

# PRZESTRZENNY ROZKŁAD POTENCJALNYCH NIEDOBORÓW WODNYCH KONICZYNY I LUCERNY NA TLE STRUKTURY POKRYWY GLEBOWEJ GRUNTÓW ORNYCH W POLSCE

Janusz OSTROWSKI<sup>1)</sup>, Leszek ŁABĘDZKI<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Ochrony Przyrody i Krajobrazu Wiejskiego

<sup>2)</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

*Słowa kluczowe: koniczyna łąkowa (Trifolium pratense L.), lucerna mieszańcowa (Medicago sativa L. x varia T. Martyn), niedobory wodne*

## Streszczenie

Warunki opadowe w Polsce są czynnikiem ograniczającym systematyczne uzyskiwanie w uprawach polowych dużych plonów koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) i lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) (ok. 10 t s.m.·ha<sup>-1</sup>). Oszacowano intensywność występujących niedoborów wodnych dla tych roślin w różnych regionach kraju. Stwierdzono ich dużą zmienność czasową i przestrzenną. Potencjalne niedobory wodne dla koniczyny łąkowej i lucerny mieszańcowej w centralnej Polsce na glebach brunatnych lub płowych lekkich, wytworzonych z glin, raz na pięć lat mogą osiągnąć 160–200 mm. Plonowanie lucerny w Wielkopolsce na tych samych glebach mogą ograniczać niedobory, sięgające nawet 200–240 mm. Przedstawione wyniki uzyskano, stosując do przetwarzania danych meteorologicznych i glebowych model CROPDEF.

## WSTĘP

Lucerna mieszańcowa (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) i koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense* L.) to najbardziej rozpowszechnione drobnonasienne ro-

śliny motylkowe uprawiane na gruntach ornych. Wśród rolników cenione są jako bogata w białko pasza dla zwierząt oraz czynnik wzbogacający gleby uprawne w azot. Ze względu na trudność konserwowania w coraz większym zakresie ustępują jednak miejsca kukurydzy, która obecnie stanowi główną dominantę paszową na gruntach ornych. Według danych GUS, w ostatnich latach (2005–2009) koniczynę łąkową uprawiano na 35–45 tys. ha, a lucernę mieszańcową na 25–40 tys. ha. Szacowane plony lucerny (27–32 t z.m.·ha<sup>-1</sup>) były nieco większe niż koniczyny (25–29 t z.m.·ha<sup>-1</sup>).

Analizowane gatunki do wytworzenia biomasy wymagają dużej ilości wody, którą pobierają z gleby. W warunkach polowych ich potrzeby wodne zaspokajają opady i retencja glebowa. Ilość dostępnej wody jest wystarczająca do uzyskania wyżej podanych plonów w latach o przeciętnie dużych opadach. Klimat w Polsce cechuje się jednak dość znaczną fluktuacją opadów, mamy więc do czynienia z występowaniem susz rolniczych, a w konsekwencji niedoborów wodnych również dla tych roślin. Są one, oczywiście, modyfikowane przestrzenną zmiennością opadów i retencją glebową.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie i omówienie wyników oszacowania, z zastosowaniem komputerowego modelowania, potencjalnych niedoborów wodnych dla koniczyny łąkowej i lucerny mieszańcowej w uprawie polowej oraz prezentacja ich przestrzennej zmienności na tle struktury pokrywy glebowej gruntów ornych w Polsce.

## **ZAŁOŻENIA I METODA SZACOWANIA NIEDOBORÓW WODNYCH ORAZ ICH KARTOGRAFICZNEJ PREZENTACJI**

Ewentualne niedobory wodne koniczyny łąkowej i lucerny mieszańcowej wynikają z ich wymagań siedliskowych. Według zasad szczegółowej uprawy roślin [HERSE 1986; JASIŃSKA, KOTECKI 2003], koniczyna może być uprawiana na glebach lekkich i średnich o odczynie zbliżonym do obojętnego, a lucernę można uprawiać na glebach zwięzlejszych o odczynie obojętnym lub zbliżonym do zasadowego. Koniczyna łąkowa ujemnie reaguje na suszę, która ogranicza jej rozwój wegetatywny, skraca okres kwitnienia, lecz równocześnie powoduje zwiększenie zawartości białka i popielności. Lucerna jest bardziej odporna na suszę ze względu na lepiej rozwinięty system korzeniowy, lecz na produkcję jednostki masy zużywa znacznie więcej wody niż koniczyna.

Do oszacowania niedoborów wodnych wymienionych roślin przyjęto następujące założenia metodyczne.

Niedobory wodne z prawdopodobieństwem wystąpienia 50 i 20%, ograniczające uzyskanie 10 t s.m.·ha<sup>-1</sup> plonu lucerny i 8 t s.m.·ha<sup>-1</sup> koniczyny, określono dla rekomendowanych do uprawy tych roślin gleb, umożliwiających uzyskanie powyższych plonów. W obliczeniach niedoborów uwzględniono zapasy wody łatwo dostępnej w 100-centymetrowej warstwie gleby.

Do szacowania niedoborów, które mają charakter wskaźnikowy (potencjalny), zastosowano model komputerowy. Do charakterystyki przestrzennej zmienności niedoborów wodnych wykorzystano bazę danych glebowo-kartograficznych.

Niedobory szacowano za pomocą modelu CROPDEF [ŁABĘDZKI 2006] dla okresów dekadowych w ciągu okresu wegetacyjnego w odniesieniu do każdej gleby rekomendowanej do uprawy lucerny lub koniczyny. Za kryterium wystąpienia niedoboru wody w danej dekadzie przyjęto wyczerpanie zapasu wody łatwo dostępnej, tzn. takiego, który nie hamuje wzrostu roślin. Do obliczeń wykorzystano 35-letnie dane (z lat 1970–2004) z 40 stacji meteorologicznych, tj. temperaturę i wilgotność powietrza, usłonecznienie, prędkość wiatru oraz opady. Obliczenia prowadzono w okresach dekad kalendarzowych, uwzględniając przyrost warstwy korzeniowej, z której roślina czerpie wodę, oraz współczynnik dostępności wody, określający, jaka część zapasu wody użytecznej jest łatwo dostępna dla rośliny.

Niedobory o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczono z zastosowaniem do opisu ich charakteru losowego rozkładu prawdopodobieństwa Pearsona typu III. Prawdopodobieństwa te wyznaczają częstość pojawiania się niedoborów o danej wartości wraz z większymi. Prawdopodobieństwo 0,50 oznacza, że dany niedobór wody wraz z większymi może pojawić się co drugi rok, prawdopodobieństwo 0,20 – raz na pięć lat.

Obliczenia niedoborów wodnych wykonano dla 40 stacji meteorologicznych rozmieszczonych dosyć równomiernie na obszarze całego kraju. Stosując komputerową procedurę radialnych funkcji bazowych, wykonano interpolację wyników, wyodrębniając jednorodne obszary niedoborów, które przedstawiono na analitycznych mapach niedoborów w układzie: prawdopodobieństwo wystąpienia niedoboru – roślina – gleba rekomendowana pod jej uprawę. Łącznie dla dwóch rozpatrywanych roślin wygenerowano 42 mapy.

Do zobrazowania przestrzennego zróżnicowania niedoborów oprogramowano algorytmy, generujące mapy niedoborów, i włączono je do systemu przetwarzania bazy danych glebowo-kartograficznych [OSTROWSKI 1996]. Następnie wyselekcjonowano z bazy danych dwie warstwy tematyczne, dotyczące gleb predestynowanych do uprawy koniczyny i lucerny oraz analitycznych map niedoborów wodnych na wyselekcjonowanych glebach. W wyniku przetwarzania danych połączono obie warstwy tematyczne i wygenerowano cztery syntetyczne mapy niedoborów wodnych oraz zestawienia powierzchni gleb, na których występują te niedobory.

## WYNIKI BADAŃ

Zgodnie z powyższą metodyką, dla obu gatunków roślin wygenerowano mapy niedoborów wodnych z prawdopodobieństwem 50 i 20% ich wystąpienia (raz na dwa lub pięć lat – łącznie cztery mapy) oraz cztery zestawienia powierzchniowe (tab. 1–4). Można przyjąć, że niedobory o prawdopodobieństwie 50% są charakte-

**Tabela 1.** Szacunkowa powierzchnia gleb (tys. ha) przydatnych do uprawy koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) w przedziałach niedoborów wodnych o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 5 lat  
**Table 1.** Estimated soil area (thous. ha) useful for red clover (*Trifolium pratense* L.) growing within the intervals of water deficits at the probability of occurrence once in 5 years

Gleby Soils	Powierzchnia w przedziale niedoborów wodnych (mm) Area in the interval of water deficits (mm)				Razem Total
	40–80	80–120	120–160	160–200	
	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6
6 – gleby brunatne i płowe utworzone z piasków gliniastych 6 – haplic luvisols and eutric cambisols formed of loamy sands	209	786	173	0	1 168
7 – gleby brunatne i płowe utworzone z piasków gliniastych na zwięźlejszym podłożu 7 – haplic luvisols developed from loamy sands over loams	80	236	211	0	527
7a – gleby płowe utworzone z piasków gliniastych na zwięźlejszym podłożu 7a – eutric cambisols formed of loamy sands over loams	332	899	355	0	1 586
8 – gleby brunatne i płowe utworzone z glin, lekkie 8 – haplic luvisols – light loams	12	493	381	73	959
8a – gleby płowe utworzone z glin, lekkie 8a – eutric cambisols – light loams	6	303	992	472	1 773
9 – gleby brunatne i płowe utworzone z glin, średnie 9 – haplic luvisols – medium loams	9	165	75	7	256
9a – gleby płowe utworzone z glin, średnie 9a – eutric cambisols – medium loams	61	67	0	0	128
13 – gleby brunatne utworzone z pyłów wodnego pochodzenia 13 – haplic luvisols made of hydrogenic silts	54	139	1	0	194
13a – gleby płowe utworzone z pyłów wodnego pochodzenia 13a – eutric cambisols made of hydrogenic silts	279	57	0	0	336
14 – gleby brunatne i płowe utworzone z lessów i utworów lessowatych 14 – haplic luvisols and eutric cambisols made of loess	0	0	0	0	0
17 – gleby brunatne i płowe utworzone ze skał masywnych 17 – haplic luvisols and eutric cambisols made of loams over rocks	185	12	0	0	197

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6
18 – gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, ilaste	72	0	0	0	72
18 – haplic luvisols and eutric cambisols clays over rocks					
19 – gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, pyłowe	151	0	0	0	151
19 – haplic luvisols and eutric cambisols silts over rocks					
20 – mady średnie i ciężkie	239	56	0	0	295
20 – distric fluvisols – silos					
22 – mady lekkie i średnie	63	2	0	0	65
22 – distric fluvisols – loamy sands and loams					
23 – czarne ziemie	25	108	100	0	233
23 – mollic gleysols developed from loams and silts					
Razem Total	1 777	3 323	2 288	552	7 940

**Tabela 2.** Szacunkowa powierzchnia gleb (tys. ha) przydatnych do uprawy koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) w przedziałach niedoborów wodnych o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 2 lata

**Table 2.** Estimated soil area (thous. ha) useful for red clover (*Trifolium pratense* L.) growing within the intervals of water deficits at the probability of occurrence once in 2 years

Gleby Soils	Powierzchnia w przedziale niedoborów wodnych, mm Area in the interval of water deficits, mm			Razem Total
	40–80	80–120	120–160	
1	2	3	4	5
6 – gleby brunatne i płowe wytworzone z piasków gliniastych				
6 – haplic luvisols and eutric cambisols formed of loamy sands	786	6	0	792
7 – gleby brunatne i płowe wytworzone z piasków gliniastych na zwięźlejszym podłożu	291	107	0	398
7 – haplic luvisols developed from loamy sands over loams				
7a – gleby płowe wytworzone z piasków gliniastych na zwięźlejszym podłożu	907	53	0	960
7a – eutric cambisols formed of loamy sands over loams				
8 – gleby brunatne i płowe wytworzone z glin, lekkie	765	182	0	947
8 – haplic luvisols – light loams				
8a – gleby płowe wytworzone z glin, lekkie	549	1 193	7	1 749
8a – eutric cambisols – light loams				
9 – gleby brunatne i płowe wytworzone z glin, średnie	181	52	0	233
9 – haplic luvisols – medium loams				

cd. tab. 2

1	2	3	4	5
9a – gleby płowe wytworzone z glin, średnie				
9a – eutric cambisols – medium loams	55	0	0	55
13 – gleby brunatne wytworzone z pyłów wodnego pochodzenia				
13 – haplic luvisols made of hydrogenic silts	117	0	0	117
13a – gleby płowe wytworzone z pyłów wodnego pochodzenia				
13a – eutric cambisols made of hydrogenic silts	11	0	0	11
14 – gleby brunatne i płowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych				
14 – haplic luvisols and eutric cambisols made of loess	0	0	0	0
17 – gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych				
17 – haplic luvisols and eutric cambisols made of loams over rocks	4	0	0	4
18 – gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, ilaste				
18 – haplic luvisols and eutric cambisols clays over rocks	0	0	0	0
19 – gleby brunatne i płowe wytworzone ze skał masywnych, pyłowe				
19 – haplic luvisols and eutric cambisols silts over rocks	0	0	0	0
20 – mady średnie i ciężkie				
20 – distric fluvisols – silts	42	0	0	42
22 – mady lekkie i średnie				
22 – distric fluvisols – loamy sands and loams	0	0	0	0
23 – czarne ziemie				
23 – mollic gleysols developed from loams and silts	182	0	0	182
Razem Total	3 890	1 593	7	5 490

rystyczne dla roku średniego pod względem warunków meteorologicznych, a o prawdopodobieństwie 20% – roku suchego.

Ze względów edycyjnych w publikacji zamieszczono jedną przykładową mapę (rys. 1), ilustrującą rozmieszczenie niedoborów wodnych dla lucerny mieszańcowej o prawdopodobieństwie wystąpienia 20% (raz na pięć lat). Pozostałe mapy można znaleźć w „Atlasie niedoborów wodnych” [OSTROWSKI i in. 2008].

Za dolną granicę występowania niedoborów przyjęto wartość 40 mm, co jest równe jednej dawce polewowej [DRUPKA 1976]. Niedobory poniżej tej wartości uznano za nieistotne, a warunki glebowo-wodne na terenach ich występowania – za sprzyjające uzyskaniu stabilnych plonów na założonym poziomie (8–10 t s.m.·ha<sup>-1</sup>). Przyjęto 40-milimetrowe przedziały niedoborów wody, a przedział największych niedoborów został wyznaczony przez stwierdzone maksymalne niedobory dla danej rośliny.

**Tabela 3.** Szacunkowa powierzchnia gleb (tys. ha) przydatnych do uprawy lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) w przedziałach niedoborów wodnych o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 5 lat

**Table 3.** Estimated soil area (thous. ha) useful for alfalfa (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) growing in the intervals of water deficits at the probability of occurrence once in 5 years

Gleby Soils	Powierzchnia w przedziale niedoborów wodnych, mm Area in the interval of water deficits, mm					Razem Total
	40–80	80–120	120–160	160–200	200–240	
1 – rędziny „czyste"						
1 – rendzin leptosols IB 1a	4	0	68	34	0	106
2 – rędziny „mieszane"						
2 – rendzin leptosols IB 1b	0	54	45	0	0	99
3 – czarnoziemy						
3 – haplic phaeozem	0	0	0	0	0	0
8 – gleby brunatne i płowe wytworzone z glin, lekkie	63	469	303	110	14	959
8 – haplic luvisols – light loams						
8a – gleby płowe wytworzone z glin, lekkie	2	306	693	707	65	1 773
8a – eutric cambisols – light loams						
9 – gleby brunatne i płowe wytworzone z glin, średnie	34	136	78	7	0	255
9 – haplic luvisols – medium loams						
9a – gleby płowe wytworzone z glin, średnie	86	38	0	0	0	124
9a – eutric cambisols – medium loams						
11 – gleby brunatne (i płowe) wytworzone z glin, niecałkowicie na lekkim podłożu	80	11	0	0	0	91
11 – eutric cambisols and haplic luvisols – non uniform loams						
14 – gleby brunatne i płowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych	0	0	0	0	0	0
14 – haplic luvisols and eutric cambisols made of loess						
15 – gleby brunatne i płowe wytworzone z ilów	4	0	0	0	0	4
15 – haplic luvisols and eutric cambisols – clays						
21 – mady lekkie i bardzo lekkie	5	45	49	0	0	99
21 – distric fluvisols – sands						
Razem Total	278	1 059	1 236	858	79	3 510

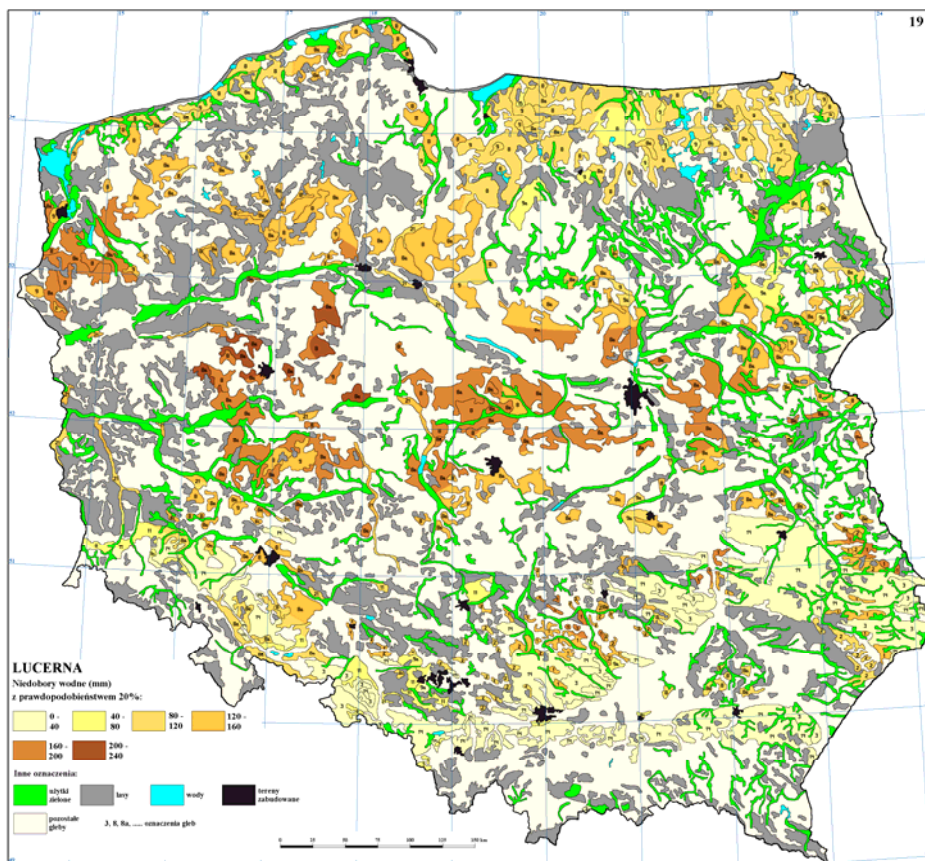
**Tabela 4.** Szacunkowa powierzchnia gleb (tys. ha) przydatnych do uprawy lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) w przedziałach niedoborów wodnych o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 2 lata

**Table 4.** Estimated soil area (thous. ha) useful for alfalfa (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) growing in the intervals of water deficits at the probability of occurrence once in 2 years

Gleby Soils	Powierzchnia w przedziale niedoborów wodnych, mm Area in the interval of water deficits, mm			Razem Total
	40–80	80–120	120–160	
1 – rędziny „czyste” rendzin leptosols IB 1a	8	94	0	102
2 – rędziny „mieszane” rendzin leptosols IB 1b	68	29	0	97
3 – czarnoziemy haplic phaeozem	0	0	0	0
8 – gleby brunatne i płowe wytworzone z glin, lekkie 8 – haplic luvisols – light loams	541	173	0	714
8a – gleby płowe wytworzone z glin, lekkie 8a – eutric cambisols – light loams	511	1 094	146	1751
9 – gleby brunatne i płowe wytworzone z glin, średnie 9 – haplic luvisols – medium loams	134	51	0	185
9a – gleby płowe wytworzone z glin, średnie 9a – eutric cambisols – medium loams	26	0	0	26
11 – gleby brunatne (i płowe) wytworzone z glin, nie- całkowite na lekkim podłożu 11 – eutric cambisols and haplic luvisols – non uniform loams	3	0	0	3
14 – gleby brunatne i płowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych 14 – haplic luvisols and eutric cambisols made of loess	0	0	0	0
15 – gleby brunatne i płowe wytworzone z ilów 15 – haplic luvisols and eutric cambisols – clays	0	0	0	0
21 – mady lekkie i bardzo lekkie 21 – distric fluvisols – sands	73	20	0	93
<b>Razem Total</b>	<b>1 364</b>	<b>1 461</b>	<b>146</b>	<b>2 971</b>

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że powierzchnia gleb ornych przydatnych do uprawy koniczyny wynosi w Polsce ok. 9700 tys. ha. Niedoborów wodnych z zakresu 40–160 mm można oczekiwać co dwa lata na obszarze ok. 5490 tys. ha, a co pięć lat na 7940 tys. ha – niedoborów z zakresu 40–200 mm. Analogicznie uprawę lucerny można prowadzić na glebach ornych o powierzchni 4800 tys. ha. Prawdopodobieństwo wystąpienia co dwa lata niedoborów, wynoszących 40–160 mm, może dotyczyć 2971 tys. ha, a co pięć lat niedoborów, wynoszących 40–240 mm – 3510 tys. ha. Najwyższe niedobory (200–240 mm) występują tylko w odniesieniu do uprawy lucerny na relatywnie niewielkiej powierzchni (ok. 80 tys. ha), głównie w Wielkopolsce i na Białych Kujawach (rys. 1).





Rys. 1. Lucerna mieszańcowa (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) – mapa niedoborów wodnych o prawdopodobieństwie wystąpienia 20%; oznaczenia gleb: 1 – rędziny „czyste”, 2 – rędziny „mieszane”, 3 – czarnoziemy, 8 – gleby brunatne wytworzone z glin, lekkie, 8a – gleby płowe wytworzone z glin, lekkie, 9 – gleby brunatne wytworzone z glin, średnie, 9a – gleby płowe wytworzone z glin, średnie, 11 – gleby brunatne (i płowe) wytworzone z glin, niecałkowicie na lekkim podłożu, 14 – gleby brunatne i płowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych, 15 – gleby brunatne i płowe wytworzone z ilów, 21 – mady lekkie i bardzo lekkie; źródło: OSTROWSKI i in. [2008]

Fig. 1. Alfalfa *Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) – the map of water deficits at the probability of occurrence of 20%; soil indexes: 1 – rendzin leptosols IB 1a, 2 – rendzin leptosols IB 1b, 3 – haplic phaeozem, 8 – haplic luvisols – light loams, 8a – eutric cambisols – light loams, 9 – haplic luvisols – medium loams, 9a – eutric cambisols – medium loams, 11 – eutric cambisols and haplic luvisols – non uniform loams, 14 – haplic luvisols and eutric cambisols – loess, 15 – haplic luvisols and eutric cambisols – clays, 21 – distric fluvisols – sands; source: OSTROWSKI *et al.* [2008]

W odniesieniu do największej powierzchni gleb ornych preferowanych do uprawy koniczyny wyznaczono prawdopodobieństwo wystąpienia niedoborów wodnych w przedziale 80–120 mm raz na pięć lat i 40–80 mm raz na dwa lata. Dla lucerny na największej powierzchni niedobory występujące z taką częstotliwością

mieszczą się odpowiednio w granicach 120–160 mm i 80–120 mm. Jest to zgodne z wcześniej wspomnianym większym zapotrzebowaniem tej rośliny na wodę.

## **ZRÓŻNICOWANIE NIEDOBORÓW W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW GLEBOWO-WODNYCH**

Na podstawie wymagań siedliskowych rozpatrywanych gatunków roślin można stwierdzić, że do uprawy koniczyny łąkowej predestynowana jest dwa razy większa powierzchnia gruntów ornych niż w odniesieniu do lucerny. Część gleb jest przydatna do uprawy obu roślin, jednak większa potencjalna powierzchnia uprawy koniczyny wynika z celowości jej uprawy na niecałkowitych glebach piaskowych na zwięźlejszym podłożu, występujących na znacznych obszarach centralnej Polski. Na rędzinach i czarnoziemach bardziej uzasadniona jest natomiast uprawa lucerny.

Kartograficzna analiza relacji między występującymi glebami a niedoborami wodnymi wykazuje, że ich występowanie na tych samych glebach ma charakter regionalny. W regionach z większymi opadami (Pomorze, Mazury, pogórze) niedobory mogą być mniejsze.

Przeprowadzone badania [WALCZAK i in. 2002] wykazały niewielkie możliwości retencjonowania wody łatwo dostępnej dla roślin w glebach ornych Polski. Ich pojemność wodną w przedziale  $pF = 2,2-3,0$  w 100-centymetrowej warstwie gleby oszacowano przeważnie na 3–6% obj., a w czarnoziemach, glebach brunatnych pyłowych i lessowych – na 6–9% obj. W związku z tym retencja gleb predestynowanych do uprawy koniczyny i lucerny musi być często i systematycznie uzupełniana wodą opadową, aby zapewnić optymalny rozwój i plonowanie tych gatunków.

Oszacowane potencjalne niedobory wodne są więc w znaczącym stopniu stymulowane częstotliwością i ilością opadów w okresie wegetacyjnym. Dlatego też, jak można odczytać z map niedoborów wodnych, na tych samych glebach w różnych regionach kraju prawdopodobieństwo okresowego deficytu wody względem wymagań rozpatrywanych roślin jest różne.

Również częstotliwość występowania niedoborów wodnych jest różna. Raz na pięć lat niedobory mogą występować na większych powierzchniach tych samych gleb w porównaniu z występującymi co dwa lata. Również w tych samych miejscach, na tych samych glebach potencjalne niedobory wodne rozpatrywanych roślin mogą mieć różne wartości. Można to dokładniej prześledzić, analizując poszczególne mapy oraz dane liczbowe zawarte w tabelach.

Przedstawione w tabelach powierzchnie są pochodną struktury pokrywy glebowej gruntów ornych w Polsce. Największe powierzchnie niedoborów w odniesieniu do koniczyny (np. tab. 1) obejmują gleby płowe lekkie, wytworzone z glin lub piasków na zwięźlejszym podłożu, ponieważ tych gleb jest w naszym kraju najwięcej.

Ciekawe wnioski można wysnuć, porównując strukturę powierzchniową niedoborów, występujących na tej samej glebie przydatnej do uprawy obydwu roślin o różnych wymaganiach wodnych. Wskazuje na to przykład gleb płowych lekkich, wytworzonych z glin, na których niedobory wodne dla obu roślin występują na tej samej powierzchni (tab. 1, 3). Powierzchnie tej gleby o różnych niedoborach dla koniczyny rozkładają się nierównomiernie, a zdecydowane maksimum niedoborów wynosi 120–160 mm, podczas gdy rozkład powierzchni gleb z niedoborami dla lucerny jest znacznie mniej zróżnicowany, a maksimum niedoborów to 160–200 mm. Również rozpiętość niedoborów dla lucerny jest większa o jeden przedział (200–240 mm). Takie niedobory obliczono dla znaczącej powierzchni tej gleby (ok. 65 tys. ha), co wynika z większego zapotrzebowania na wodę przez tę roślinę.

Niewielkie niedobory wodne z prawdopodobieństwem 20% (raz na pięć lat) mogą wystąpić na glebach górskich i podgórskich, gdzie występują gleby wytworzone ze skał masywnych. Niedobory te są niewielkie dzięki dużym opadom na tych terenach.

## WNIOSKI

1. Oszacowano, że na obszarze Polski na ok. 82% gleb orných przydatnych do uprawy koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia niedoborów wodnych raz na pięć lat, a na 56% – co dwa lata. Niedobory wodne dla lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa* L. x *varia* T. Martyn) raz na pięć lat mogą wystąpić na 73%, a co dwa lata na 62% powierzchni gleb przydatnych do uprawy tego gatunku.

2. Oszacowane niedobory w odniesieniu do danej gleby i rośliny cechuje zmienność regionalna, związana ze zróżnicowaniem warunków opadowych. Potwierdza się występowanie największych niedoborów dla koniczyny i lucerny w centralnej Polsce, w szczególności w regionach wielkopolskim i kujawskim.

3. Niedobory wody, przedstawione w pracy, należy traktować jako referencyjne (wskaźnikowe), odnoszące się do profilu glebowego nie głębszego niż 100 cm oraz do potrzeb wodnych badanych roślin, plonujących na poziomie 8–10 t s.m. · ha<sup>-1</sup>, możliwym do osiągnięcia z zastosowaniem racjonalnego nawożenia oraz poprawnej agrotechniki.

4. Niedobory wodne o prawdopodobieństwie wystąpienia 20% wynoszą:

- dla koniczyny łąkowej – 40–200 mm (dominanta przestrzenna 80–120 mm na glebach płowych lub brunatnych wytworzonych z piasków gliniastych na związlejszym podłożu);
- dla lucerny – 40–240 mm (dominanta przestrzenna 120–160 mm na glebach płowych lub brunatnych lekkich wytworzonych z glin).

5. Uzyskanie stabilnych, dużych, nieograniczonych niedoborami wodnymi plonów koniczyny możliwe jest na glebach brunatnych i płowych wytworzonych

z lessów i utworów lessowatych, a lucerny na tych samych glebach oraz na czarnoziemach. Również na innych glebach w tych rejonach kraju, w których występuje dostateczna ilość opadów, niedobory wodne dla tych roślin praktycznie nie występują.

## LITERATURA

- DRUPKA S. 1976. Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. Warszawa. PWRiL ss. 310.
- HERSE J. (red.). 1986. Szczegółowa uprawa roślin. Pr. zbior. Warszawa. PWN ss. 623.
- JASIŃSKA Z., KOTECKI A. (red.) 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Pr. zbior. Wrocław. Wydaw. AR ss. 1199.
- ŁABĘDZKI L. 2006. Susze rolnicze – zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 17 ss. 107.
- OSTROWSKI J. 1996. Baza danych glebowo-kartograficznych – struktura i użytkowanie. W: Systemy informacji przestrzennej. Materiały VI Konferencji Naukowo-Technicznej. Warszawa. PTIP s. 471–480.
- OSTROWSKI J., ŁABĘDZKI L., KOWALIK W., KANECKA-GESZKE E., KASPERSKA-WOŁOWICZ W., SMARZYŃSKA K., TUSIŃSKI E. 2008. Atlas niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych w Polsce. Falenty. Wydaw. IMUZ ss. 19 + 32 mapy.
- WALCZAK R., OSTROWSKI J., WITKOWSKA-WALCZAK B., STAWIŃSKI C. 2002. Hydrofizyczne charakterystyki mineralnych gleb ornycy Polski. Acta Agrophysica. Monografia. Nr 79 ss. 64.

*Janusz OSTROWSKI, Leszek ŁABĘDZKI*

### SPATIAL DISTRIBUTION OF POTENTIAL WATER DEFICITS IN RED CLOVER AND ALFALFA CULTIVATION COMPARED WITH THE SOIL COVER OF ARABLE LANDS IN POLAND

*Key words: Medicago sativa L. x varia T. Martyn, Trifolium pratense L., water deficits*

#### S u m m a r y

Precipitation in Poland is a factor limiting stable high yields of red clover and alfalfa (about 10 t of dry matter per ha). In the paper the estimated water deficits for those plants are presented in different regions of the country. The spatial distribution of water deficits is determined. The potential water deficits for red clover and alfalfa in central Poland on haplic luvisols developed from loams can reach 160–200 mm once a five years. In Wielkopolska region the water deficits for alfalfa can even reach 200–240 mm on the same soils. The results shown in the paper were obtained with the computer software CROPDEF for calculating water deficits and with available computer technique for cartographic presentation.

---

#### Recenzenci:

*prof. dr hab. Marian Rojek*

*prof. dr hab. Jacek Żarski*

Praca wpłynęła do Redakcji 08.12.2010 r.