

OPTYMALIZACJA NAWADNIANIA ROŚLIN SADOWNICZYCH

Waldemar *TREDER*

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice

Klimat Polski charakteryzuje się stosunkowo dużą zmiennością przebiegu temperatur i wysokości opadów. Corocznie zastanawiamy się, jaka będzie pogoda w następnym roku, czy będzie on "mokry", czy "suchy". Ilość opadów atmosferycznych bywa bardzo często czynnikiem limitującym wysokość produkcji sadowniczej. Analizując przebieg pogody w ostatnim dziesięcioleciu, pamiętamy bardzo suche lata 1992 i 1994, ale nie zapomnimy także katastrofalnej powodzi z roku 1997. Taka zmienność nie jest dla naszego klimatu niczym niezwykłym. Analiza danych wieloletnich wykazuje, iż w Polsce w okresie dziesięciu lat średnio występują 3 lata bardzo suche i 4, w których w czasie wegetacji okresowo występują susze. W naszych warunkach klimatycznych odpowiednią ilość wody zapewniają drzewom opady w granicach 700-800 mm, podczas gdy średnie roczne opady w Polsce wynoszą około 597 mm. Niekorzystny jest także rozkład opadów w czasie sezonu wegetacyjnego. W tej samej porze roku mogą występować wielodniowe okresy bezopadowe lub długotrwałe nadmierne opady. Istnieje wiele sposobów obrony roślin przed suszą. Hodowcy starają się wyhodować odmiany i podkłładki o stosunkowo dużej odporności na stres wodny, agrotechnicy przez zastosowanie ściółek starają się podnieść pojemność wodną gleby, ale tak naprawdę od skutków suszy można się uniezależnić tylko przez stosowanie nawadniania. Obecnie w Polsce mamy do dyspozycji takie same środki techniczne, jakie stosuje się na całym świecie. Jednak poza nowoczesną i sprawną instalacją nawodnieniową niezbędną jest wiedza jak wykorzystywać optymalnie system nawodnieniowy – kiedy i ile nawadniać?

Potrzeby wodne roślin sadowniczych

Rośliny sadownicze najlepiej się rozwijają i plonują, gdy wilgotność gleby zbliżona jest do połowej pojemności wodnej (jest to wilgotność gleby występująca 1-2 dni po obfitych opadach deszczu). Potrzeby wodne roślin sadowniczych zależne są przede wszystkim od przebiegu pogody i fazy rozwojowej roślin. Natężenie promieniowania słonecznego, wysoka temperatura i niedosyt wilgotności powietrza to parametry pogodowe wpływające na wielkość parowania z powierzchni roślin i gruntu (ewapotranspiracja). Ewapotranspiracja z dużego zielonego łąnu, całkowicie zacienianego glebę przy swobodnym pobieraniu wody przez rośliny nazywamy **Ewapotranspiracją Potencjalną (ETP)**. Wielkość ETP można wyznaczyć doświadczalnie lub obliczyć na podstawie danych meteorologicznych.

Ewapotranspirację jabłoni można oszacować mnożąc wysokość ETP (tab. 1) przez współczynnik biologiczny k (tab. 2).

Tabela 1. Miesięczne i dobowe przeciętne wartości potencjalnej ewapotranspiracji dla obszaru Polski (z wyłączeniem gór, pogórza i pasa przymorskiego; wg Drupki)

Wyszczególnienie	Miesiące						Suma IV-IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Wartości miesięczne [mm] *	56-58	90-92	106-110	114-116	92-96	62-64	520-540
Wartości dobowe [mm]	2	3	3,6	3,6	3	2	

* $1 \text{ mm} = 1 \text{ l/m}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{ha}$

Tabela 2. Wartości współczynnika k dla jabłoni

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0,5	0,75	1,0	1,1	1,1	1,1	0,85

Analizując dane w tabeli 1. i 2. zauważamy, iż maksimum potrzeb wodnych jabłoni przypada w miesiącach letnich VII i VIII. Maksimum potrzeb wodnych nie jest równoznaczne z okresami krytycznymi dla wzrostu

i plonowania. Susza w V i VI będzie miała istotny wpływ na ograniczenie wzrostu drzew i wielkość czerwcowego opadu zawiązków owoców, a susza w okresie VIII-IX ograniczy wzrost owoców. Instalacja nawodnieniowa powinna więc być tak zaprojektowana, aby w okresach najbardziej krytycznych mogła dostarczyć roślinom niezbędnej ilości wody. Uwzględniając potrzeby wodne roślin sadowniczych i średnie wielkości opadów dla Polski centralnej, maksymalne zapotrzebowanie na wodę można oszacować na **2-2,5 mm/dzień**. Oznacza to, że na hektar sadu nasze źródło wody powinno mieć możliwość poboru od 20 do 25 m³ wody na dzień. Przy instalacjach zraszania przeciw przymrozkom niezbędna wydajność wody powinna wynosić 35 m³/ha. W badaniach ścisłych w ISK w latach o okresowych niedoborach opadów uzyskiwaliśmy często już istotnąwyżkę plonu przy zużyciu w sezonie uprawy 350 m³ wody na hektar sadu.

Aby zoptymalizować nawadnianie swojego sadu, uzyskując najlepsze efekty przy minimalnym zużyciu wody, powinniśmy zastosować wiarygodne kryteria nawadniania. Częstotliwość i wielkość dawek nawadniania możemy określić na podstawie trzech rodzajów kryteriów: roślinnych, atmosferycznych i glebowych.

Kryteria roślinne

Obecnie dzięki możliwościom technicznym możliwa jest ocena stanu uwodnienia roślin podczas ich uprawy. Opracowany przez INRA system Pepista pozwala na automatyczne sterowanie nawadnianiem na podstawie pomiarów zmian średnicy młodych pędów i owoców. W przypadku ograniczonej dostępności wody uwodnione części roślin tracą turgor, przez co zmniejsza się ich średnica. Niestety takie systemy są stosunkowo drogie i przez co stosowanie ich w naszych sadach jest nieopłacalne.

Kryteria meteorologiczne

Na świecie popularne jest ustalanie dawek nawodnieniowych na podstawie danych meteorologicznych. Polega ono na zbieraniu danych pogodowych i obliczaniu na ich podstawie ewapotranspiracji potencjalnej. Pomiar parowania można prowadzić także za pomocą ewaporometru i na

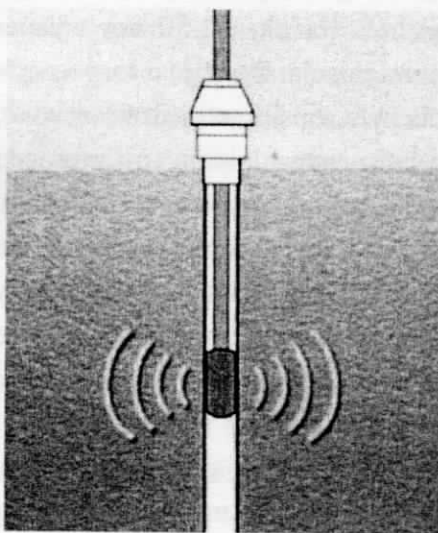
ich podstawie obliczać dawki nawodnieniowe. Niestety z powodu braku informacji o lokalnych parametrach pogody (temperatura, niedosyt wilgotności, nasłonecznienie i prędkości wiatru) metoda ta nie jest u nas stosowana.

Kryteria glebowe

Kryterium glebowe polega na ustalaniu terminu nawadniania na podstawie pomiaru wilgotności lub siły ssącej gleby. Dawka wody obliczana jest na podstawie danych o składzie mechanicznym gleby i jej aktualnej wilgotności. Nawadnianie powinno być tak prowadzone, aby wilgotność gleby nigdy nie spadła poniżej poziomu odpowiadającego wodzie bardzo łatwo dostępnej. Niestety większość sadowników nie kontroluje wilgotności gleby w swych sadach, przez co stosują zbyt małe dawki wody lub co gorsze okresowo „zalewają” rośliny i efektywność takiego nawadniania jest niska. Bardzo przydatnym urządzeniem służącym do określania częstotliwości nawadniania jest tensjometr, składający się z ceramicznego sącza, rurki i wakuometru. Cały przyrząd zalewa się wodą i odpowietrza. Po zainstalowaniu sącza w podłożu następuje przepływ wody pomiędzy glebą a sączkiem. W przypadku, gdy jest sucho, gleba odciąga wodę z tensjometru, wytwarzając podciśnienie mierzone przez wakuometr. Po nawodnieniu, gdy wilgotność gleby się podniesie, woda zaczyna przepływać z gleby do sącza, aż do wyrównania się potencjałów pomiędzy glebą a tensjometrem. Tensjometr mierzy siłę ssącą gleby w bardzo wąskim zakresie od 0 do -0,08 MPa. Jest to jednak absolutnie wystarczające, gdyż dla roślin optymalny potencjał wodny gleby mieści się w zakresie od 0 do -0,04 MPa (zależnie od składu mechanicznego gleby). Sączek tensjometru umieszczamy w pobliżu najaktywniejszej strefy systemu korzeniowego w obszarze gleby zwilżanej przez system nawodnieniowy. Dokładność pomiaru wilgotności gleby zależy od staranności zainstalowania tensjometru. Prawidłowa instalacja polega na wydrążeniu w glebie otworu o średnicy niewiele większej od średnicy sącza tensjometru (np. przez wbicie w glebę stalowej rurki). Tak wykopany otwór zalewamy papką z gliny i dopiero wtedy wciskamy w niego tensjometr. Wcześniejsze zalewanie otworu roztworem gliny zapewnia doskonały kontakt sącza z glebą, dając

gwarancję dokładności pomiarów. Jeśli siła ssąca gleby obniży się poniżej $-0,08$ MPa (poza zakres możliwości pomiarowych) tensjometr zapowietrza się i podaje błędne odczyty wilgotności. Po zapowietrzeniu się tensjometru każdorazowo należy go odpowietrzyć. Wilgotność gleby przy jakiej należy zastosować nawadnianie zależy od składu mechanicznego gleby i wynosi od $-0,02$ do $-0,04$ MPa. Tensjometr mierząc siłę ssącą gleby, pozwala na wyznaczenie terminu nawadniania. Aby określić wielkość dawki wody, niezbędne jest zamontowanie co najmniej dwu tensjometrów. Pierwszy powinien być umieszczony na głębokości ok. 15-20 cm i w odległości ok. 15 cm od kroploznika – określa on wtedy wilgotność gleby w górnej strefie kontrolowanego profilu gleby. Drugi tensjometr umieszczony na głębokości ok. 40-50 cm wyznacza dolną granicę kontrolowanej strefy nawadniania. Decyzję o rozpoczęciu nawadniania podejmujemy na podstawie odczytu tensjometru umieszczonego w górnej warstwie gleby, a o zakończeniu nawadniania informuje nas tensjometr zainstalowany głębiej. Włączanie i wyłączanie nawadniania może być „ręczne” lub automatyczne. Niestety pojedynczy tensjometr montowany jest na stałe na określonej głębokości w określonym miejscu, dlatego w przypadku zmienności glebowej oraz różnego wieku nasadzeń do prawidłowego nawadniania potrzebna jest odpowiednio duża liczba tensjometrów. Tensjometry są bardzo wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne, także stosunkowo szybko się zapowietrzają, podając błędne odczyty. Dlatego też w praktyce do prawidłowej oceny wilgotności gleby dla jednego rodzaju gleby i konkretnego nasadzenia zaleca się stosować od 2 do 3 tensjometrów umieszczonych na tej samej głębokości. Zamiast tensjometrów można używać stosunkowo tanich bloczków gipsowych służących do pomiaru wilgotności gleby. Gips jest bardzo higroskopijny i po umieszczeniu w glebie bardzo szybko chłonie wodę glebową. Gdy gleba przesyca, obniża się także zawartość wody w bloczku gipsowym. Pomiar wilgotności gleby polega tu na zmianach oporności (wraz ze zmianami wilgotności) zakopanego w glebie bloczka. Do tego celu służy odpowiednio skalibrowany miernik. W tym przypadku za pomocą jednego miernika możemy mierzyć wilgotność wyznaczaną przez wiele umieszczonych w różnych miejscach bloczków.

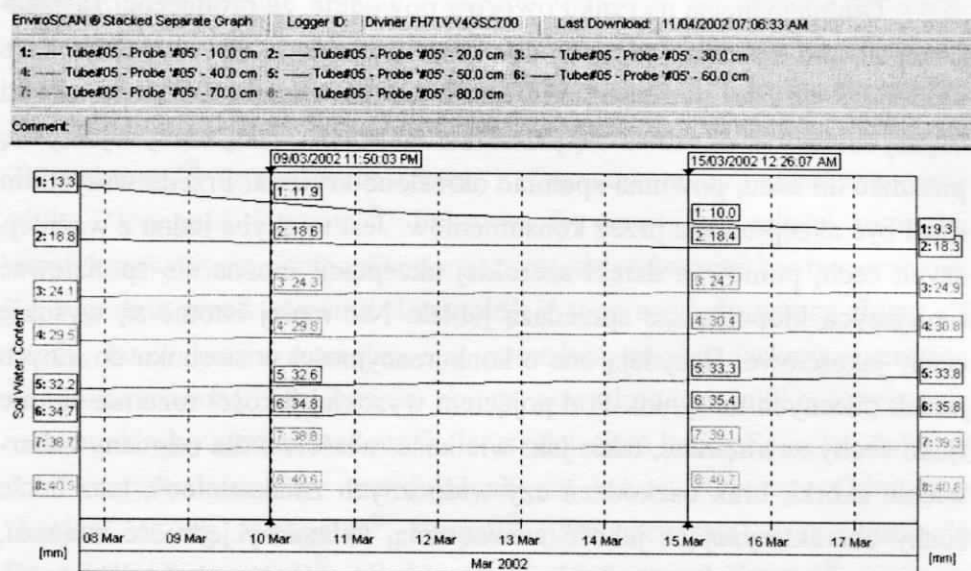
Pomiary za pomocą bloczków gipsowych są mało dokładne, a na odczytany poziom wilgotności ma wpływ nie tylko rzeczywista zawartość wody w glebie, lecz także jej zasolenie (wraz ze zmianami zasolenia zmienia się oporność). Tak jak w przypadku tensjometrów pojedynczy czujnik określa wilgotność gleby tylko na poziomie, na którym jest umieszczony. Do pomiarów wilgotności w całym profilu służą znacznie droższe urządzenia pomiarowe. Dzięki nim mamy możliwość kontrolowania przesiąkającej w głąb profilu glebowego wody, co pozwala precyzyjnie dobrać dawkę nawodnieniową. Pomiar wilgotności w całym profilu pozwala także na określenie wpływu podsiąkania wody gruntowej na bilans wodny gleby. Najnowszym urządzeniem tego rodzaju jest EnviroScan – montowany na stałe w glebie czujnik mierzący z określoną częstotliwością wilgotność gleby na wielu poziomach jednocześnie. Miernik ten regularnie dokonuje pomiarów i zapamiętuje wyniki, co umożliwi przesłanie zachodzących w glebie zmian wilgotności gleby. Niestety z powodu wysokiej ceny stosowany jest tylko w wielkoobszarowych gospodarstwach sadowniczych (Australia, USA). Prostszy, a jednak bardzo skutecznym urządzeniem jest miernik Diviner 2000,



Rys. 1. Sonda pomiarowa miernika Diviner 2000

który pozwala na pomiar wilgotności w profilu glebowym w wielu miejscach. Miernik ten to skomputeryzowana jednostka centralna oraz sonda pomiarowa. Pomiar polega na włożeniu sondy do wcześniej umieszczonej w glebie rury PVC (średnica 50 mm, długość do 160 cm) i przesunięciu jej w dół profilu glebowego (rys. 1). Miernik mierzy automatycznie wilgotność gleby co 10 cm, zapisując każdy pomiar w pamięci jednostki centralnej. Na wyświetlaczu możemy obejrzeć wykres przebiegu wilgotności dla określonej głębokości. Dane zawarte w pamięci miernika mogą być importowane do

pamięci komputera osobistego, gdzie za pomocą specjalnego oprogramowania można wykonać wykresy przebiegu wilgotności profilu glebowego dla określonego punktu pomiarowego. Przykładowy przebieg wilgotności gleby nad lustrem wody gruntowej, które położone jest na głębokości 1 m przedstawia załączony wykres (rys. 2).



Rys. 2. Przebieg wilgotności w profilu glebowym. (Krzywe przedstawiają wilgotność na poszczególnych głębokościach, 1 – 10 cm, 2 – 20 cm 8 – 80 cm)

O optymalnym nawadnianiu sadów możemy mówić tylko wtedy, gdy świadomie kontrolujemy wilgotność gleby w sadzie. Częstotliwość i wielkość dawek nawodnieniowych jest nie mniej ważna niż prawidłowa budowa instalacji nawodnieniowej. Dlatego też w momencie, gdy zainwestowaliśmy już pieniądze w instalację nawodnieniową, powinniśmy więcej uwagi zwracać na technologię stosowania nawadniania.