

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA CZUJNIKÓW POJEMNOŚCIOWYCH DO KONTROLOWANIA NAWADNIANIA SZKÓŁEK

Waldemar TREDER

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

e-mail: wtreder@insad.pl

W tradycyjnych ogrodnich uprawach polowych stosujemy nawadnianie dla uzyskania wyższych i lepszej jakości plonów. W szkółkach roślin ozdobnych nawadnianie jest natomiast zabiegiem niezbędnym do prowadzenia produkcji na każdym etapie – od rozmnażania po uprawę roślin w pojemnikach lub w gruncie. Różne wymagania poszczególnych gatunków, szeroka rozpiętość wieku roślin oraz wykorzystywane technologie uprawy i nawożenia sprawiają, że w szkółkach roślin ozdobnych używa się wszystkich rodzajów systemów nawodnieniowych. Nawadnianie staje się tu jednym z najważniejszych i najczęściej wykonywanych zabiegów agrotechnicznych. Nie sposób przecenić roli nawadniania roślin, ale największą efektywność będzie ono miało wtedy, gdy inne zabiegi agrotechniczne będą wykonywane na najwyższym poziomie. Specyfika szkółkarstwa sprawia, że stosowane są tu bardzo różnorodne systemy nawodnieniowe – od zalewowych przez deszczowanie, minizraszanie do nawadniania kropłowego. Różnorodność rozwiązań technicznych stosowanych w szkółkarstwie jest chyba największa ze wszystkich rodzajów instalacji nawodnieniowych używanych w produkcji ogrodnich. Wybór systemu nawadniania zależy od specyficznych wymagań agrotechnicznych roślin, możliwości technicznych i finansowych gospodarstwa a także od dostępności i jakości wody. Niezależnie od zastosowanego systemu nawadniania celem zabiegu jest utrzymanie optymalnej (dla każdej fazy wzrostu i rozwoju roślin) wilgotności podłoża przy jak najmniejszym zużyciu energii i wody. Koszty energii oraz wody zużytej w trakcie nawadniania niewątpliwie wpływają na sumaryczny koszt

produkcji. Oszczędne użytkowanie wody powinno być regułą nie tylko z powodów ekonomicznych, ale także praktycznych i ekologicznych. Nadmierne nawadnianie powoduje wymywanie mobilnych składników mineralnych z podłoża, co wpływa na podniesienie kosztów nawożenia i wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Zbyt wysoka wilgotność podłoża to w wielu przypadkach ograniczenie wzrostu roślin, a nawet ich wypadanie. Konsekwencją jest mniejsza ilość i gorsza jakość wyprodukowanego materiału. Zbyt niska wilgotność podłoża istotnie ogranicza wzrost roślin, a w skrajnych przypadkach powoduje także ich wypadanie. Optymalizacja procesu nawadniania jest więc dla szkółkarzy bardzo ważnym, ale niestety i stosunkowo trudnym problemem. Szkółkarze uprawiają często w jednym gospodarstwie dużą liczbę gatunków i odmian o zróżnicowanych potrzebach wodnych. Różne potrzeby wodne roślin wynikają z ich specyficznych cech gatunkowych, różnej wielkości i wieku. Różna jest także odporność poszczególnych gatunków na stres zalania lub suszy. Tabela 1. zawiera informacje o względnej odporności na suszę niektórych gatunków roślin.

Dodatkową trudność przy nawadnianiu roślin szkółkarskich sprawia różnorodność stosowanych tu podłoży oraz różnej wielkości kontenerów. Ważne jest więc, aby przy organizacji produkcji uwzględnić potrzeby nawadniania roślin i tak zaplanować kwatery oraz system nawodnieniowy, aby ograniczyć do minimum problem nadmiernego lub niedostatecznego nawadniania. Aby racjonalnie nawadniać rośliny, powinniśmy przyjąć określone kryteria nawadniania. Można zastosować tzw. kryteria klimatyczne, roślinne lub glebowe. Kryteria klimatyczne to szacowanie potrzeb wodnych roślin na podstawie matematycznych modeli obliczeniowych kalkulujących ewapotranspirację (parowanie z powierzchni roślin i gleby) na podstawie danych meteorologicznych. Metoda ta ma szerokie zastosowanie w rolnictwie, warzywnictwie i sadownictwie, niestety nie zawsze sprawdza się w szkółkach kontenerowych.

Metody oparte na kryteriach roślinnych polegają na wykorzystaniu różnego rodzaju czujników określających stan uwodnienia roślin, na przykład grubość liści, dynamikę zmian średnicy pędu czy też intensywność

przepływu soku komórkowego w pędach roślin. Pomimo wielu już lat badań metodę tę praktycznie stosuje się tylko w pracach badawczych i szklarniach eksperymentalnych.

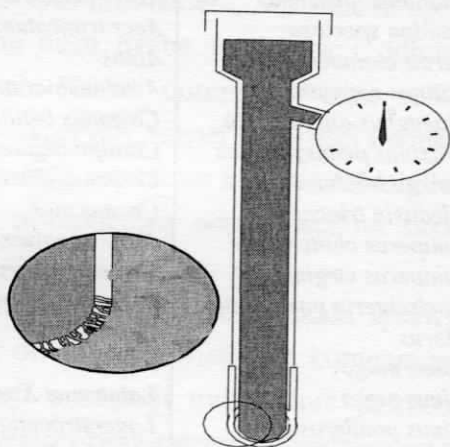
Tabela 1. Względna odporność wybranych gatunków roślin na niedobory wody (wg Cerny i współautorów 2002)

Odporność na niedobory wody		
wysoka	średnia	niska
<i>Acer ginnala</i>	<i>Abies concolor</i>	<i>Acer palmatum</i>
<i>Acer negundo</i>	<i>Acer campestre</i>	<i>Acer rubrum</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Betula occidentalis</i>
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Acer saccharum</i>	<i>Betula pendula</i>
<i>Catalpa speciosa</i>	<i>Acer truncatum</i>	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>
<i>Cercis canadensi</i>	<i>Alnus</i>	<i>Cornus alternifolia</i>
<i>Cotinus coggyria</i>	<i>Amelanchier arborea</i>	<i>Cornus kousa</i>
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<i>Catalpa bignonioides</i>	<i>Larix</i>
<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	<i>Magnolia</i>
<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Cornus mas</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
<i>Juniperus chinensis</i>	<i>Corylus colurna</i>	<i>Salix</i>
<i>Juniperus virginiana</i>	<i>Crataegus laevigata</i>	<i>Sorbus</i>
<i>Koeleruteria paniculata</i>	<i>Fraxinus americana</i>	
<i>Morus</i>	<i>Ilex opaca</i>	
<i>Pinus mugo</i>	<i>Juglans</i>	
<i>Pinus nigra</i>	<i>Laburnum X watereri</i>	
<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Lagerstroemia indica</i>	
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i>	
<i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>	
<i>Quercus bicolor</i>	<i>Picea abies</i>	
<i>Quercus macrocarpa</i>	<i>Picea glauca</i>	
<i>Quercus muehlenbergii</i>	<i>Picea omorika</i>	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Picea pungens</i>	
<i>Ulmus americana</i>	<i>Quercus alba</i>	
<i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Quercus rubra</i>	
<i>Ulmus pumila</i>	<i>Sophora japonica</i>	
	<i>Syringa reticulata</i>	
	<i>Thuja</i>	
	<i>Tilia</i>	

Najczęściej jako kryterium nawadniania przyjmuje się tzw. kryterium glebowe, gdzie nawadnia się rośliny dla utrzymania określonej wilgotności

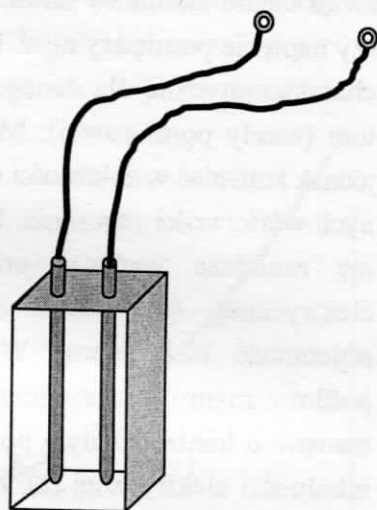
podłoża. Doświadczony ogrodnik doskonale potrafi metodą organoleptyczną określić optymalny dla roślin poziom wilgotności podłoża. W przypadku dużego gospodarstwa i znacznego zróżnicowania produkcji zabiera to stosunkowo dużo czasu. Dlatego korzystne jest prowadzenie pomiarów wilgotności podłoża. Przy prawidłowym montażu i obsłudze czujników uzyskujemy dane o wilgotności podłoży w najważniejszych obszarach produkcji. Wilgotność podłoża może być mierzona za pomocą różnego rodzaju urządzeń pomiarowych. W uprawach polowych często stosowane są tensjometry. Są to stosunkowo proste urządzenia (rys. 1), składające się z ceramicznego sączka i wakuometru (manometru mierzącego podciśnienie), za pomocą którego bezpośrednio wyznacza się poziom dostępności wody dla roślin (potencjał wodny gleby). Niestety, tradycyjne tensjometry zawodzą w podłożach porowatych, jakie przede wszystkim stosowane są w szkółkarstwie.

Jeszcze niedawno w USA do wyznaczania wilgotności podłoży powszechnie stosowano urządzenia wykorzystujące zjawisko zmian oporności elektrycznej czujnika w zależności od jego wilgotności. Oporność elektryczna jest to wielkość charakteryzująca element przewodzący. Wartość oporu elektrycznego właściwego dla różnych materiałów jest różna, najmniejsza dla metali, największa dla dielektryków (izolatorów). Czujnikami pomiarowymi w tego rodzaju urządzeniach są elektrody umieszczone wewnątrz specjalnych bloczków wykonanych z gipsu lub innego materiału chłonnego wodę (rys. 2). Wraz ze zmianami wilgotności podłoża zmienia się wilgotność bloczka, a przez to i jego oporność, którą można wyznaczyć za pomocą miernika. Metoda opornościowa ma niestety także poważne wady – występuje tu stosunkowo wysoka bezwładność



Rys. 1. Tensjometr

pomiaru. Bardzo często pojemność wodna bloczka jest wyższa od pojemności wodnej podłoża. Może się zdarzyć sytuacja, kiedy podłoże zaczyna gwałtownie przesycać, a bloczek jest jeszcze wilgotny. Mierzac wilgotność w tym momencie, otrzymamy wynik zawyżony. Odwrotna sytuacja wystąpi przy nawadnianiu przesuszonego podłoża. Inną bardzo poważną wadą tej metody jest stosunkowo wysoka zależność wysokości pomiaru od temperatury, a przede wszystkim od zasolenia podłoża.

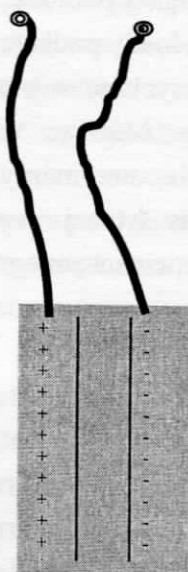


Rys. 2. Bloczek gipsowy

Obecnie stosunkowo najtańszą i najlepszą metodą pomiaru wilgotności podłoża jest tzw. **metoda pojemnościowa** wykorzystująca zjawisko wpływu wilgotności podłoża na pojemność elektryczną sondy pomiarowej. Pojemność elektryczna jest to wielkość charakteryzująca elektryczne właściwości przewodnika. Zależy ona od kształtu i rozmiarów przewodnika oraz przenikalności elektrycznej otaczającego ośrodka (Jaworski i Dietlaf 1999). W naszym przypadku tym ośrodkiem jest podłoże. Ładunki elektryczne działają na siebie przez pole elektrostatyczne, a siła tego oddziaływania zależy od wielu czynników. Można tu wymienić wielkość ładunków, wymiary przewodników, na których zgromadzone są ładunki, ich wzajemne usytuowanie i właściwości elektryczne ośrodka otaczającego przewodniki (podłoża). Klasyfikując ciała pod względem właściwości elektrycznych, możemy podzielić je na trzy grupy: przewodniki, dielektryki i półprzewodniki. Przewodniki to ciała, w których swobodnie przemieszczają się ładunki elektryczne. **Dielektryki** są przeciwieństwem przewodników, ładunki w nich nie mogą się przemieszczać. Ciała takie nazywamy izolatorami. Pojemnościowy czujnik wilgotności gleby to w najprostszej formie dwa przewodniki oddzielone izolatorem – czyli kondensator (rys. 3). W określonych warunkach elektrycznych otoczenia

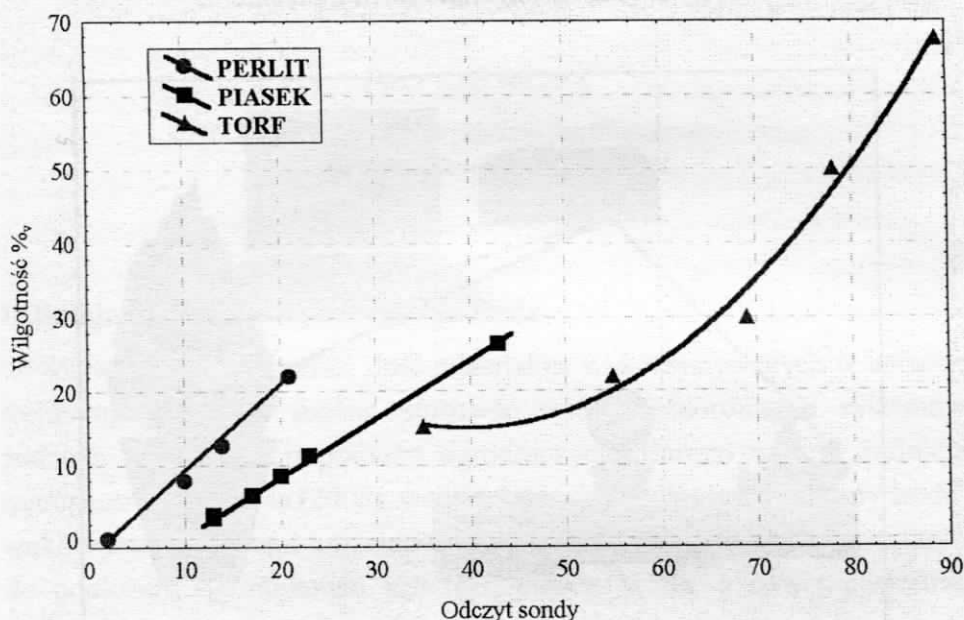
zwiększenie ładunków na okładkach kondensatora proporcjonalnie zwiększy napięcie pomiędzy nimi. Pojemność elektryczna układu jest wielkością charakterystyczną dla danego kondensatora (sondy pomiarowej). Może się ona jednak zmieniać w zależności od elektrycznych właściwości otoczenia. Im otoczenie ma mniejsze wartości przenikalności elektrycznej, tym układ ma większą pojemność elektryczną. W przypadku podłoży mamy do czynienia z komponentami o bardzo różnym poziomie przenikalności elektrycznej (ϵ). Przykładowo bardzo niską przenikalność (wysoki poziom izolacji) ma powietrze (1), niską gleba (4), a bardzo wysoki poziom przenikalności elektrycznej ma woda (80).

Wyznaczenie wilgotności podłoża polega więc na określeniu pojemności układu, która uzależniona jest przede wszystkim od zawartości wody w otoczeniu sondy. Badania prowadzone w kilku ośrodkach naukowych wykazały stosunkowo (w porównaniu z innymi metodami pomiarowymi) niewielki wpływ temperatury i zasolenia na wysokości pomiarów wilgotności. Potwierdzono także przydatność tej metody do oceny wilgotności zarówno gleb mineralnych, jak i podłoży organicznych (Anonim 2001; Czarnomski i in. 2005). Dostępne na rynku mierniki wilgotności podają procentową zawartość wody w skali od 0 do 100% (0 – sonda umieszczona w powietrzu, 100% – sonda zanurzona w wodzie). W zależności od modelu mierniki mogą mieć wprowadzone do pamięci modele kalibracyjne określonych gleb lub podłoży. Odczyty pomiarów wilgotności mogą być traktowane jako wartości względne, gdzie na podstawie oceny organoleptycznej określamy optymalny poziom wilgotności. Można także przeprowadzić własną kalibrację urządzenia, aby dokładnie znać procentową zawartość



Rys. 3. Sonda

wody w podłożu. Przykładową kalibrację trzech różnych podłoży przeprowadzoną w ISK przedstawiono na rysunku 4.

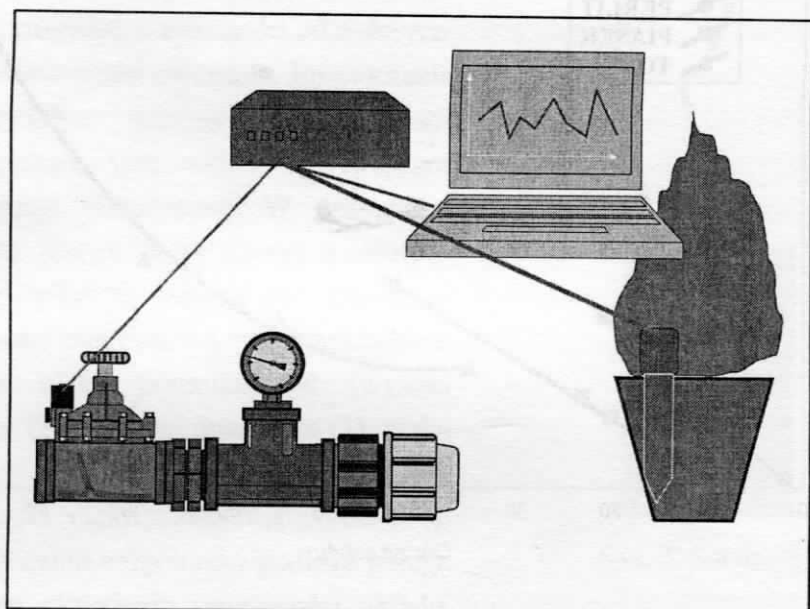


Rys. 4. Kalibracja sondy pojemnościowej

Pomiary wilgotności podłoży mogą być prowadzone za pomocą tzw. mierników ręcznych, kiedy za pomocą jednego czytnika możemy odczytywać aktualny poziom wilgotności z wielu sond. Możliwe jest także monitorowanie przebiegu wilgotności podłoży za pomocą zasilanego bateriami urządzenia zbierającego dane. Sondy pomiarowe mogą być także wykorzystane do uruchamiania lub blokowania nawadniania sterowanego tradycyjnymi sterownikami nawodnieniowymi. W wersji zaawansowanej proces nawadniania i monitoringu wilgotności podłoża może być sterowany za pomocą komputera (rys. 5). Odpowiednio zmodyfikowane sondy pojemnościowe mogą być wykorzystane do sterowania zamgławianiem ukorzenianych sadzonek.

W ISK dotychczas wykorzystywaliśmy sondy pojemnościowe do nawadniania kontenerowej uprawy drzewek jabłoni, bezglebowej uprawy truskawek

oraz w badaniach nad wpływem nawadniania na wzrost i kwitnienie cante-deskii. Uprawy prowadzone były w glebie mineralnej, mieszaninie torfu z włóknem kokosowym oraz mieszaninie torfu z piaskiem.



Rys.5. Schemat ideowy instalacji nawodnieniowej sterowanej komputerem PC

Literatura

- Anonim 2001. Measuring Water Content in Organic Soils using ECH 2 O Probes. Decagon Devices, Inc.
- Cerny T.A., Kuhns M., Kapp K.L. 2002. Efficient irrigation of trees and shrubs. Utah State University Extension. Electronic Publishing HG-523: 1-5.
- Czarnomski N., Moore G., Pypker T., Licata J., Bond B. 2005. Precision and accuracy of three alternative instruments for measuring soil water content in two forest soils of the Pacific Northwest. Can. J. For. Res. 35(8): 1867-1876.
- Jaworski B.M., Dietłaf A.A. 1999. Fizyka poradnik encyklopedyczny. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.