suchej wiośnie i nieprzeciętnie mokrym lecie, był bardziej niepomyślny dla kłosowych jarych niż ozimych, które lepiej wykorzystują wodę poziomą. Owies silniej odczuł brak wody niż jęczmień jary. Pszenica ozima powolniejsza w rozwoju od żyta zareagowała silniejszą różnicą w plonach zarówno ziarna, jak i słomy na stoku (pszenica ziarno: stok — 7,9 stok najniższy — 16,7 q/ha). Łubin żółty, jak zwykle przodował choć tylko w reakcji ziarna, zaś bobik, a nawet groch zawiodły.

Rok 1957 — o suchym kwietniu, przeciętnym maju i bardzo obfitych opadach letnich dogadzał większości roślin. Wpływy rzeźby na układ wodny gleby znacznie się zatarły. Okopowe, a także ozime poza rzepikiem, który ucierpiał na przedwiośniu, dały na stoku najbardziej wyrównane plony korzeni, kłębów i ziarna ze wszystkich lat. Obniżenie plonów i wzrost wskaźnika. $W_{rośl.}$ dla nasion łubinu żółtego tłumaczy się zbytnim przyspieszeniem terminu siewu stąd uszkodzeniem przez spóźnione przymrozki.

Rok 1958, poza mokrym majem, dość znacznie zbliża się do średniej wieloletniej. Był korzystny dla kłosowych jarych i żyta. Bardziej wrażliwe pszenica ozima i rzepik ozimy wyszły z zimy przerzedzone na stoku i nie zdołały już tego odrobić. Okopowe mocniej zareagowały na stosunki wodne rzeźby, bowiem nie otrzymały tak znacznych opadów letnich jak w roku 1957.

Przeciętne wskaźniki $W_{rośl.}$ można uważać za jedno z kryteriów wyceny wartości zmianowania dla stoku. W naszych badaniach uzyskano, dla plonu zasadniczego (ziarno, kłęby, korzenie) i zmianowania: A, — $W_{rośl.}$ = 40,2%; B, — $W_{rośl.}$ = 48,5%; C, — $W_{rośl.}$ = 50,2%. Dobór roślin zmianowania A okazał się gospodarczo najtrafniejszy.

Tabela 7

Przemieszczenie materiału glebowego na stoku o pow. 600 m^2 dla każdej z roślin w m^3

Bodenverlegung am Hänge von einer 600 m^2 Fläche für jede Pflanze im m^3

Roślina	Zmyw	Namyw	Strata
Ziemniaki	18,7	6,7	12,0
Buraki pastewne	16,4	6,9	9,5
Marchew pastewna	19,6	7,5	12,1
Łubin żółty	24,0	6,0	18,0
Bobik	powierzchniowy, niemierzalny	4,1	—
Groch	powierzchniowy, niemierzalny	3,2	—

Wskaźnik $W_{rośl.}$ (tab. 4) pozwala na zestawienie, teoretycznie biorąc, jeszcze poprawniejszego zmianowania: buraki pastewne, jęczmień jary, łubin żółty, żyto ozime. Jego wskaźnik $W_{rośl.}$ = 35,7% (dla plonu zasadniczego — ziarno, kłęby, korzenie). Realną wartość tak teoretycznie zaprojektowanego zmianowania należało by sprawdzić empirycznie. Jasne, że reakcja rośliny na rzeźbę określona w naszych badaniach, nie była odizolowana od wpływów następczych rośliny przedplonowej. Stąd obliczone przez nas wskaźniki, przy innym następstwie roślin mogą wykazać nieco odmienne wartości.

Z kolei omówimy trzecią cechę — zdolność porównywanych roślin do ochrony gleby przed zmywem. Podstawą tej wyceny były pomiary żłobin glebowych dokonywane na poletkach doświadczenia ścisłego, po deszczach nawalnych: 30/VI 1955 — 20,2 mm w czasie około 30 minut, 23/VI 1956 — 40,2 mm w czasie około 50 minut, 10/VI 1957 — 72 mm w czasie około 90 minut i 26, 27/V 1958 (natężenia nie oznaczone) oraz po gwałtownych roztopach wiosennych 1958 r. Przeanalizujemy skutki najgwałtowniejszej nawały deszczowej z 10/VI 1957, jako że była ona najsurowszym egzaminatorem zdolności ochronnej rośliny (tab. 7).

Ze stoku górnego i środkowego zmywany był piasek drobnoziarnisty i częściowo osadzany na stoku najniższym. Gleba osłonięta zwartą runią ozimin i kłosowych jarych praktycznie nie ucierpiała. Łubin żółty, o początkowo leniwym rozwoju, znacznie gorzej ochraniał glebę niż bobik,

czy szybki we wzroście groch, choć i tu nie obeszło się bez przemieszczania gleby. Szeroka rozstawa rzędów, częste spulchnianie międzyrzędzi i powolne ich zwieranie się w sumie doprowadziło w polu okopowych do poważnych zniszczeń gleby na stoku (9).

Krzewienie się jesienne łącznie z szybkim ruszaniem wiosennym wysuwa żyto ozime na czoło wszystkich polowych roślin przeciwerozyjnych. Wyższość ta polega na tym, iż żyto doskonale osłania glebę zarówno w porze roztopów wiosennych, jak i wiosenno-letnich deszczów nawalnych. Pszenica ozima pod tym względem nie dorównuje żytu.

Tabela 8

Bonitacja roślinności stokowej według jednolitej skali
Bonitierung der Hangpfanzen nach einheitlichen Masstab

Roślina	Plenność średnia dla stoku	Wrażliwość na położenie w rzeźbie $W_{rośl}$*	Zdolność do ochrony gleby przed zmywem	Łączna ocena
Żyto	4	4	4	12
Łubin żółty	4	4	1	9
Jęczmień jary	3	3	3	9
Buraki pastewne	4	3	1	8
Marchew pastewna	4	3	1	8
Owies	3	2	3	8
Pszenica ozima	2	2	3	7
Len	1	3	2	6
Groch	1	3	2	6
Ziemniaki**)	2	2	1	5
Rzepik ozimy	1	2	2	5
Bobik	1	1	2	4

*) Punktacja wskaźnika $W_{rośl.}$ dla plonu zasadniczego — ziarna, korzeni, kłębów: 4 — b. mała, 3 — mała, 2 — średnia, 1 — duża.

**) Lokata zaniżona skutkiem niewliczenia w plon naci ziemniaczanej.

Sprowadźmy analizowane dotychczas cechy rośliny — plenność, wrażliwość na rzeźbę, zdolność do ochrony gleby — do jednolitej skali porównawczej: 4 — bardzo dobra, 3 — dobra, 2 — średnia, 1 — zła. Łączna punktacja tych cech pozwoli na wstępne uszeregowanie badanych roślin wedle ich walorów w zagospodarowaniu stoków o glebie lekkiej (tab. 8). Kolejność ta nie uległaby jakiejś zasadniczej zmianie gdyby punktowano wskaźnik $W_{rośl.}$ dla ogólnego plonu części naziemnych.

WNIOSKI

Dotychczasowe studia nad doborem roślin uprawnych na lekkie gleby stokowe pozwalają na wysnucie następujących wstępnych wniosków:

1) wobec wysokiej podatności gleb lekkich na denudację (tab. 1, 7) i okresowe niedobory wodne oraz drobnopagórkowatą rzeźbę (tab. 1), dobór właściwych gatunków do zmianowań przeciwerozyjnych uważa się za czołowe ogniwo racjonalnego zagospodarowania siedlisk stokowych. Stromizny powyżej 25%, niezależnie od klasy użytkowej gleby oraz najlżejsze utwory VI klasy, bez względu na spadek, należy zalesiać;

2) wyrazem dokonanego już zniszczenia naturalnych zasobów stoku, jest rażące ubóstwo substancji organicznej (tab. 1) i w ślad za nim postępujący spadek plonowania stoku o 10—27% w odniesieniu do przeciętnej dla wysoczyzny (tab. 2, 3);

3) zastosowanie specjalnej metody zakładania ścisłych doświadczeń na stokach, pozwoliło przeanalizować ważniejsze rośliny uprawne Pojezierza na: plenność, wrażliwość na rzeźbę i zdolność do ochrony gleby przed zmywem. Przyjmując jednolitą skalę wartościowania (od 1—4 punktową) każdej z trzech cech, wyceniono przydatność porównywanych roślin dla gospodarki stokowej o glebie lekkiej (tab. 8);

4) spośród 12 przebadanych gatunków da się wyodrębnić 3 grupy roślin uprawnych:

I grupa: żyto ozime (odm. Włoszanowskie) — niezawodne rośliny piaszczystych siedlisk stokowych o najwyższej plenności, niskiej wrażliwości na rzeźbę i dużych zdolnościach do ochrony gleby przed denudacją. Przyczyną wyróżnienia żyta, między innymi są — wysoka zimotrwałość, bujne jesienne rozkrzewienie, znaczna aktywność systemu korzeniowego i ogólnie niskie wymagania siedliskowe.

II grupa: łubin żółty (odm. pastewny Popularny), jęczmień jary (odm. Browarny PZHR), buraki pastewne (odm. PZHR żółte walcowate), marchew pastewna (odm. biała zielonogłówka), owies (odm. Przebój II) — rośliny wysoko lub średnio plenne w warunkach stokowych, lecz mniej skutecznie, bądź wręcz źle (okopowe, łubin żółty) chroniące glebę przed zmywem i mocniej reagujące na rzeźbę. W niedoborowych pod względem wilgoci warunkach stokowych (tab. 5) jęczmień jary, choć niewiele, stale górował plonem ziarna nad owsem, zaś buraki pastewne nad ziemniakami, zdradzając tym swój mezokserofitowy charakter. Podniesienie zdolności ochronnych zwłaszcza okopowych, może nastąpić drogą siewów współrzędnych polepszających zwarcie łanu.

III grupa: pszenica ozima (odm. Dańkowska Graniatka), len (odm. LCSD), groch (odm. Volger), ziemniaki (odm. Nowa Huta), rzepik ozimy (odm. Mazurski), bobik (odm. Miejscowy) — rośliny bardzo zawodne

w plonach o dużej podatności na rzeźbę i przeciętnie lub źle chroniące glebę przed zmywem. W tych warunkach raczej nie będą one wskazane do zmianowań przeciwerozyjnych.

Dotychczasowe badania zachęcają do ich rozszerzenia na dalsze, regionalnie cenne, gatunki pastewnych roślin motylkowych i traw, które w gospodarce przeciwerozyjnej grają najistotniejszą rolę.

W powyższej pracy korzystałem z cennych uwag doc. H. Kerna i mgr J. Krzymuskiego oraz wydatnej pomocy mgr mgr Ł. Boreńskiej i S. Choińskiego jak również A. Kośmider, za co składam serdeczne podziękowanie.

LITERATURA

1. Herse J. — Wpływ różnego następstwa roślin na niektóre własności gleby i plony. RNR, T. 75, s. A, z. 1, W-wa, 1957.
2. Krzymuski J. — Uwagi na temat metodyki doświadczeń polowych w terenach erodowanych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 8, PWRiL W-wa, 1957.
3. Malarski H. — Wskazówki dla układających dawki pokarmowe. 1954.
4. Niewiadomski W. — Próba syntezy 10-letnich (1947—1957) studiów nad strukturą przyrodniczo-rolniczą urzeźbionych krain Polski (w druku).
5. Niewiadomski W. — Strefowość agroekologiczna i produkcyjna erodowanych wysoczyzn na Pojezierzu Mazurskim. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 8, PWRiL W-wa, 1957.
6. Reniger A. — Spływ gleb na uprawianych zboczach. Typy erozji gleb. RNR, T. 71, s. F, W-wa, 1955.
7. Strzemski M. — Typologia gleb województwa lubelskiego Roczniki Gleboznawcze T. III, PTG W-wa, 1954.
8. Tomaszewski J. — Dynamika typologicznych procesów glebowych Roczniki Gleboznawcze T. VI, PTG W-wa 1957.
9. Uggla H. — Obserwacje nad erozją wodną po ulewie dnia 10 czerwca 1957 r. w województwie olsztyńskim. Nowe Rolnictwo nr 16, PWRiL 1957.

Streszczenie

Przedmiotem badań były gleby lekkie położone na stokach pagórków morenowych Pojezierza Mazurskiego (Polska). Scharakteryzowano ich przeciętną produkcyjność. Ponadto określono różnice w zachowaniu się na stoku 12 typowych dla regionu roślin uprawnych pod względem: wydajności z ha, reakcji na wpływy rzeźby i zdolności do ochrony gleby przed zmywem.

Zastosowano specjalną metodę zakładania ścisłych doświadczeń polowych w terenach falistych. Stopień wrażliwości na rzeźbę wyznaczono na podstawie przyjętego współczynnika wg formuły:

$$W_{\text{rośl}} = \frac{P_{\text{maks}} - P_{\text{min}}}{P_{\text{maks}}} \times 100$$

Ważniejsze wnioski:

1) lekkie gleby stokowe Pojezierza Mazurskiego cechuje b. niski procent substancji organicznej (tab. 1), okresowe niedobory wodne (tab. 1) oraz spadek plonowania o 10—27% w stosunku do przeciętnej dla całej wysoczyzny (tab. 2, 3);

2) spośród 12 porównywanych gatunków wydzielono 3 grupy roślin uprawnych:

I grupa — najpewniejsze rośliny piaszczystych siedlisk stokowych o najwyższej przeciętnej plenności, niskiej wrażliwości na rzeźbę i wysokich zdolnościach ochronnych gleby przed zmywem. Należy tu jedynie żyto ozime,

II grupa — rośliny wysoko lub średnio plenne lecz mocniej reagujące na rzeźbę i nieskuteczne w ochronie gleby przed erozją wodną. Należą tu: łubin żółty, jęczmień jary, buraki pastewne, marchew pastewna i owies;

III. grupa — rośliny bardzo zawodne w plonach, silnie reagujące na rzeźbę i średnio lub źle ochraniające glebę przed zmywem powierzchniowym. Należą tu — pszenica ozima, len, groch, ziemniaki, rzepik ozimy, bobik. Są to rośliny zupełnie nieodpowiednie do płodozmianów przeciwerozyjnych tych siedlisk.

В. Невядомски

ИЗУЧЕНИЕ ПОДБОРА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ЛЁГКИХ ПОЧВ НА СКЛОНАХ

Содержание

Объектом исследований были лёгкие почвы, расположенные на склонах моренных холмов Мазурского Приозерья (Польша). Проведена характеристика их средней продуктивности. Кроме того, изучено поведение при возделывании на склонах 12-ти типичных для этого района растений с учётом урожайности, реакции на влияние рельефа и способности к защите почвы от вымывания.

Применен специальный метод закладки точных полевых опытов на холмистой поверхности. Степень чувствительности к рельефу определена на основе принятого коэффициента по формуле:

$$W_{раст.} = \frac{P_{макс.} - P_{мин.}}{P_{макс.}} \times 100^{*})$$

Основные выводы:

1. Лёгкие почвы склонов Мазурского Приозерья характеризуются очень низким процентом органического вещества (табл. 1), периодическим недостатком влаги (табл. 1) а также снижением урожайности на 10—27% в сравнении со средней по всей возвышенности (табл. 2, 3).

2. Из 12-ти сравниваемых видов выделено три группы возделываемых растений:

I группа — самые надёжные растения песчаных склонов с наивысшей средней урожайностью, низкой чувствительностью к рельефу и высокой способностью к защите почвы от вымывания. К этой группе принадлежит только озимая рожь.

II группа — растения высоко- или среднеурожайные, но сильнее реагирующие на рельеф, неспособные к защите почвы от водной эрозии. Сюда можно причислить жёлтый люпин, яровой ячмень, кормовую свёклу, кормовую морковь и овес.

III группа — растения очень ненадёжные в урожае, сильно реагирующие на рельеф и средне или плохо защищающие почву от поверхностного вымывания. Сюда входят — озимая пшеница, лён, горох, картофель, озимая сурепица, конские бобы. Культуры эти являются неподходящими лдя противоэрозионных севооборотов в данных условиях.

W. Niewiadomski

STUDIES ON SELECTION OF CULTIVATED PLANTS IN FARMING ON LIGHT SOILS ON SLOPES

Summary

Light soils on the slopes of moraine hills in the Masurian Lake-land, Poland, were investigated. Their average productivity was characteraized. Besides there were determined the differences in the behaviour

---

*) Где

$W_{раст.}$ — коэффициент чувствительности растения к рельефу;

$P_{макс.}$ — наивысший урожай с данного элемента рельефа;

$P_{мин.}$ — самый низкий урожай с данного элемента рельефа.

on the slope of twelve typical for the region cultivated plants with regard to their: yields per ha., reaction to the relief, and ability to protect the soil against water erosion.

A special method of carrying out accurate field experiments was applied in this hilly land. The degree of the plant susceptibility to the relief was determined by the accepted coefficient according to the formula:

$$W_{plant} = \frac{P_{max} - P_{min}}{P_{max}} \times 100^{*})$$

Main conclusions:

1. The light soils on the slopes in the Masurian Lake-district have a very low percentage of organic matter (Table 1), periodic deficiency of water (Table 1), and they show a drop in yields of 10—27 per cent in comparison with the average for the whole upland (Tables 2, 3).

2. Among the twelve compared species there were established three groups of cultivated plants:

Group I — the most reliable plants of sandy habitats on slopes with the highest average yields, low susceptibility to the relief, and protecting the soil to a considerable degree against the run-off. Only winter rye belongs to that group.

Group II — plants yielding high and average crops but more susceptible to the relief and unsuccessful in protecting the soil against, the water erosion. Yellow lupine, spring barley, mangels, fodder carrots and oats belong to this group.

Group III — plants extremely unreliable, strongly susceptible to the relief, and slightly or badly protecting the soil against the surface run-off. In this group are: winter wheat, flax, peas, potatoes, winter rape, horse bean. These plants are entirely unsuitable to the antierosion crop rotation in those habitats.

---

* Where W_{plant}-coefficient of plant susceptibility to the relief; P_{max} — the highest yields from the given element of relief; P_{min} — the lowest yields from the given element of the relief.