

**Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie**

**prof. dr hab. Stanisław Kaniszewski  
prof. dr hab. Waldemar Treder  
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach**

# **RACJONALNE NAWADNIANIE WARZYW**

**Brwinów 2021**

# Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie

ISBN 978-83-88082-44-3

Wydawca: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie

Projekt okładki Agnieszka Leitgeber-Graczyk

Korekta redakcyjna: Marta Gajewska, Anna Kowalska, Łukasz Laskowski

Skład: db PRINT POLSKA Sp. z o.o.

Druk: db PRINT POLSKA Sp. z o.o

## Autor

prof. dr hab. Stanisław Kaniszewski, prof. dr hab. Waldemar Treder

Nakład: 1500 szt.

Poradnik opracowano w ramach Planu operacyjnego KSOW na lata 2020-2021.  
Operacja pt. „Dobre praktyki w gospodarowaniu wodą w rolnictwie i na obszarach wiejskich.”



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”  
Publikacja opracowana przez prof. dr hab. Waldemara Tredera i prof. dr hab. Stanisława Kaniszewskiego na zlecenie Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie w ramach operacji „Dobre praktyki w gospodarowaniu wodą w rolnictwie i na obszarach wiejskich”. Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej „Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020.  
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

# Spis treści

1. Wstęp .....	7
2. Kryteria nawadniania roślin .....	9
3. Systemy nawadniania .....	15
4. Źródła i jakość wody do nawadniania .....	22
5. Zasady integrowanego nawadniania .....	28
6. Nawadnianie warzyw .....	33
6.1. Nawadnianie warzyw korzeniowych .....	35
6.1.1. Marchew .....	35
6.1.2. Pietruszka .....	39
6.1.3. Seler korzeniowy .....	41
6.1.4. Burak ćwikłowy .....	43
6.1.5. Pasternak .....	44
6.1.6. Agrotechniczne metody ograniczania ewaporacji .....	45
6.2 Nawadnianie warzyw kapustowatych .....	49
6.2.1. Kalafior .....	49
6.2.2. Brokuł .....	52
6.2.3. Kapusta głowiasta biała, czerwona, włoska .....	54
6.2.4. Jarmuż .....	57
6.2.5. Agrotechniczne metody ograniczania ewaporacji .....	58
8.3. Nawadnianie warzyw cebulowatych i liściowych .....	63
8.3.1. Cebula .....	63
6.3.2. Por .....	66
6.3.3. Czosnek .....	68
6.3.4. Sałata .....	69
6.3.5. Szpinak .....	71
6.3.6. Seler naciowy .....	72
6.3.7. Agrotechniczne metody ograniczania ewaporacji .....	73
6.4. Nawadnianie warzyw psiankowatych i dyniowatych .....	77
6.4.1. Pomidor .....	77
6.4.2. Papryka .....	81
6.4.3. Ogórek .....	82
8.4.4. Dynia .....	85
8.4.5. Agrotechniczne metody ograniczenia ewaporacji .....	87



# Kryteria, zasady i systemy nawadniania roślin



# 1. Wstęp

Polska ma jeden z najgorszych bilansów wodnych w Europie. Powodem takiej sytuacji są małe opady roczne (średnio ok. 650 mm), wysoka ewapotranspiracja\* (450 mm) i mały udział dopływu rzecznej spoza granic kraju (13%). Ograniczone zasoby wodne mogą w przyszłości stanowić barierę rozwoju gospodarczego kraju oraz negatywnie wpływać na stan środowiska i jakość życia społeczeństwa.

Dostępność wody jest jednym z ważniejszych czynników określających możliwość rozwoju gospodarczego. Przy obecnie panujących tendencjach, wraz ze wzrostem populacji, zwiększa się zapotrzebowanie na wodę. Wynika to nie tylko z poprawy jakości życia i wzrostu przemysłowania, ale także z intensyfikacji rolnictwa, które w wielu rejonach świata jest głównym konsumentem wody. Z powodu znacznego zwiększenia powierzchni upraw nawadnianych w latach 1960 - 2000 zużycie wody na świecie wzrosło dwukrotnie. Także w skali naszej gospodarki rolnictwo jest znaczącym konsumentem wody.

Chcąc konkurować na rynkach światowych polskie rolnictwo zmuszone zostanie do znacznego zwiększenia powierzchni nawadnianych upraw, a więc i większego zużycia wody. Konieczne jest zatem podjęcie działań na rzecz stosowania racjonalnych metod gospodarowania wodą, retencjonowania powstałych zasobów wodnych, ich zagospodarowywania i ochrony. W celu zwiększenia efektywności wykorzystania wody i zminimalizowania jej strat rolnicy powinni wykorzystywać oszczędne metody nawadniania, połączone z nawykiem poszanowania tego surowca. Istotne jest wprowadzenie metod integrowanego nawadniania, polegające na tym, by nawadniać tylko wtedy, gdy przyniesie to oczekiwane efekty związane ze zwykłą plonem i poprawą jego jakości. Kluczowe znaczenie ma także zastosowanie automatyki nawadniania, która wyeliminuje możliwość popełnienia błędów przez użytkownika, a tym samym znacząco obniży straty wody.

Obecnie nawadnianie upraw w wielu gospodarstwach stosuje się jeszcze w ograniczonym zakresie. Wynika to często ze względów ekonomicznych i braku dostępu do odpowiedniej ilości i jakości wody. Prognozowane zmiany klimatu w perspektywie 40-50 lat wskazują na konieczność stosowania nawadniania w połowej produkcji ogrodniczej. Zgodnie z różnymi scenariuszami zmian klimatu w Europie Centralnej, kilkustopniowemu wzrostowi temperatury nie będzie towarzyszył istotny wzrost opadów. Nasili się występowanie zjawisk ekstremalnych takich jak susze czy lokalnie występujące gwałtowne ulewy, charakteryzujące się bardzo niską efektywnością. Obecnie można zaobserwować zmianę rozkładu opadów w ciągu roku – ich wzrost w okresie zimowym i spadek w okresie letnim. Wszystkie powyższe czynniki wpłyną na pogorszenie bilansu wodnego, dlatego też konieczne jest podjęcie szeregu działań zarówno profilaktycznych, jak i interwencyjnych.

Działania profilaktyczne to oszczędzanie wody, które ma wymiar nie tylko proekologiczny, ale również ekonomiczny. Ograniczone zasoby wodne mogą w przyszłości stanowić barierę rozwoju nie tylko dla szeroko pojętego rolnictwa, ale także innych działów gospodarki. Dlatego należy jak najoszczędniej gospodarować zasobami wodnymi, wodę pobierać tylko zgodnie z regulacjami opisanymi w Prawie Wodnym.

W warunkach Polski podstawowym źródłem wody dla roślin uprawianych w polu są opady atmosferyczne. Bardzo niekorzystnym obserwowanym obecnie zjawiskiem jest zwiększe-

nie częstotliwości występowania lat z wysokimi niedoborami opadów oraz coraz częstsze występowanie ciągów (następujących po sobie) lat suchych. Średnio w okresie wielolecia dotkliwe susze w Polsce występowały raz na 4 - 5 lat. Ostatnie dotkliwe susze rolnicze na terenie całego kraju wystąpiły w 2015, 2018 i 2019 roku. Powoduje to, że wielkość i rozkład opadów w czasie jest niewystarczająca dla uprawy warzyw, drzew i krzewów owocowych. Działaniami zapobiegającymi suszy jest zwiększanie pojemności wodnej gleb poprzez odpowiednie zbięgi agrotechniczne lub ograniczanie ewaporacji poprzez stosowanie ściółek. Lata suche oraz intensyfikacja produkcji sprawiają, że zabiegi profilaktyczne są niewystarczające i konieczne jest zastosowanie nawadniania.

Przy planowaniu nawadniania należy wziąć pod uwagę wiele czynników, zarówno technicznych, technologicznych, jak i ekonomicznych. Wybór optymalnego, efektywnego dla danego gospodarstwa i uprawy sposobu nawadniania wymaga podstawowej wiedzy technicznej. Wiedza ta jest także potrzebna do obiektywnej oceny jakości oferowanych rozwiązań. Cena nie może być traktowana jako jedyne kryterium wyboru konkretnego rozwiązania technicznego. Instalacje nawodnieniowe buduje się na co najmniej kilka lat. Muszą być jak najmniej zawodne, zwłaszcza, że w okresie wzrostu roślin nie ma możliwości na dodatkowe naprawy i przeróbki. Złej jakości przewody, elementy złączne i emiterzy są przyczyną częstej awaryjności instalacji nawodnieniowych. Skutkuje to stratą czasu, wody, energii i nawozów. W celu optymalnego wykorzystywania wody konieczna jest także wiedza o potrzebach wodnych roślin i praktycznym stosowaniu kryteriów nawodnieniowych.

*\* Ewapotranspiracja - całokształt procesów związanych z odpływem do atmosfery wody parującej z powierzchni gleby (ewaporacja) pokrytej roślinnością (transpiracja). Na wielkość ewapotranspiracji wpływają czynniki meteorologiczne (m. in. temperatura i wilgotność powietrza, radiacja słoneczna, prędkość wiatru), glebowe (m. in. skład mechaniczny, wilgotność) oraz roślinne (m. in. gatunek, faza rozwojowa, zawartość łanu).*



## 2. Kryteria nawadniania roślin

Kryteria nawadniania roślin to nic innego jak mierzalne parametry według, których prowadzi się nawadnianie. Teoretycznie można stosować kryteria roślinne, klimatyczne i glebowe. Ze względu na małą dostępność tanich i wiarygodnych czujników roślinnych, w praktyce do planowania częstotliwości nawadniania wykorzystuje się kryteria klimatyczne i/lub glebowe.

### Kryteria klimatyczne

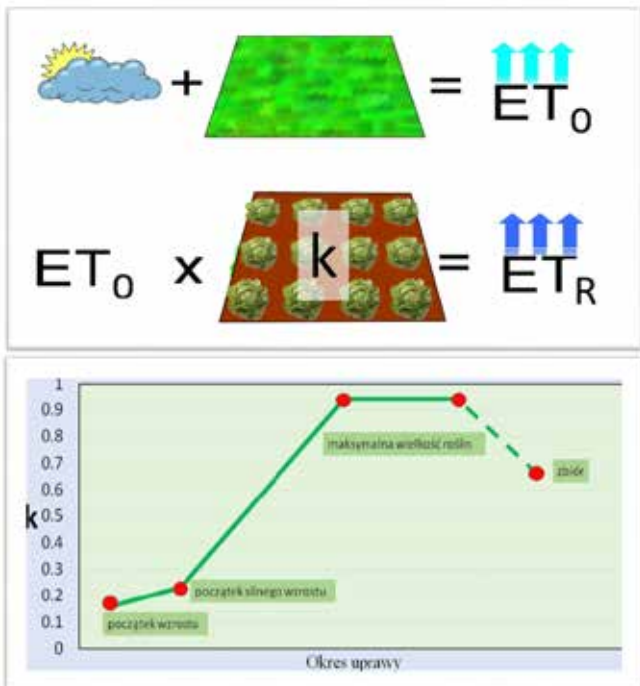
Potrzeby wodne roślin zależne są od przebiegu warunków pogody, specyficznych cech gatunkowych oraz wielkości roślin. Przebieg pogody wpływa na wysokość parowania z powierzchni gleby (ewaporacja) oraz roślin (transpiracja). Suma parowania nazywana jest ewapotranspiracją. Wartość ewapotranspiracji określonego gatunku roślin szacuje się poprzez wyznaczenie tzw. ewapotranspiracji wskaźnikowej ( $ET_0$ ), która określa zdolność atmosfery do wywołania parowania wody z powierzchni pokrytej roślinami, przy optymalnej wilgotności gleby (odnośnikiem jest tu łąk trawy). Potrzeby wodne określonego gatunku roślin (ewapotranspiracja rzeczywista  $ET_R$ ) określana jest poprzez pomnożenie wartości ewapotranspiracji wskaźnikowej przez specyficzny dla każdego gatunku roślin współczynnik roślinny ( $k$ ).  
Rys. 1. Schemat metodyki wyznaczania potrzeb wodnych roślin

$$ET_R = k \cdot ET_0$$

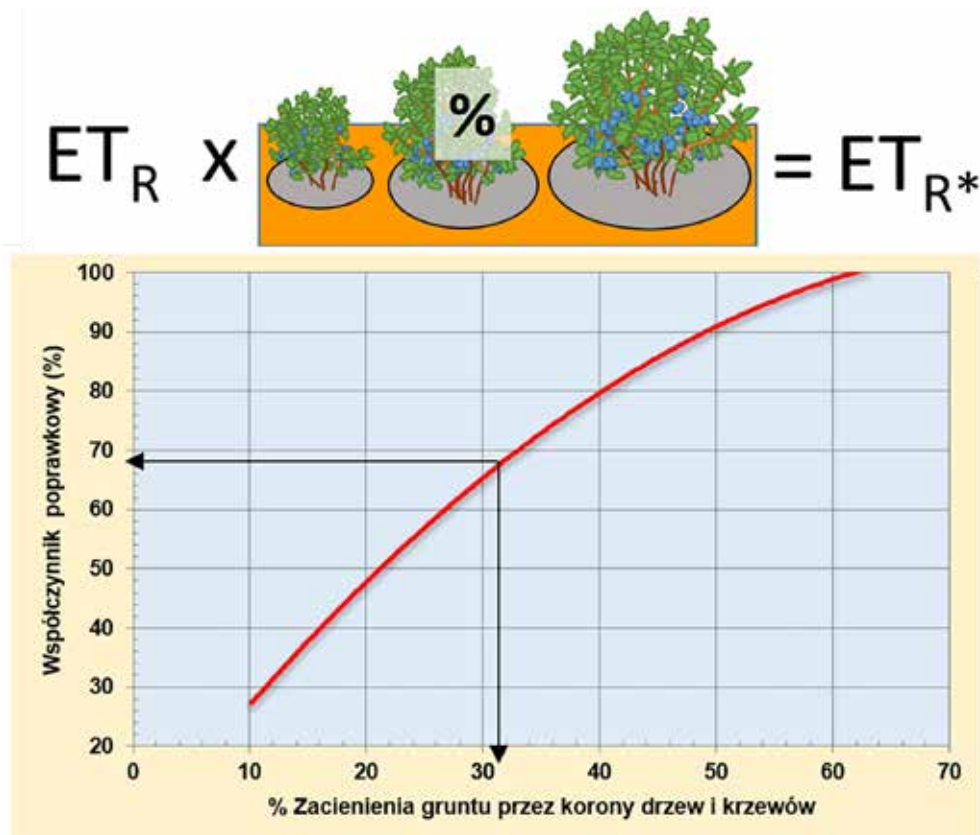
Wartość tego współczynnika jest charakterystyczna dla każdego gatunku roślin i zmienia się w poszczególnych fazach rozwojowych (Rys. 1).

Ponadto przy obliczaniu ewapotranspiracji rzeczywistej u roślin sadowniczych uwzględnia się wielkość korony drzew i krzewów. Wyznaczoną wcześniej wartość  $ET_R$  mnoży się przez współczynnik poprawkowy, uwzględniający wielkość drzew lub krzewów. Wysokość współczynnika poprawkowego można wyznaczyć za pomocą nomogramu przedstawionego na (rys 2.)

Rys. 1. Schemat metodyki wyznaczania potrzeb wodnych roślin



Rys. 2. **Nomogram do wyznaczania wartości współczynnika poprawkowego uwzględniającego wielkość koron drzew lub krzewów.**



W warunkach klimatycznych Polski maksymalna ewapotranspiracja przypada na lipiec i sierpień. Jej średnia dzienna wartość w tym okresie wynosi zazwyczaj około 3,5 mm (35 m<sup>3</sup> wody/ha/dobę), jednak w bardzo upalne i wietrzne dni może przekraczać 5 mm na dobę. Oznacza to, że w takich warunkach użytki zielone przy optymalnej wilgotności gleby pobierają ponad 50 m<sup>3</sup> wody dziennie. Ponieważ wielkość ewapotranspiracji (ET<sub>0</sub>) zależy od parametrów pogodowych (temperatura i wilgotność powietrza, promieniowanie słoneczne, prędkość wiatru), można ją obliczyć wykorzystując dane meteorologiczne lub odczytać z automatycznej stacji meteorologicznej (o ile stacja ma taką funkcjonalność), (Fot. 1).

W celu ułatwienia ogrodnikom praktycznego stosowania integrowanego nawadniania, w Instytucie Ogrodnictwa opracowano Internetową Platformę Wspomagania Decyzji Nawodnieniowych (IPWDN): <http://www.nawadnianie.inhort.pl>. Serwis poświęcony jest nawadnianiu wszystkich rodzajów upraw ogrodniczych. Na stronie można znaleźć publikacje naukowe, artykuły popularnonaukowe oraz wykłady poświęcone nawadnianiu. Bardzo ważnym elementem serwisu są aplikacje obliczeniowe, które pozwalają na wyznaczenie wielu istotnych parametrów przydatnych przy prowadzeniu nawadniania i fertygacji roślin ogrodniczych (m. in. według kryteriów klimatycznych i glebowych). Na stronie portalu umieszczono kalkulatory do wyznaczania ewapotranspiracji wskaźnikowej [www.nawadnianie.inhort.pl/](http://www.nawadnianie.inhort.pl/)

Fot. 1. **Automatyczna stacja meteorologiczna**

eto, a także aplikacje służące do wyznaczania potrzeb wielu gatunków roślin sadowniczych i warzywnych na podstawie obliczonej wcześniej ewapotranspiracji. Wymienione informacje można znaleźć na stronach:

- rośliny sadownicze: <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-nawadniania-rs>.
- rośliny warzywne: <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>

Na platformie zamieszczono również metodyki, opisujące sposób samodzielnego wyznaczania potrzeb wielu gatunków roślin: <http://www.nawadnianie.inhort.pl/metodyki>

Metoda nawadniania oparta na kryteriach klimatycznych bardzo dobrze sprawdza się w praktyce, na co wskazują wyniki badań. Należy jednak podkreślić, że wymaga ona odpowiedniej wiedzy, doświadczenia, wiarygodnych danych meteorologicznych i zaangażowania czasu własnego.

## Kryteria glebowe

Alternatywą lub uzupełnieniem dla metod opartych o analizę danych klimatycznych są techniki wykorzystujące pomiary parametrów glebowych. Właściwości wodne gleby można opisać dwójako:

- określając ilość wody w danej objętości (lub masie) gleby,
- charakteryzując jej dostępność (potencjał), poprzez określenie siły, z jaką jest zatrzymywana w glebie/podłożu. Potencjał wody w glebie przyjmuje wartości ujemne (w wodzie wynosi 0) i jest wyrażany w jednostkach podciśnienia.

Stan uwodnienia może zostać określony poprzez trzy poziomy charakterystyczne dla każdego typu gleby: maksymalną pojemność wodną (MPW), połowę pojemność wodną (PPW) i punkt trwałego wędnięcia (PTW).

MPW – to maksymalna ilość wody jaką gleba może zgromadzić w profilu, odpowiadająca całkowitemu nasyceniu wodą wszystkich porów glebowych.

Fot. 2. **Bezprzewodowa sonda pomiarowa**



Fot. 3. **Tensjometr**



PPW – to zawartość wody w momencie, gdy ustanie odpływ wody grawitacyjnej, która znajdowała się w największych porach glebowych i odpłynęła w głąb profilu dzięki sile grawitacji.

PTW – określa stan, kiedy zawartość wody w glebie zmniejsza się aż do poziomu, w którym nie może już zostać pobrana przez rośliny. Prowadzi to do trwałego wędnięcia roślin, co oznacza, że nie odzyskują one pełnego turgoru, nawet w przypadku zwiększenia zawartości wody w glebie.

Na podstawie powyższych kategorii można obliczyć zapas wody ogólnie dostępnej dla roślin (PPW-PTW). W praktyce nawadnianie rozpoczyna się w momencie wyczerpywania zapasu tzw. wody bardzo łatwo dostępnej. Potencjał wodny gleby, która zawiera wodę bardzo łatwo dostępną, mieści się w zakresie (od -20 do -70 kPa). Potencjał ten można zmierzyć za pomocą tensjometrów (Fot. 2).

Tensjometr składa się z ceramicznego sączka, rurki z tworzywa sztucznego i wakuometru (miernika podciśnienia). Po napełnieniu tensjometru wodą i umieszczeniu go w glebie ustala się stan równowagi. Gdy gleba przesyca, woda przemieszcza się do niej przez element ceramiczny powodując zmianę ciśnienia w rurce, a przez to i odczytu na mierniku.

W handlu dostępne są tensjometry o zróżnicowanej długości, umożliwiające pomiar potencjału wody w glebie na różnych głębokościach. Zakres działania tensjometru wynosi od 0 (pełne nasycenie gleby wodą) do ok. (- 80) kPa. Tensjometr jest urządzeniem wymagającym nadzoru. W przypadku zbyt niskiego potencjału do wnętrza tensjometru może dostać się powietrze. Zapowietrzony tensjometr podaje błędny odczyt, zatem należy go ponownie napełnić wodą. Istnieje możliwość podłączenia tensjometrów do układów elektronicznych, co umożliwi automatyczny odczyt, rejestrację danych, a także możliwość kontrolowania pracy zaworów.

Tensjometr należy umieścić w strefie korzeniowej roślin na głębokości zalegania głównej masy korzeniowej, w obszarze, gdzie działanie systemu nawadnieniowego ma wpływ na zmiany potencjału wodnego gleby. Te same zalecenia dotyczą czujników mierzących wilgotność gleby (zawartość wody w glebie). Sama wilgotność nie mówi jeszcze o potencjale wodnym gleby, ale można założyć, że rośliny będą miały nieograniczony dostęp do wody, przy utrzymaniu jej wilgotności w zakresie 80-100% polowej pojemności wodnej. Obserwacja



Rys. 3. **Bezprzewodowy system czujników pomiarowych i sterowania zaworami Agreus.**

przebiegu odczytów miernika wilgotności umożliwia wyznaczenie punktu, odpowiadającego połowej pojemności wodnej. Jest to wartość odczytu od 1 do 2 dni po intensywnych opadach deszczu lub intensywnym nawadnianiu.

Poziom optymalnej wilgotności można również wyznaczyć organoleptycznie, pobierając próbki gleby i ściskając je w dłoni. Jeżeli woda z gleby daje się łatwo wycisnąć, przypuszczalnie gleba jest bardzo wilgotna (wilgotność zbliżona do wartości PPW nawet wyższa). W przypadku, gdy powstała po zgnieceniu bryłka rozsypuje się i nie zostawia wilgoci na palcach, gleba jest za sucha. Można przyjąć, że gleba o optymalnej wilgotności po zgnieceniu stworzy trwałą bryłkę, a na dłoni i palcach pozostanie ślad wilgoci. Przy takiej wilgotności gleby należy odczytać wartość na posiadanym mierniku i w ten sposób wyznaczyć próg wilgotności. Nie należy dopuszczać, aby gleba przesychała dużo poniżej tego progu.

Wilgotność gleby można wyznaczać za pomocą różnego rodzaju mierników. Najprostsze wykorzystują zjawisko wpływu wody na zmiany oporności elektrycznej, mierzonej w porowatym bloczku umieszczonym w glebie. Zaawansowane urządzenia monitorują zmiany przenikalności elektrycznej gleby (Fot 3. ). Czujniki tego typu znajdują coraz szersze zastosowanie do kontrolowania wilgotności gleby w warunkach polowych oraz wilgotności podłoża bezglebowych w uprawach pod osłonami. Zaletą czujników nowej generacji jest łatwa integracja z systemami

Fot. 4. **Miernik z sondą pomiarową**

gromadzenia danych oraz możliwość przesyłania wyników pomiarów bezprzewodowo.

Obecnie na rynku znajdują się także sondy pomiarowe całkowicie bezprzewodowe, zasilane solarnie, umożliwiające odczyt mierzonych parametrów w aplikacji internetowej. Tego rodzaju czujniki glebowe mogą mierzyć wilgotność, temperaturę, ale także zasolenie gleby, dzięki czemu użytkownik może w sposób bardziej precyzyjny sterować nie tylko nawadnianiem, ale także nawożeniem. Umieszczenie w jednej sondzie pomiarowej czujników na różnych poziomach pozwala na monitorowanie parametrów glebowych na kilku głębokościach profilu glebowego. Uzyskane w ten sposób informacje pozwalają między innymi na obiektywną ocenę efektywności opadów oraz ich wpływu na wymywanie składników mineralnych w głąb gleby.

Najnowsze rozwiązania na poziomie tzw. internetu rzeczy (IoT) pozwalają na budowę bezprzewodowych systemów automatycznego sterowania nawadnianiem na podstawie monitoringu wilgotności i zasolenia gleby. Bezprzewodowy jest nie tylko odczyt mierzonych parametrów, ale także sterowanie zaworami (Fot. 4.) i (Rys. 3).

Wymienione w powyższym rozdziale kryteria nawadniania mogą być stosowane rozdzielnie lub łącznie. W zależności od potrzeb nawadnianej uprawy i posiadanych rozwiązań technicznych może to być:

- określanie częstotliwości i dawki wody na podstawie szacowanej ewapotranspiracji, przy wspomaganii się okresowymi pomiarami wilgotności gleby;
- nawadnianie na podstawie pomiarów wilgotności (potencjału wodnego) gleby.

Bardzo ważnymi elementami przy podejmowaniu decyzji o nawadnianiu są także: znajomość okresów krytycznych wrażliwości na suszę poszczególnych gatunków roślin, głębokości ich korzenia się, a także posiadana wiedza na temat właściwości wodnych gleb.

### 3. Systemy nawadniania

Podstawowe metody nawadniania stosowane w polowych uprawach ogrodniczych to deszczowanie, mini-zraszanie i systemy kropłowe. Pod osłonami, poza mini-zraszaniem i nawadnianiem kropłowym, stosowane są systemy podsiąkowe i zalewowe. Wybór rodzaju systemu nawodnieniowego zależy od wymagań agrotechnicznych roślin, zastosowanej technologii uprawy oraz dostępności wody i energii. Dobór odpowiedniego systemu nawadniania uzależniony jest przede wszystkim od technologii uprawy oraz ilości i jakości dostępnej wody.

W polowej uprawie warzyw najczęściej stosowane są systemy deszczowniane, które imitują opad deszczu. (Fot. 5.) W celu uzyskania prawidłowej pracy deszczowni, ciśnienie robocze dla zraszaczy obrotowych powinno wynosić od około 0,25 do 1,0 MPa (w zależności od średnicy dyszy zraszacza). Zapewnienie wysokiego ciśnienia roboczego wiąże się z dużym jednostkowym zapotrzebowaniem na wodę. Dla najczęściej stosowanych w uprawie warzyw zraszaczy, których średnica dysz waha się od 4 do 12 mm, wydatek wody wynosi od 0,8 do 12,2 m<sup>3</sup>/h. Przy przykładowych rozstawach zraszaczy (od 12 x 12 do 24 x 24 m) intensywność deszczowania wynosi od 6 do 12 mm/h, a więc jednostkowe zapotrzebowanie na wodę będzie oscylowało w granicach od 30 do 120 m<sup>3</sup>/ha/h. Duże jednostkowe zużycie wody w czasie deszczowania wymaga zapewnienia odpowiednio wydajnego źródła wody, wydajnych agregatów pompowych oraz rur o odpowiednio dużych przekrojach, co generuje wysokie koszty. Tego rodzaju deszczownie używane są również do ochrony roślin sadowniczych przed przymrozkami wiosennymi oraz do nawadniania szkółek kontenerowych.

Alternatywą dla wysokociśnieniowych systemów deszczownianych są deszczownie niskociśnieniowe, w których stosuje się zraszacze o małej wydajności (Fot 5.).

Przykładami deszczowni niskociśnieniowej są deszczownie szpulowe konsolowe lub niskociśnieniowe deszczownie przetaczane. Posiadają one zraszacze nasadkowe o średnicy dyszy 3 - 6 mm, umieszczone na belce deszczującej co 0,5 - 1,0 m. Zraszacze pracują prawidłowo przy ciśnieniu roboczym w przedziale 0,08 - 0,15 MPa. W celu uzyskania lepszej rów-

Fot. 5. **Konsola deszczowni szpulowej**



nomierności nawadniania wyposaża się je dodatkowo w indywidualne regulatory ciśnienia. Obniżenie ciśnienia roboczego pozwala na znaczne oszczędności wody i energii. Zaletą tego typu deszczowni jest równomierny rozkład wody na powierzchni pola, mała wrażliwość na działanie wiatru, niska intensywność opadu oraz możliwość dokładnego deszczowania pola w kształcie kwadratu lub prostokąta.

Innym rozwiązaniem deszczowni niskociśnieniowych są deszczownie przenośne lub półstałe wyposażone w specjalnie skonstruowane zraszacze obrotowe (np. młoteczkowe, „młoteczkowe turbo”, „ball-driven”) o małym wydatku wody (120 - 300 l/h) i pracujące prawidłowo przy niskim ciśnieniu roboczym 0,15 - 0,25 MPa. Zraszacze montowane są na metalowych prętach (lub plastikowych wspornikach) wciskanych w glebę i połączone z plastikową rurą zasilającą za pomocą wężyka o średnicy od 5 do 12 mm. Do połączeń wykorzystuje się różnego rodzaju szybko-złączki. Uprawa roślin wysokich wymaga zainstalowania zraszaczy na odpowiednio wysokich przedłużkach. Rury zasilające, do których podłączone są zraszacze, wykonane są z PE i mają średnicę 25; 32; 40 lub 50 mm. W zależności od rodzaju zraszacza są one montowane w rozstawie od 4 x 4 m do 8 x 8 m. Przy takiej rozstawie zraszaczy i podanym wcześniej zakresie ciśnień, intensywność opadu wynosi od 2,5 do 6,0 mm/h. Stosowane obecnie deszczownie mobilne sterowane są zdalnie, a dla zwiększenia precyzji pozycjonowania wykorzystują system GPS. Pozwala to precyzyjnie zmieniać dawki wody w zależności od położenia deszczowni oraz informacji o aktualnej wilgotności gleby.

Do nawadniania roślin sadowniczych stosowane są m. in. minizraszacze (Fot. 6.). Nawadnianie polega na zraszaniu. Zależnie od rodzaju zastosowanej wkładki uderzeniowej, minizraszacze podają wodę w postaci kropel lub strumieni. Rodzaj zastosowanej wkładki wpływa także na kształt zwilżanej powierzchni.

Minizraszacze wykorzystywane są także do ochrony drzew i krzewów owocowych przed przymrozkami wiosennymi (Fot. 7.).

Systemem o największej efektywności wykorzystania wody jest nawadnianie kroplo-

Fot. 6. **System podkoronowego mini-zraszania powierzchni gleby tylko w pobliżu roślin za pomocą wykonanych z tworzywa minizraszaczy o wydatku od 20 do 200 l/h.**



we. Stosowane jest w uprawach pod osłonami, w uprawach roślin sadowniczych i ozdobnych, a także coraz powszechniej w polowej uprawie warzyw. Jest to systemem nawadniania o znacznie mniejszym jednostkowym zapotrzebowaniu na wodę w porównaniu do systemu deszczownianego. Ciśnienie robocze potrzebne do pracy instalacji kropłowej jest znacznie niższe niż w systemie deszczownianym i wynosi od około 0,02 do 0,25 MPa (w zależności od rodzaju emiterów). Mniejsze zapotrzebowanie na wodę oraz niższe ciśnienie potrzebne do pracy systemu



Fot. 7. Nadkoronowe mini-zraszanie do ochrony roślin sadowniczych przed przymrozkami



umożliwia zastosowanie pomp o mniejszej wydajności oraz przewodów rozpraszających i innych akcesoriów o mniejszej średnicy. Obniża to koszty całego systemu. Oszczędności wody wynikają również ze zwilżenia stosunkowo niewielkiej powierzchni gleby, co ogranicza straty wody przez parowanie. Stosowanie małych dawek wody zmniejsza straty spowodowane odpływem wody poza zasięg systemu korzeniowego roślin, dzięki czemu oszczędność wody może dochodzić do 40% w porównaniu do innych systemów nawadniania. Ze względu na swe niewątpliwe zalety systemy nawadniania kropłowego stosowane są już powszechnie we wszystkich działach produkcji ogrodniczej. Najważniejszymi zaletami systemów kropłowych jest oszczędne gospodarowanie wodą, niskie zapotrzebowanie na energię, całkowite wyeliminowanie zraszania liści podczas nawadniania oraz możliwość wykonywania prac agrotechnicznych w trakcie nawadniania. Bardzo silny wiatr nie stanowi również przeszkody w nawadnianiu. W uprawach polowych powszechnie stosowane są linie i taśmy kropłujące, w których wnętrzu zamontowane są (na etapie produkcji) emiterzy kropłowe. Wprowadzenie linii kropłujących spowodowało prawdziwą rewolucję w rozwoju polowych instalacji kropłowych. Ten rodzaj emiterów pozwala na bardzo łatwe i szybkie rozkładanie nawierzchniowej instalacji nawadniającej. Linie kropłujące umieszcza się na gruncie, pod powierzchnią gruntu (warzywa, rośliny jagodowe) lub podwiesza ponad glebą. (Foto 8.).

Jeżeli linie kropłujące stosowane są do nawadniania wglębnego lub do nawadniania upraw rocznych, proces rozwijania i zwijania

Fot. 8. Linia kropłująca podwieszona ponad powierzchnią gruntu.



przewodów prowadzony jest za pomocą specjalistycznych maszyn. Ze względu na hydraulikę emiterów, linie kroplujące, jak i pojedyncze kropłowniki można podzielić na kilka rodzajów:

- bez kompensacji - wydatek zwiększa się wraz ze wzrostem ciśnienia;
- z kompensacją - wydatek jest stały w określonym zakresie ciśnień;
- z kompensacją, nie emitujące wody przy niskim ciśnieniu.

Linie kroplujące z kompensacją ciśnienia zaleca się do montowania w terenie pagórkowatym (gdzie z powodu różnicy poziomów występują znaczne różnice ciśnienia wody w instalacji) lub przy konieczności budowy długich ciągów nawodnieniowych. Maksymalna długość ciągu nawodnieniowego zależy jest od wydatku, rozstawy i typu emitera (z kompensacją czy bez) oraz średnicy wewnętrznej przewodu. (Tabela 1).

Tabela 1. **Przykładowe zalecane maksymalne długości różnych linii kroplujących dla uzyskania wysokiej równomierności nawadniania.**

Rodzaj linii kroplującej	Rozstawa między emiterami (cm)		
	30	60	75
	Maksymalny zasięg linii kroplującej		
Ø 16 mm, 2 l/h bez kompensacji	59	100	116
Ø 20 mm, 2 l/h bez kompensacji	79	140	165
Ø 16 mm, 2 l/h z kompensacją	95	200	240
Ø 20 mm, 2 l/h z kompensacją	220	370	440

(W praktyce każdy typ linii kroplującej ma swą indywidualną charakterystykę, która może różnić się od tych zawartych w tabeli).

Ze względu na dużą wrażliwość emiterów kropłowych oraz minizraszaczy na zapychanie, nieodzownym elementem każdego systemu mikro-nawodnieniowego są filtry. Źródło pozyskiwania wody determinuje jej skład chemiczny oraz ma wpływ na występujące zanieczyszczenia. Woda czerpana ze zbiorników otwartych zawiera zanieczyszczenia mechaniczne i organiczne: piasek, obumarłe części roślin i zwierząt a także biologiczne (grzyby, glony, bakterie). Woda pochodząca ze studni głębinowych często zawiera duże ilości związków Fe (żelaza), Mn (manganu). Zawartość żelaza lub manganu w wodzie powyżej 1-1,5 mg/l stanowi duże niebezpieczeństwo zapychania się emiterów kropłowych i wymaga odżelazienia. W instalacjach, w których emiterami są minizraszacze, nawet kilkakrotnie większa zawartość Fe lub Mn w wodzie nie stanowi jeszcze problemu.

Wybór sposobu filtracji zależy jest od wrażliwości systemu nawodnieniowego na zapychanie oraz rodzaju zanieczyszczeń (Tabela 2).

Tabela 2. **Dobór filtracji zależnie od rodzaju zanieczyszczeń.**

Rodzaj zanieczyszczenia	System filtracji
Zanieczyszczenia mechaniczne	filtr siatkowy lub dyskowy
Zanieczyszczenia mechaniczne, biologiczne (woda pochodząca z otwartych zbiorników)	zestaw filtrów piaskowo dyskowych, hydrocyklon
Żelazo, mangan	odżelaziacze i odmanganiacze

**Filtry siatkowe** stosowane w instalacjach nawodnieniowych charakteryzują się prostą budową. Wewnątrz cylindrycznej obudowy (wykonanej ze stali lub tworzywa sztucznego) umieszczony jest siatkowy wkład filtracyjny. Siatki filtracyjne mogą być wykonane z drutu lub tworzyw sztucznych. Wielkość „oczek” w siatce dobiera się w zależności od wielkości występujących zanieczyszczeń i wrażliwości systemu nawodnieniowego na zapychanie. Wrażliwość różnych systemów nawodnieniowych na poziom zanieczyszczenia wody zależy od przekroju dysz minizraszaczy lub wymiarów przestworów w labiryntach kroplozników. Wielkość oczka siatki filtracyjnej dobiera się tak, aby nie była ona większa niż 25% średnicy dysz zraszaczy lub najmniejszego przestworu w kanale labiryntu kroploznika. Dlatego w przypadku nawodnień kropłowych wymiar oczka powinien wynosić około 0,1 – 0,12 mm, a w przypadku minizraszania 0,2 – 0,3 mm. Im większy przepływ i bardziej zanieczyszczona woda tym szybciej rośnie opór hydrauliczny na filtrze. Wielkość tego oporu można wyznaczyć mierząc ciśnienie wody przed i za filtrem przy pomocy manometrów (zamontowanych przed i za filtrem). Jeżeli strata ciśnienia na filtrze jest wyższa niż 0,5 atm, siatka filtracyjna powinna zostać oczyszczona. Większość modeli filtrów siatkowych wymaga tzw. ręcznej obsługi. W celu oczyszczenia siatki należy ją wyjąć z obudowy i umyć, najlepiej szczotką pod bieżącym strumieniem wody. W sprzedaży są także filtry, które czyszczone są półautomatycznie i automatycznie. Filtry siatkowe często montowane są w układzie z filtrami piaskowymi lub hydrocyklonami. W instalacjach, które używają wodę bardzo dobrej jakości, filtry siatkowe służą jako zabezpieczenie przed tzw. wtórnym zanieczyszczeniem, które może być spowodowane np. awarią rurociągu.

**Filtry dyskowe** służą przede wszystkim do filtrowania wody pochodzącej ze zbiorników otwartych zawierających żywą i martwą materię organiczną. Filtry dyskowe charakteryzują się bardzo wysoką efektywnością pracy, dlatego są powszechnie montowane w instalacjach nawadniania kropłowego i minizraszania. W przypadku korzystania z wody o dużej zawartości grzybów, glonów i bakterii (np. małe zbiorniki z wodą stojącą) w instalacjach kropłowych bezpieczniej jest stosować filtry piaskowe. Wkład filtracyjny filtra dyskowego składa się z wielu krążków- „dysków”, umieszczonych jeden na drugim na odpowiednio ukształtowanym stelażu (Fot. 9. ). Rowki pokrywające przeciwne strony dysku biegną w innych kierunkach, przez co (przylegając do siebie wielokrotnie) krzyżują się. Dzięki temu tworzą się zmienne przekroje powstałych kanałów, co podnosi efektywność filtracji. Filtr powinien być oczyszczony, gdy jego opór hy-

Fot. 9. **Obudowa i wkłady filtracyjne filtra dyskowego**



Fot. 10. Zestaw filtrów pisakowych i dyskowych



drauliczny przekroczy 0,5 atm. Na rynku są dostępne filtry, które płucze się „ręcznie” lub automatycznie.

**Filtry Piaskowe** stosowane są do filtrowania wody pochodzącej z otwartych zbiorników oraz w systemach uzdatniania wody (odżelaziacze i odmanganiacze). Zależnie od wielkości przepływu używa się filtrów pojedynczych lub połączonych w baterie. (Fot. 10.)

Zazwyczaj montowane są podwójne zbiorniki filtracyjne, aby płukanie pierwszego filtra przeprowadzać wodą, która została przefiltrowana w drugim zbiorniku (i odwrotnie). Pojedynczy filtr zbudowany jest ze zbiornika wewnątrz, którego umieszczone jest złożo piasku o średnicy ziaren 0,3 do 2,0 mm. Płukanie filtra polega na zwrotnym (od spodu) przepływie wody. Woda płynąc od dołu do góry rozluźnia złożo filtracyjne, wymywa zanieczyszczenia odprowadzając je na zewnątrz. Czyszczenie filtra powinno być prowadzone, gdy różnica pomiędzy jego wlotem a wylotem wody jest większa od ustalonej (zazwyczaj ok. 0,5 atm. ). Na rynku są dostępne urządzenia pozwalające na automatyczne płukanie filtrów zależnie od: ilości przefiltrowanej wody, upływającego czasu lub różnicy ciśnień pomiędzy wlotem i wylotem wody. Najskuteczniej działające filtry piaskowe nie są w stanie jednak usunąć z wody nadmiaru jonów żelaza i manganu. Ograniczenie zawartości żelaza lub manganu polega na strąceniu ich poprzez utlenianie, a następnie wyłapaniu osadów na filtrach piaskowych. Samo utlenianie (tlenem z powietrza) można przeprowadzać w zbiornikach otwartych (np. w stawie) lub zamkniętych, gdzie woda napowietrzana jest przy pomocy sprężarki lub inżektora.

W sytuacji, gdy woda zawiera duże ilości części mechanicznych o wysokim ciężarze właściwym (np. piasku) zalecany jest montaż tzw. hydrocyklonu (Fot. 11). Woda wpływając do odpowiednio ukształtowanego zbiornika ulega zawirowaniu. Siła odśrodkowa wynosi zanieczyszczenia na zewnątrz wirującej masy wody, a siły grawitacji powodują ich opadanie do osadnika. Zależnie od wielkości zapotrzebowania na wodę należy



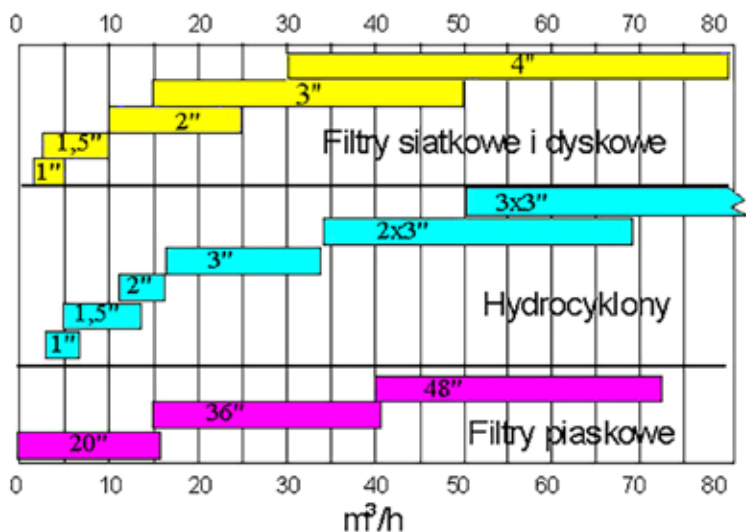
dobrac odpowiedni rozmiar hydrocyklonu. Przy zbyt małym przepływie zawirowanie wody jest niedostateczne dla oddzielenia zanieczyszczeń. Przy zbyt dużym, spadnie natomiast jakość oczyszczania i znacznie wzrosną straty ciśnienia. Straty ciśnienia na hydrocyklonie nie powinny być większe niż 0,4 atm.

Dobór wielkości filtra zależy od ilości przepływu wody i poziomu jej zanieczyszczenia (Rys. 4). Woda o wysokim stopniu zanieczyszczenia wymaga zastosowania większych rozmiarów filtrów, dzięki czemu można zmniejszyć częstotliwość ich płukania.

Niezwykle ważne jest, aby przed przystąpieniem do projektowania i budowy instalacji nawodnieniowej skontrolować jakość wody. Prawidłowo dobrany rodzaj i wielkość filtrów zapewni długotrwałą i optymalną pracę instalacji.

Każdy system nawodnieniowy składa się z wielu współpracujących ze sobą elementów. Poza rurociągami, emiterami (zraszacze lub linie kroplujące), w skład instalacji wchodzi elementy złączne, zawory, manometry, regulatory ciśnienia, dozowniki nawozów, sterowniki itd. Każdy z tych elementów powinien być dobrany pod względem funkcjonalno-użytkowym. Dobra instalacja nawodnieniowa może powstać tylko wtedy, gdy z jednej strony spotka się świadomy problemu i dobrze przygotowany inwestor, a z drugiej profesjonalna firma, która zaoferuje odpowiedni sprzęt, przygotuje projekt (lub szkic projektowy), zapewni doradztwo lub nawet wykona całą instalację. Przy obecnych materiałach budowa prostej instalacji nie jest procesem skomplikowanym i w wielu przypadkach (szczególnie na małych powierzchniach) inwestor może przeprowadzić ją sam. Jednak szkic projektowy, dobór sprzętu i obliczenia hydrauliczne powinny być wykonywane przez osoby o odpowiednich kwalifikacjach.

Rys. 4. Dobór wielkości filtrów w zależności od intensywności przepływu wody



Fot. 11. Hydrocyklon



## 4. Źródła i jakość wody do nawadniania

Jakość wody do nawadniania to kluczowy element decydujący o powodzeniu w uprawie roślin ogrodniczych. Źródła pozyskiwania wody determinują jej skład chemiczny.

### Cechy wód powierzchniowych:

Woda pochodząca ze zbiorników otwartych (rzeki, jeziora, stawy) może mieć bardzo zmienny skład i odczyn. Podniesiony może być w niej poziom potrzebnych w uprawie roślin makro i mikro elementów, ale także sodu i chloru. W zależności od zlewni może zawierać różne toksyczne przemysłowe zanieczyszczenia chemiczne. Stosując wodę ze zbiorników otwartych musimy pamiętać, że jej skład może znacznie zmieniać się w ciągu roku. Woda z takich zbiorników może zawierać duże ilości martwej i żywej materii organicznej (grzyby, glony, bakterie, gnijące części roślin) oraz zanieczyszczeń mechanicznych (piasek, części ilaste) (Fot 12).

Fot. 12. Zakwit glonów w zbiorniku retencyjnym



### Cechy wód gruntowych (podziemnych):

W zależności od poziomu występowania wody podziemne dzielimy na:

a) wody gruntowe płytkie: znajdują się bezpośrednio w gruncie na małych głębokościach (do 8 m). Ich ilość zależna jest od ilości opadów atmosferycznych. Mogą zawierać zmienną ilość rozpuszczonych soli mineralnych w trakcie sezonu wegetacyjnego, duże ilości mikroorganizmów, czasami bakterie chorobotwórcze. Wody gruntowe położone bardzo płytko nazywane są wodami zaskórnymi.

b) wody gruntowe głębokie: zazwyczaj nie zawierają mikroorganizmów, natomiast rozpuszczone są w nich znajdujące się w gruncie sole mineralne. Rozpuszczone w wodzie sole wapnia i magnezu powodują twardość wody. Zawarte w wodach gruntowych jony żelaza i manganu po zetknięciu z tlenem z powietrza tworzą osady, które mogą ograniczać przepływ emiterów kroplowych.

Jakość wody do nawadniania jest pojęciem bardzo szerokim, które powinno być rozpatrywane jednocześnie w kilku aspektach:

- 1) bezpieczeństwa konsumenta,
- 2) toksyczności dla roślin,
- 3) wpływu na wygląd i jakość handlową plonu,
- 4) prawidłowego działania instalacji nawodnieniowej,
- 5) przygotowania pożywki nawozowej.

Przed podjęciem decyzji o zastosowaniu wody do nawadniania określonej uprawy zawsze należy wykonać analizę chemiczną wody.

#### **ad. 1) Bezpieczeństwo konsumenta**

Woda używana do nawadniania nie powinna zawierać mikroorganizmów i innych substancji szkodliwych dla zdrowia konsumentów. W wodzie mogą występować trzy grupy mikroorganizmów: właściwe bakterie wodne, bakterie glebowe (zazwyczaj nieszkodliwe dla człowieka) oraz drobnoustroje ściekowe, w tym chorobotwórcze dla człowieka. Do najważniejszych chorób przewodu pokarmowego przenoszonych przez bakterie chorobotwórcze żyjące w środowisku wodnym należy tyfus brzuszny, czerwonka oraz dur rzekomy. W wodach powierzchniowych stwierdzano także występowanie wirusów powodujących żółtaczkę zakaźną. Dla konsumentów świeżych owoców i warzyw niebezpieczne może być deszczowanie plantacji wodą zawierającą bakterie chorobotwórcze.

Wskaźnikiem biologicznego skażenia wody jest wykrycie bakterii pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*), która może wywołać biegunki. Obecność tej bakterii w wodzie świadczy o zanieczyszczeniu wody fekaliami i wskazuje na potencjalne niebezpieczeństwo występowania bakterii chorobotwórczych. Wskaźnik coli to liczba bakterii grupy coli w 100 mililitrach wody. W wodzie pitnej wskaźnik ten nie powinien przekroczyć 0. Wskaźnik coli w wodzie do nawadniania warzyw, owoców (w tym jagodowych), spożywanych w stanie świeżym nie powinien przekraczać 10. Zamiast wskaźnika coli podaje się często tzw. miano coli określające najmniejszą ilość wody, w której znajduje się jedna bakteria. Odpowiednie analizy powinny być przeprowadzone w jednostce do tego uprawnionej np. stacji sanitarno-epidemiologicznej.

Substancjami szkodliwymi dla ludzi, a łatwo akumulującymi się w roślinach są niektóre pierwiastki np. metale ciężkie, fenole, detergenty oraz pestycydy. Dopuszczalne zawartości niektórych pierwiastków w wodzie określa tabela 3.

Tabela 3. **Dopuszczalne zawartości niektórych pierwiastków w wodzie do nawadniania wg normy krajowej PN -84(c-04635)**

Pierwiastek	Dopuszczalna ilość [mg/l]
Arsen (As)	0,2
Bor (B)	0,5
Chlorki (Cl)	400
Cynk (Zn)	2,0
Fluor (F)	1,5
Glin (Al)	5
Kadm (Cd)	0,1
Nikiel (Ni)	1,0
Ołów (Pb)	0,1
Rtęć (Hg)	0,01
Siarczki (S)	0,1
Suma metali ciężkich	1,0

Bardzo ważnym aspektem jest także zawartość pestycydów w wodzie do nawadniania. Pestycydy coraz częściej pojawiają się zarówno w wodach powierzchniowych, jak i głębinowych. Nieświadome stosowanie do nawadniania skażonej wody może być przyczyną wykazania przez laboratoria certyfikujące zawartości pestycydów nawet na polach, gdzie nie były one nigdy stosowane.

### ad. 2) Toksyczność dla roślin

Większość uprawianych roślin jest wrażliwa na wysoką zawartość soli w środowisku korzeniowym. Wielkość zasolenia wody jest bardzo ważnym parametrem oceniającym jej przydatność do nawadniania. Ocenę zasolenia wody przeprowadza się za pomocą konduktometru, który określa przewodność elektryczną wody. Im wyższe jest zasolenie wody, tym wyższa jej przewodność elektryczna. Przewodność elektryczną określa się za pomocą jednostek wyrażonych w Simensach na jednostkę odległości (np. mS/cm). (Tab. 4) W Polsce zazwyczaj nie ma problemu ze zbyt dużym zasoleniem wody. Dla większości ujęć EC wody jest poniżej 0,75 mS/cm, co kwalifikuje je do poziomu zasolenia niskiego lub umiarkowanego.

Tabela 4. **Klasyfikacja zasolenia wody stosowanej do nawadniania**

Stopień zasolenia	EC (mS/cm)	Zasolenie g/l NaCl
niski	< 0,25	< 0,16
średni	0,25 – 0,75	0,16 – 0,48
wysoki	0,75 – 2,25	0,48 – 1,44
Bardzo wysoki	>2,25	>1,44

Pierwiastki, które w wyższych stężeniach mogą być toksyczne dla roślin to przede wszystkim: Cl (chlor), Na (sód) i B (bor). Bardzo różna jest odporność poszczególnych gatunków roślin na zawyżone stężenie tych pierwiastków w wodzie nawodnieniowej. Przykła-



dowe dane dotyczące ograniczenia użycia wody do nawadniania (o różnych parametrach jakościowych) przedstawiono w tabeli 5. Dane te są tylko orientacyjne – nie uwzględniają warunków uprawy oraz specyficznych wymagań poszczególnych gatunków roślin. Przykładowo woda o pH zbliżonym do 7 nadaje się bez ograniczeń do nawadniania wielu gatunków poza borówką (taka woda nadaje się do nawadniania borówki, jeżeli istnieje możliwość jej zakwaszenia). Wysoka zawartość azotanów w wodzie nie stanowi problemu jeżeli wykorzystana się ją do upraw, które wymagają wysokich dawek azotu.

Tabela 5. **Ocenie jakości wody do nawadniania roślin**

Parametr	Jednostki	Ograniczenie użycia *		
		bez ograniczeń	małe i średnie	Duże
pH		< 7,0	7 – 8	>8
Zasolenie:				
EC	mS/cm	<0,5	0,5 - 1,5	>1,5
Ilość rozpuszczonych soli	mg/l	450	450-2000	>2000
N-NO <sub>3</sub>	mg/l	> 5	5 – 30	> 30
Sód (Na)	mg/l	<50	50 - 100	>100
Chlor (Cl)	mg/l	<50	50 - 150	>150
Bor (B)	mg/l	< 0,5	0,5-2,0	>2,0

\* - dane nie uwzględniają specyficznych wymagań uprawy konkretnego gatunku roślin np. w przypadku truskawki uprawianej pod osłonami stężenie chloru w wodzie nie powinno przekraczać 30 mg/l.

Poszczególne jony mogą być toksyczne dla korzeni roślin, ale w przypadku stosowania deszczowania mogą także powodować uszkodzenia liści. Np. deszczowanie wodą o stosunkowo niskiej zawartości Boru (na poziomie 1,0 mg/l) może już powodować nekrozy na liściach wielu gatunków roślin. Uszkodzenia liści podczas deszczowania mogą być spowodowane także podwyższoną zawartością Na (sodu) i Cl (chloru). Zawartość sodu powyżej 70 mg/l, lub chloru powyżej 100 mg/l, w wodzie do deszczowania może początkowo nie wpływać toksycznie na systemy korzeniowe roślin, ale powodować nekrozy na młodych liściach.

### ad. 3) Wpływ na wygląd i jakość handlową plonu

Jest to aspekt bardzo istotny w przypadku owoców i warzyw spożywanych w stanie świeżym. Przykładem może być deszczowanie wodą o bardzo wysokiej zawartości żelaza (ponad 10 mg/l), które może powodować wytrącanie się wodorotlenku żelaza na owocach, warzywach lub roślinach ozdobnych.

### ad. 4) Prawidłowe działanie instalacji nawodnieniowej

Jakość wody jest ważnym elementem mającym wpływ na wybór systemu nawodnieniowego. Przy stosowaniu deszczowni drobne zanieczyszczenia mechaniczne i organiczne nie stanowią problemu ze względu na możliwość ich zatrzymania przez zgrubne filtry siatkowe. Nawadnianie kropłowe wymaga dobrej jakości wody, dokładnej filtracji elementów stałych zawartych w wodzie, a w przypadku wody o wysokim poziomie Fe (żelaza) i Mn (manganu), także uzdatniania.

Ze względu na swą specyfikę - małą średnicę dysz zraszaczy oraz niewielkie rozmiary kanałów labiryntów, umieszczonych w kroploownikach, systemy mikro-nawadniania wymagają bardzo dobrej jakości wody. Zawartość żelaza lub manganu w wodzie powyżej 1-1,5 mg/l stwarza duże niebezpieczeństwo zapychania się emiterów kroplowych i wymaga odżelazienia (Fot. 13).

Fot. 13 **Odkładające się w labiryncie kroploownika osady związków żelaza.**



Fot 14. **Głony rozwijające się na wylocie emitera kroplowego.**



Zwartość żelaza poniżej 0,5mg/l nie stanowi zagrożenia dla przepustowości emiterów. Przy stosowaniu minizraszaczy nie jest szkodliwa nawet kilkukrotnie wyższa zawartość żelaza lub manganu. (tabela. 6)

Emitory kropłowe mogą być zapychane przez rozwijające się w instalacji grzyby, bakterie i glony. Organizmy te w sprzyjających warunkach namnażają się, tworząc charakterystyczną śluzowatą masę blokującą kroploniki (Fot. 14).

W tabeli 6 przedstawiona została ocena jakości wody do nawodnień kroplowych w zależności od zawartości poszczególnych substancji w wodzie.

Tabela 6. : **Ocena jakości wody do nawodnień kroplowych.**

Parametr	Prawdopodobieństwo zapchania emiterów		
	małe	średnie	duże
Zawartość części stałych [mg/l]	<50	50-100	>100
pH	<7	7,0 – 8,0	>8,0
Zawartość sub. rozpuszczonych [mg/l]	<500	500-2000	>2000
Mangan [ppm]	<0,1	0,1 – 1,5	>1,5
Żelazo [ppm]	<0,1	0,1 – 1,5	>1,5
Siarkowódór [ppm]	<0,5	0,5-2,0	>2,0
Bakterie [liczba / ml]	10000	10000-50000	50000

**ad. 5) Jakość wody a przygotowanie pożywki nawozowej**

Przygotowanie pożywki nawozowej wymaga wiedzy na temat: optymalnego składu pożywki dla danej rośliny w określonej fazie wzrostu, warunków uprawy oraz parametrów jakościowych wody. Niezbędna jest informacja o zasoleniu, odczynie wody, stężeniu wodorowęglanów ( $\text{HCO}_3^-$ ) oraz zawartości makro i mikroelementów. Dane o zawartości wodorowęglanów są potrzebne do określenia ilości kwasu niezbędnego do zakwaszenia pożywki. W praktyce można przyjąć pozostawienie w roztworze 43 mg/l (0,7 mmol/l) wolnych jonów wodorowęglanowych. Pozostałą ich ilość (w zależności od zawartości w wodzie) należy zneutralizować odpowiednim kwasem: azotowym, fosforowym lub siarkowym. Ilość wprowadzanego wraz z kwasem składnika należy uwzględnić w dalszych obliczeniach pożywki. Zawartości wszystkich makro- i mikroelementów znajdujących się w wodzie nawodnieniowej powinny być odjęte od wyjściowego składu pożywki. Ogólne kryteria jakościowe wody zestawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Wskazówki pomocne przy ocenie jakości wody do nawadniania

Potencjalny problem	Jednostki	Ograniczenie użycia		
		bez ograniczeń	małe i średnie	Duże
Zasolenie (EC)	mS/cm	<0,7	0,7–3	>3,0
Ilość rozpuszczonych soli	mg/l	<450	450–2000	>2000
fitotoksyczność dla korzeni				
sód (Na)	SAR*	<3	3–9	>9
chlor (Cl)	mg/l	<140	140–350	>350
bor (B)	mg/l	<0,7	0,7–3,0	>3,0
fitotoksyczność dla liści				
sód (Na)	mg/l	<70	>70	
chlor (Cl)	mg/l	<100	>100	

## 5. Zasady integrowanego nawadniania

Stały wzrost zapotrzebowania na wodę (intensyfikacja produkcji roślin i zmiany klimatyczne) wymusza stosowanie w praktyce jak najbardziej efektywnych metod nawadniania. Ważny jest nie tylko aspekt techniczny, ale także technologiczny. Ogrodnicy powinni w swoich gospodarstwach wdrażać zasady integrowanego nawadniania poprzez:

1. **Oszczędne gospodarowanie zasobami wodnymi na wszystkich etapach użytkowania.**
2. **Stosowanie nawadniania tylko w miarę potrzeb, według wiarygodnych kryteriów.**
3. **Ochronę źródeł wody przed zanieczyszczeniami.**

### ad. 1) Oszczędne gospodarowanie zasobami wodnymi na wszystkich etapach użytkowania

Należy unikać strat wody zarówno podczas przepompowywania, gromadzenia jak i prowadzenia nawadniania. Szczególnej uwagi wymaga szczelność rurociągów, kanałów, i zbiorników retencyjnych (Fot. 15).

Aby uniknąć awarii instalacji nawodnieniowych i strat wody należy je budować tylko z dobrej jakości elementów i przestrzegać zalecanych przez producentów zasad serwisowania. Przeglądy i serwis instalacji nawodnieniowych powinny być prowadzone zawsze po zakończeniu sezonu nawodnieniowego a w ostateczności wiosną przed rozpoczęciem okresu nawadniania.

Fot.15. Taki „niewinny” przeciek w skali sezonu jest przyczyną bardzo dużych strat wody



**ad) 2. Stosowanie nawadnianie tylko w miarę potrzeb, według wiarygodnych kryteriów**

W praktyce można stosować kryteria klimatyczne i/lub glebowe (rozdział 2). Poza wykorzystaniem odpowiedniego sprzętu do pomiaru wilgotności lub potencjału wodnego gleby warto nauczyć się szacować potrzeby wodne upraw w gospodarstwie. Taka wiedza umożliwia przewidywanie czasu, jaki upłynie od ostatnich obfitych opadów lub nawadniania do wyczerpania się zapasu wody w glebie, co wiąże się z rozpoczęciem nawadniania. Oszacowanie terminu następnego nawadniania jest możliwe po wyznaczeniu bilansu wodnego uprawy. Po stronie przychodów znajdują się opady i/lub nawadnianie. Rozchodem jest ewapotranspiracja rzeczywista uprawy (ETR). W pierwszym etapie obliczeń należy obliczyć zapas wody bardzo łatwo dostępnej lub wody dyspozycyjnej zalegającej w warstwie gleby, w której kontrolowana jest wilgotność (tabela 8). Gdy producentowi zależy na utrzymaniu wysokiej wilgotności gleby, do obliczeń powinien brać pod uwagę dane o zawartości wody bardzo łatwo dostępnej dla roślin.

Tabela. 8. **Zawartości wody bardzo łatwo dostępnej i dyspozycyjnej w (mm) w 10 cm warstwie różnego rodzaju gleb\*.**

Rodzaje wody	Kategoria gleby			
	Bardzo lekka	Lekka	Średnia	Ciężka
Bardzo łatwo dostępna	3,6	4,8	5,4	4,8
Dyspozycyjna	6	8	9	8

\*opis kategorii glebowych – [www.nawadnianie.inhort.pl/slownik/S%C5%82ownik-1/K/Kategorie-gleb-14/](http://www.nawadnianie.inhort.pl/slownik/S%C5%82ownik-1/K/Kategorie-gleb-14/)

**Przykład obliczeń zapasu wody (ZW):**

Kontrolując wilgotność gleby lekkiej w warstwie do 30 cm, zapas wody bardzo łatwo dostępnej szacuje się na  $(3 \times 4,8) = 14,4$  mm (14,4 l/m<sup>2</sup>; 144 m<sup>3</sup>/ha). Obliczenia zapasu wody glebowej można wykonać także na platformie internetowej: [www.nawadnianie.inhort.pl/zapas-wody-glebowej](http://www.nawadnianie.inhort.pl/zapas-wody-glebowej).

W celu utrzymania wilgotności gleby w tej warstwie na wysokim poziomie, nawadnianie powinno się wykonać, gdy sumowane dziennie potrzeby wodne uprawy (ETR) będą zbliżone do szacowanego zapasu wody bardzo łatwo dostępnej.

$$ETR = ZW$$

ETR można oszacować na platformie internetowej:

**[www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-nawadniania-rs](http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-nawadniania-rs),**

**[www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw](http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw)**

Przykładowo, jeżeli oszacowaliśmy zapas wody bardzo łatwo dostępnej na 14,4 mm a przy stabilnych warunkach pogodowych ETR szacujemy na 3,7 mm dziennie, to nawadnianie powinniśmy przeprowadzić po 4 dniach. Niestety w przypadku naszych warunków klimatyczno-glebowych metoda ta nie jest doskonała. Brak nam informacji o intensywności podsiąka-



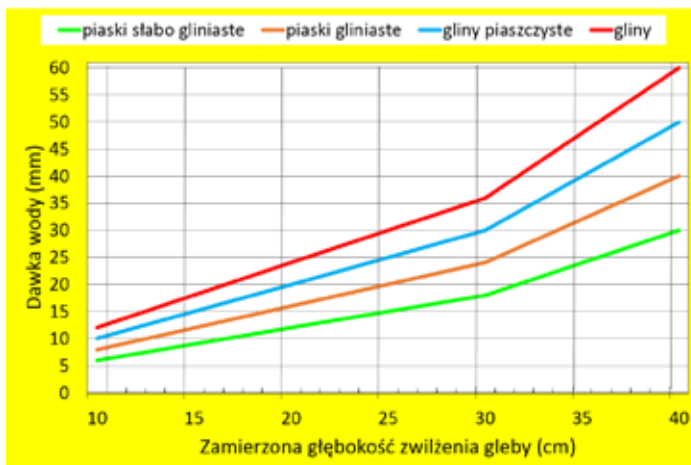
nia wody gruntowej, która wiosną po śnieżnej zimie może być bardzo istotnym przychodem wody w warstwie ornej gleby. Trudno jest także ocenić efektywność opadów burzowych, która w szczególnych przypadkach może być nawet niższa niż 50%. Dlatego, chcąc do sterowania wykorzystywać metodę bilansową dobrze jest się wspierać pomiarami wilgotności gleby. Pomiary wilgotności nie muszą być prowadzone na każdej kwaterze, ale pomogą użytkownikowi wprowadzić do obliczeń własne korekty, co zapewni wyższą precyzję nawadniania. Niezależnie od zastosowanych kryteriów nawadniania użytkownik instalacji nawodnieniowej powinien:

- A) - ustalić maksymalną jednorazową dawkę wody,
- B) - określić intensywność wyptywu wody na konkretne kwatery (zawory).

### A) Ustalenie maksymalnej jednorazowej dawki wody

Użytkownicy systemów nawodnieniowych powinni ustalić empirycznie lub oszacować maksymalną jednorazową dawkę wody tak, aby glebę zwilżać tylko na głębokość zalegania najbardziej aktywnej strefy korzeniowej roślin (w zależności od gatunku zazwyczaj jest to głębokość 10 do 40 cm). Niezbędną dawkę wody dla zwilżenia gleby na określoną głębokość (w przypadku deszczowania) można oszacować wykorzystując dane zawarte na rysunku nr. 5. Na rysunku tym przedstawiono zależność pomiędzy dawką wody, a szacowaną głębokością zwilżenia dla różnych rodzajów gleb. np. Przykładowo jeżeli piasek słabo gliniasty chcemy zwilżyć na głębokość 25 cm to stosujemy dawkę 15 mm. Ale jeżeli na tę głębokość chcemy zwilżyć glebę gliniastą to dawkę należy zwiększyć do ok. 30 mm.

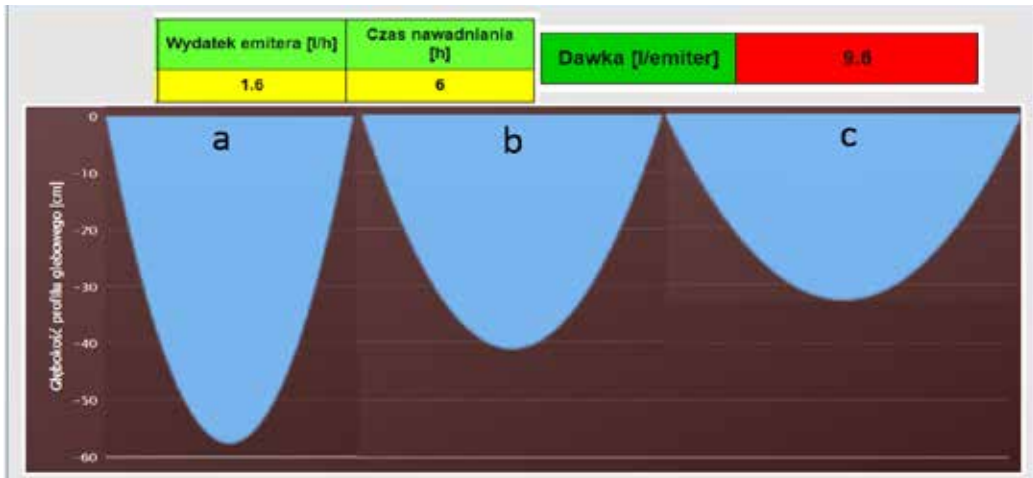
Określenie rzeczywistej głębokości zwilżenia gleby powinno być określone poprzez wykonanie odkrywki profilu glebowego i obserwację jak głęboko przesiąka woda po zastosowaniu określonej dawki deszczowania lub nawadniania kropłowego. Można w tym celu wykorzystać również tensjometry lub czujniki do pomiaru wilgotności gleby, umieszczając je na kilku głębokościach i odczytując jak głęboko konkretna dawka wody zwilża profil glebowy. Skład mechaniczny gleby istotnie wpływa nie tylko na pionowy, ale i poziomy rozkład wody, co ma szczególne znaczenie przy nawadnianiu kropłowym. Dlatego też na glebach lekkich stosuje się mniejszą odległość pomiędzy emiterami a na glebach ciężkich większą. Konkretnie zalecenia zostały umieszczone przy opisie poszczególnych gatunków roślin.



Rys.5. Zależność pomiędzy dawką wody a szacowaną głębokością zwilżenia dla różnych rodzajów gleb.

Symulację przepływu wody przy stosowaniu nawadniania kropłowego w różnych rodzajach gleb można przeprowadzić na platformie internetowej za pomocą aplikacji: Zasięg zwilżania [www.nawadnianie.inhort.pl/gleba/118-zasięg-zwilżania](http://www.nawadnianie.inhort.pl/gleba/118-zasięg-zwilżania) Po wyborze typu gleby, wydatku emitera kropłowego i czasu nawadniania użytkownik otrzymuje graficzny obraz szacowanego obszaru zwilżenia gleby. Na rysunku (Rys. 6) przedstawiono symulacje pionowego zasięgu wody dla różnych typów gleb przy takim samym wydatku emitera i czasie nawadniania.

Rys. 6 **Simulacja pionowego przesiąkania wody dla gleby bardzo lekkiej (a), lekkiej (b) i ciężkiej (c) po 6 godzinnym nawadnianiu kropłowym emiterami o wydatku 1.6 litra na godzinę**



W przypadku wystąpienia ekstremalnych warunków pogodowych, które wymuszą wysokie potrzeby wodne roślin, może się zdarzyć, że wymaganą dawkę dzienną trzeba będzie podzielić na dwa nawodnienia.

## B) Pomiar lub szacunek intensywności wypływu wody na poszczególne zawory.

Użytkownik instalacji nawadniającej ustala czas nawadniania. Bez względu na to, czy zawory otwierane są ręcznie czy automatycznie, ważne jest określenie zależności pomiędzy czasem nawadniania a wielkością dawki wody dla wszystkich zaworów instalacji nawodnieniowej. W najbardziej precyzyjny sposób można to zrobić za pomocą wodomierza (na którym odczytuje się rzeczywistą intensywność przepływu wody) lub za pomocą aplikacji „Systemy Nawodnieniowe”, umieszczonej pod adresem: [www.nawadnianie.inhort.pl/systemy-nawodnieniowe](http://www.nawadnianie.inhort.pl/systemy-nawodnieniowe). Dzięki temu można oszacować wydatki wody, zarówno w instalacjach kropłowych, systemach mini zraszania jak i deszczownicach. W przypadku instalacji kropłowych użytkownik nie tylko obliczy wydatek wody na jednostkę powierzchni, ale także po wpisaniu czasu nawadniania, otrzyma informacje o wydatku wody emiter i roślinę.

### ad. 3) Ochrona źródeł wody przed zanieczyszczeniami

Woda jest bardzo cennym dobrem dlatego należy ją chronić przed zanieczyszczeniem. Należy zwracać tu szczególną uwagę na zabezpieczenie pustych opakowań po nawozach i środkach ochrony roślin.

W przypadku instalacji nawodnieniowych przez które prowadzona jest fertygacja konieczny jest montaż zaworów zwrotnych. Takie rozwiązanie eliminuje możliwość zanieczyszczenia źródła wody nawozami lub kwasami stosowanymi do zakwaszania pożywki.

Źródła wody mogą być także zanieczyszczone mikrobiologiczne przez przesiąkanie do wód gruntowych lub spływ powierzchniowy. Dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na obowiązujące przepisy dotyczące przechowywania nawozów naturalnych.

Powierzchniowe i gruntowe źródła wody powinny być także chronione przed zanieczyszczeniem wodami drenażowymi emitowanymi przez szklarnie, tunele foliowe oraz szkółki kontenerowe.

Fot.15. **Nawodnienie borówki**





# Nawadnianie warzyw



## 6.1. Nawadnianie warzyw korzeniowych

### 6.1.1. Marchew

#### Efektywność nawadniania.

Marchew jest rośliną, która stosunkowo dobrze znosi niedobory wody w glebie z uwagi na głęboki, dobrze rozwinięty system korzeniowy. W latach suchych, a zwłaszcza na glebach lżejszych można jednak uzyskać bardzo pozytywną reakcję tej rośliny na dodatkowe nawadnianie. Bez nawadniania stosunkowo wysokie plony marchwi można uzyskać jedynie na glebach o dużej pojemności wodnej, takich jak mady lub gleby lessowe. Na glebach lżejszych, takich jak gleby bielcowe, czarne ziemie czy gleby brunatne, które charakteryzują się mniejszą pojemnością wodną, uzyskanie wysokiego plonu możliwe jest tylko po zastosowaniu nawadniania. W badaniach przeprowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa stwierdzono, że na glebach lekkich przyrost plonu handlowego w wyniku nawadniania wynosił od 42 do ponad 100%, podczas gdy na glebach ciężkich 8-14%. W innych badaniach prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa porównywano wpływ podpowierzchniowego nawadniania kropłowego marchwi uprawianej na redlinach i na gruncie płaskim. Nawadnianie kropłowe wpłynęło korzystnie zarówno na plon, jak i jakość korzeni. Większą reakcję marchwi na nawadnianie stwierdzono w uprawie na redlinach, której plon był ponad dwukrotnie wyższy w stosunku do kontroli bez nawadniania. Korzenie roślin nawadnianych miały większą średnicę i masę oraz posiadały mniejszą zawartość suchej masy.

Fot.17 Wpływ nawadniania na cechy morfologiczne korzeni marchwi



Nawadnianie miało także wpływ na cechy morfologiczne marchwi oraz korzystnie wpłynęło na strukturę plonu, zwiększając wielkość korzeni. Korzenie roślin nienawadnianych były zniekształcone, a niektóre z nich rozwidłone. W warunkach bez nawadniania korzenie marchwi były cieńsze i dłuższe oraz ostro zakończone, natomiast na nawadnianych korzenie były krótsze i grubsze, a ich powierzchnia zewnętrzna była gładka. Ogólny wygląd korzeni marchwi nawadnianej był bardziej korzystny.

## Okresy krytyczne

Największe potrzeby wodne występują w fazie intensywnego przyrostu korzeni, co ma miejsce w miesiącach sierpień, wrzesień. Bardzo duże znaczenie ma odpowiednia wilgotność gleby w okresie kiełkowania i wschodów. W tym okresie uprawy na brak dostatecznej wilgotności w glebie szczególnie narażona jest marchew uprawiana na redlinach. Wynika to z tego, że w czasie formowania redlin następuje przesuszenie gleby oraz przerwany zostaje podsiąk wody z profilu glebowego. Niedobór wody w tym okresie utrudnia kiełkowanie nasion i powoduje opóźnienie oraz nierównomierne wschody roślin.

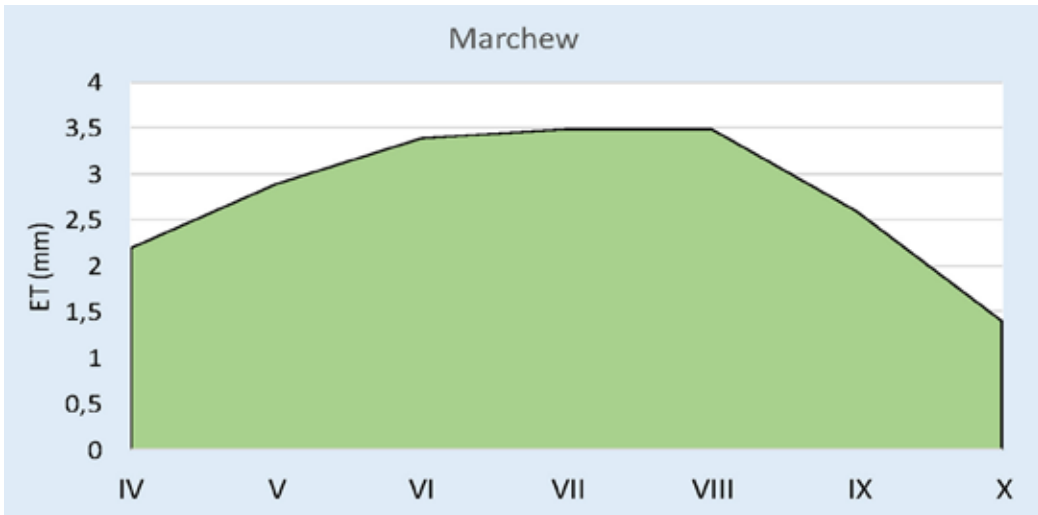
Fot. 18. Wpływ wglębnego nawadniania kropłowego na wschody marchwi



## Potrzeby wodne

Wymagania wodne marchwi są duże, szczególnie nowych wysokoplonujących odmian i wynoszą około 350-400 mm, natomiast średnia sezonowa norma nawadniania dla marchwi wynosi około 100 mm. Niedobór wody w glebie może wystąpić wiosną, co zdarza się przy późniejszych wysiewach marchwi na przechowanie. Należy wówczas zastosować nawadnianie na 3-4 dni przed siewem dawką 10-15mm. Deszczowanie po siewie nasion zwłaszcza na glebach cięższych jest niekorzystne, gdyż może prowadzić do powstania skorupy utrudniającej wschody nasion. Dienne potrzeby wodne marchwi wynoszą 3-4 mm - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>.

Rys. 7 Średnie dzienne potrzeby wodne marchwi



W przypadku wystąpienia dłuższej trwającej suszy nawadnianie wegetacyjne można rozpocząć od połowy czerwca. Najważniejsze jest jednak nawadnianie w okresie maksymalnego przyrostu korzeni, a więc w miesiącach sierpień–wrzesień, a niekiedy nawet początek października. W tym okresie nawadnianie powinno być stosowane, gdy wilgotność gleby spadnie do 60–65% połowej pojemności wodnej. Jeżeli do określenia terminu nawadniania stosuje się tensjometry, wówczas nawadnianie należy stosować gdy potencjał wodny spadnie do poziomu -30, -40 kPa na glebach lekkich lub -50, -60 kPa na glebach ciężkich. Nie należy dopuszczać do zbyt dużych wahań wilgotności gleby w okresie szybkiego przyrostu korzenia spichrzowego, ponieważ może to powodować pęknięcie korzeni. Dawki wody w okresie wegetacji uzależnione są od fazy rozwojowej roślin i rodzaju gleby. We wczesnym okresie wzrostu, kiedy korzenie roślin nie sięgają głęboko w głąb gleby należy stosować mniejsze dawki wody (20–30 mm), natomiast w okresie intensywnego przyrostu korzeni dawki wody powinny być większe (30–40 mm).

### Polecane systemy nawodnień

Nawadnianie może być wykonane zarówno za pomocą deszczowni, jak i nawadniania kropkowego. Marchew nawadniana jest przede wszystkim za pomocą deszczowni, zarówno przenośnych, jak i szpulowych ze zraszaczami dalekiego zasięgu oraz konsolowych. Przy stosowaniu nawodnień deszczownianych należy pamiętać o stosowaniu małej intensywności opadu. Zbyt wysoka intensywność powoduje osiadanie gleby i odstąpienie górnej części korzenia, która ulega zazielenieniu.

Można także zastosować nawadnianie kropkowe, zwłaszcza w uprawie marchwi wczesnej pod folią perforowaną lub agrowłókniną. Korzystne jest także nawadnianie kropkowe, szczególnie nawadnianie podpowierzchniowe marchwi uprawianej na redlinach, pod warunkiem, że w gospodarstwie znajduje się maszyna do jednoczesnego formowania redlin i wgłębnego układania przewodów nawadniających.

Układanie przewodu nawadniającego następuje jednocześnie z formowaniem redlin oraz wysiewem nasion. Przewód umieszczany jest na głębokości 5–7 cm. pod powierzchnią ziemi

w grzbiecie redliny. Taki sposób umieszczenia pozwala na utrzymanie optymalnej wilgotności gleby od wysiewu aż do zbioru, oraz pozwala na dokarmianie roślin płynnymi nawozami w okresie wegetacji. Nawadnianie lub fertygację stosuje się w oparciu o pomiary wilgotności lub potencjału wodnego gleby, utrzymując wilgotność gleby w pobliżu połowej pojemności wodnej.

Fot. 19 **Kropłowe nawadnianie marchwi**





## 6.1.2. Pietruszka

### Efektywność nawadniania

Niedobór opadów i niedostateczna wilgotność gleby zwłaszcza w fazie intensywnego wzrostu roślin powoduje obniżenie plonu i pogorszenie jakości wskutek rozwidlania się korzeni.

Fot. 20. Wpływ nawadniania, na jakość korzeni pietruszki.



### Okresy krytyczne

Największe potrzeby wodne występują w fazie intensywnego przyrostu korzeni, co ma miejsce w miesiącach sierpień - wrzesień. W uprawie pietruszki niedobór wody w okresie kiełkowania i wschodów jest szczególnie niebezpieczny. Susza w tym okresie powoduje opóźnienie i nierównomierność wschodów, co może odbijać się na wysokości i jakości plonu.

### Potrzeby wodne

Pietruszka, podobnie jak marchew, zaliczana jest do warzyw o mniejszych wymaganiach wodnych ze względu na dobrze rozwinięty system korzeniowy. Dla uzyskania wysokiego plonu dobrej jakości, należy jednak stosować nawadnianie zwłaszcza na glebach o małej pojemności wodnej. Wymagania wodne pietruszki w okresie wegetacji wynoszą około 400 mm, natomiast średnia sezonowa norma nawadniania wynosi około 100 mm.

Pierwsze nawadnianie może być konieczne wiosną, jeśli w glebie nie został zgromadzony dostateczny zapas wody. W przypadku niedoborów wody w glebie należy zastosować deszczownie przedsiwne w dawce 10-15mm. Deszczowanie po siewie może powodować pogorszenie wschodów lub nierównomierne wschody roślin z uwagi na zaskorupianie się wierzchniej warstwy gleby.

W okresie wegetacji nawadnianie powinno się stosować w fazie intensywnego przyrostu korzeni tj. w miesiącach: lipiec, sierpień, wrzesień. Nawadnianie w okresie bezdeszczowej pogody należy rozpoczynać, gdy wilgotność gleby spadnie do 60-65% ppw lub przy potencjale wodnym gleby -60 kPa. Jednorazowe dawki wody wynoszą 25-35mm.

### **Polecane systemy nawodnień.**

Do nawadniania pietruszki polecane jest nawadnianie za pomocą deszczowni. Nawadnianie powinno się prowadzić w godzinach porannych, aby rośliny mogły obeschnąć przed nocą, gdyż zbyt wysoka wilgotność może powodować ryzyko porażenia roślin przez mączniaka prawdziwego.



### 6.1.3. Seler korzeniowy

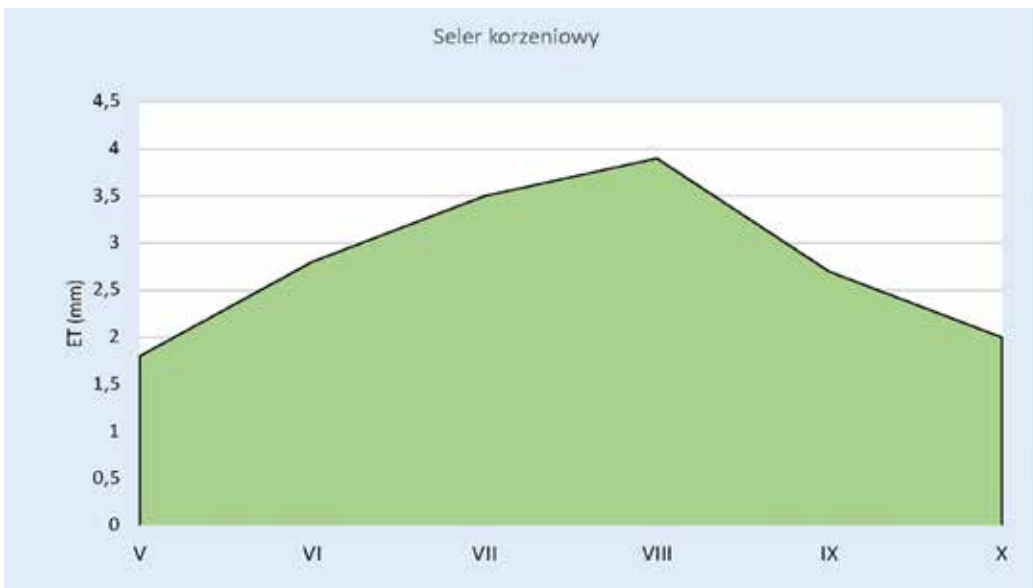
#### Efektywność nawadniania.

Seler pochodzi od selera błotnego, ma słabo rozwinięty system korzeniowy i zaliczany jest do roślin najbardziej wrażliwych na niedobór wody w glebie. W uprawie selera niepożądane są wahania wilgotności, gdyż może to powodować pęknięcie korzeni i pogorszenie jakości miąższu wskutek tworzenia pustych przestrzeni oraz gąbczastości. Wahania wilgotności gleby, zwłaszcza w czasie wysokich temperatur mogą być przyczyną zamierania liści sercowych selera. Jest to choroba fizjologiczna spowodowana zakłóceniami w pobieraniu i transporcie wapnia w roślinie. Chorobie tej można zapobiegać między innymi poprzez zraszanie roślin małymi dawkami wody. Zroszone liście zamykają aparaty szparkowe, dzięki czemu następuje większe przemieszczanie wapnia do liści młodych, wrażliwych na niedobór wapnia. Zapobiega to zapadaniu się ścian komórkowych liści, ich gniciu i zamieraniu. W badaniach Instytutu Ogrodnictwa zarówno nawadnianie za pomocą deszczownicy, jak i nawadnianie kropłowe istotnie zwiększało plon selera korzeniowego dochodzące do 45%.

#### Okresy krytyczne

Największe zapotrzebowanie na wodę występuje w okresie od połowy lipca do połowy września. W tym okresie wzrostu dobowe zużycie wody może dochodzić do 4mm - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>. Jest to okres szybkiego przyrostu masy korzeniowej i niedobór wody w tej fazie może doprowadzić do znacznego ograniczenia plonu i pogorszenia jego jakości. Duże wahania wilgotności gleby w okresie wegetacji mogą być przyczyną pęknięcia korzeni oraz pogorszenia jakości miąższu wskutek tworzenia pustych przestrzeni lub gąbczastości miąższu.

Rys.8 Średnie dobowe potrzeby wodne selera w okresie wegetacji



## Potrzeby wodne

Potrzeby wodne selera wynoszą około 400-500 mm. Sezonowe zużycie wody do nawadniania selera zależy od rodzaju gleby. Badania Instytutu Ogrodnictwa wykazały, że zużycie wody do nawadniania selera wynosiło od 73 mm na glebach o dużej pojemności wodnej, (gleby torfowe, mady, gleby lessowe), do ponad 200 mm na glebach lekkich pseudobielicowych i brunatnych. Średnia sezonowa norma nawadniania dla selera wynosi 150 mm. Nawadnianie selerów powinno się rozpoczynać zaraz po wysadzeniu rozsady w pole, stosując deszczowanie małą dawką wody około 10 mm. Z uwagi na duże wymagania wodne selera nawadnianie prowadzi się przez niemal cały okres wegetacji. Rozpoczyna się je, gdy wilgotność gleby spadnie do poziomu 75-80% połowej pojemności wodnej. Nawadnianie w oparciu o pomiar potencjału wodnego gleb powinno się rozpoczynać, gdy jego wartość osiągnie -30,-40 kPa na glebach lżejszych i -40,-50 kPa na glebach cięższych. Na około 2-3 tygodnie przed zbiorem powinno się zakończyć nawadnianie, zwłaszcza selerów przeznaczonych na przechowanie. Jednorazowe dawki wody dla selera wynoszą od 20 do 30 mm, w zależności od rodzaju gleby.

## Polecane systemy nawodnień

Do nawadniania selerów najczęściej stosuje się deszczownie. Deszczowanie selera powinno się prowadzić w godzinach przedpołudniowych, aby rośliny mogły obeschnąć. Deszczowanie w godzinach popołudniowych i wieczornych może spowodować porażenie roślin przez septoriozę. Do nawadniania selera mogą być stosowane systemy nawadniania kropłowego. Nawadnianie kropłowe i fertygację powinno się prowadzić w oparciu o pomiary wilgotności lub potencjału wodnego gleby, rozpoczynając je przy takich samych wartościach jak w przypadku deszczowania. Fertygację powinno się prowadzić w okresie czerwca i lipca, a po zastosowaniu określonej dawki nawozu, stosuje się nawadnianie stosownie do potrzeb.

Fot. 21 **Kropłowe nawadnianie selera**



## 6.1.4. Burak ćwikłowy

### Efektywność nawadniania

System korzeniowy buraka jest dobrze rozwinięty i może on korzystać z wody zmagazynowanej w głębszych warstwach gleby. Pomimo dużej odporności na suszę burak bardzo korzystnie reaguje na nawadnianie zarówno wielkością, jak i jakością plonu. Nawadnianie w okresie intensywnego wzrostu, zwłaszcza w latach bardzo suchych, powoduje znaczną wyżkę, plonu niekiedy nawet do 100%.

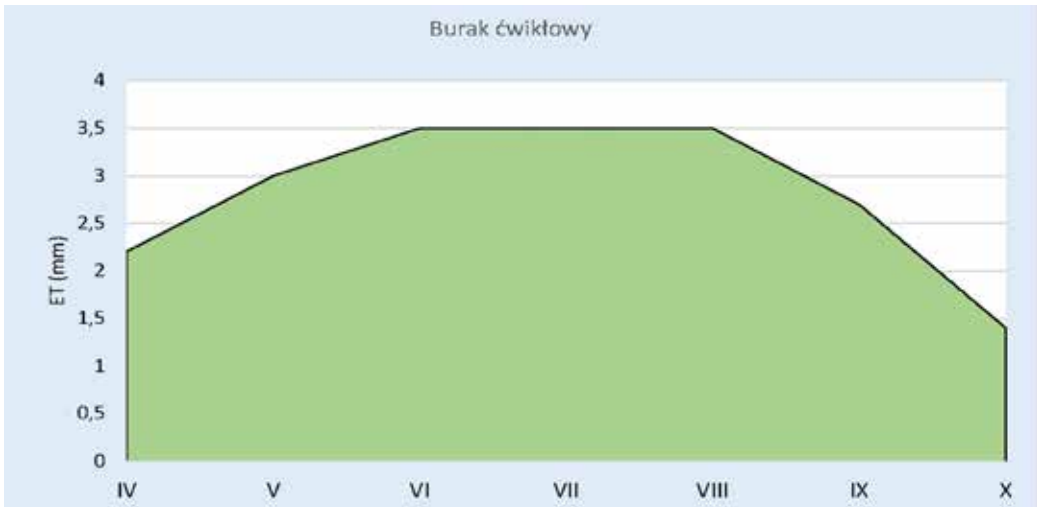
### Okresy krytyczne

Burak ćwikłowy jest najbardziej wrażliwy na niedobór wody w okresie intensywnego przyrostu korzenia spichrzowego, co przypada na miesiące letnie. Bardzo ważna jest również odpowiednia wilgotność gleby w okresie kielkowania i wschodów roślin. Susza w tym okresie powoduje opóźnienie wschodów i nierównomierne wschody. Jeżeli przed siewem gleba jest zbyt sucha należy zastosować deszczowanie na 3-4 dni przed siewem w dawce 10-15mm.

### Potrzeby wodne

Burak ćwikłowy zaliczany jest do roślin o umiarkowanych wymaganiach wodnych z uwagi na dobrze wykształcony system korzeniowy. Potrzeby wodne buraka wynoszą około 350 mm, natomiast średnia sezonowa norma nawadniania wynosi 100-150 mm, w zależności od przebiegu warunków pogody w sezonie wegetacyjnym. Nawadnianie powinno się stosować, gdy wilgotność gleby spadnie do 60–65% połowej pojemności wodnej lub, gdy potencjał wodny spadnie do poziomu -30, -40 kPa na glebach lekkich lub -50, -60 kPa na glebach ciężkich.

Rys. 9. Średnie dzienne potrzeby wodne buraka ćwikłowego- [www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw](http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw)



### Polecane systemy nawodnień

Do nawadniania buraków ćwikłowych polecany jest system deszczowniany. Do deszczowania mogą być wykorzystane zarówno deszczownie przenośne, jak i ruchome deszczownie szpulowe i konsolowe. Jednorazowe dawki podlewania wahają się w zależności od rodzaju gleby i wynoszą od 25 do 40mm. Deszczowanie powinno się prowadzić w godzinach porannych, aby rośliny mogły obeschnąć przed nocą,

## 6.1.5. Pasternak

### Efektywność nawadniania

Uprawa pasternaku budzi coraz większe zainteresowanie. Jest to roślina o dobrze wykształconym systemie korzeniowym, a długość korzenia spichrzowego może dochodzić do 40 cm. Pomimo głębokiego systemu korzeniowego, pasternak należy do roślin o dużych wymaganiach wodnych i najlepiej udaje się w latach wilgotnych i na glebach o dużej pojemności wodnej.

### Okresy krytyczne

W latach suchych pasternak korzystnie reaguje na nawadnianie, które należy prowadzić w okresie intensywnego przyrostu korzeni spichrzowych. W uprawie pasternaku, podobnie jak pietruszki, niedobór wody w okresie kielkowania i wschodów jest szczególnie niebezpieczny. Susza w tym okresie powoduje opóźnienie i nierównomierność wschodów, co odbija się na wysokości i jakości plonu. Niedobór wody w okresie intensywnego przyrostu korzeni spichrzowych prowadzi do rozwidlania się korzeni.

### Potrzeby wodne

Wymagania wodne pasternaka w okresie wegetacji są zbliżone do pietruszki i wynoszą około 400 mm, natomiast średnia sezonowa norma nawadniania wynosi około 100 mm. Pierwsze nawadnianie może być konieczne wiosną, jeśli w glebie nie został zgromadzony dostateczny zapas wody. W przypadku niedoborów wody w glebie należy zastosować deszczownie przedsiewne w dawce 10-15mm. W okresie wegetacji nawadnianie powinno się stosować w fazie intensywnego przyrostu korzeni tj. w miesiącach lipiec, sierpień, wrzesień. Nawadnianie w okresie bezdeszczowej pogody należy rozpoczynać, gdy wilgotność gleby spadnie do 60-65% ppw lub przy potencjale wodnym gleby -60 kPa. Jednorazowe dawki wody wynoszą 25-35mm.

### Polecane systemy nawodnień

Nawadnianie najlepiej prowadzić za pomocą deszczowni stosując jednorazowo około 30-40mm opadu. Nawadnianie powinno się prowadzić w godzinach porannych, aby rośliny mogły obeschnąć przed nocą, gdyż zbyt wysoka wilgotność może powodować ryzyko porażenia roślin przez mączniaka prawdziwego.

## 6.1.6. Agrotechniczne metody ograniczania ewaporacji

Fot. 22. Spulchnianie międzyrzędzi



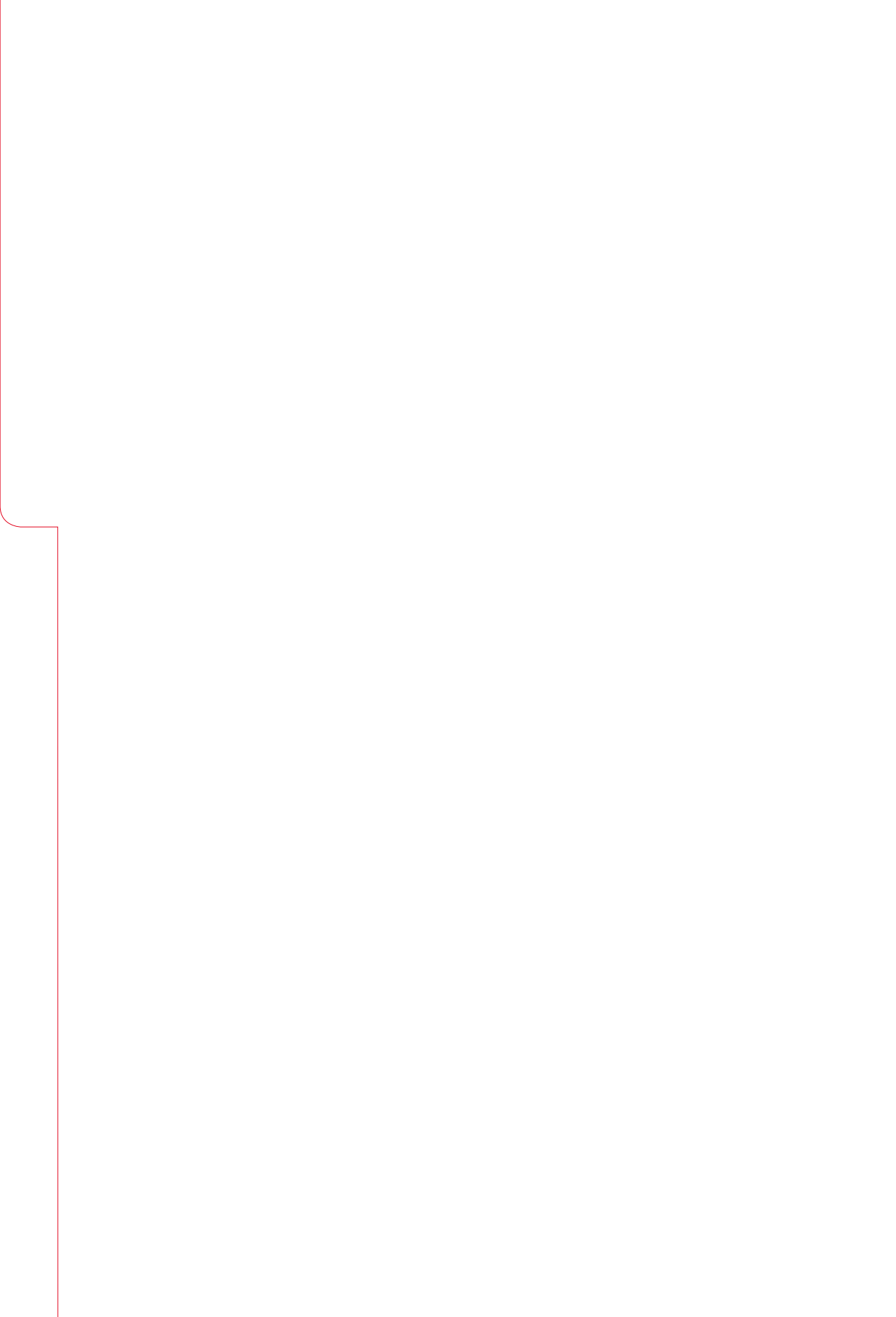
W uprawie roślin korzeniowych podstawową metodą ograniczania ewaporacji w okresie wegetacji jest mechaniczne spulchnianie wierzchniej warstwy gleby za pomocą narzędzi uprawowych. Zabieg ten powoduje prze-

rwanie podsiąku kapilarnego, a wzruszona i przesuszona wierzchnia, cienka warstwa gleby zapobiega wyparowywaniu wody. Spulchnianie międzyrzędzi nie tylko ogranicza ewaporację, ale także niszczy wschodzące chwasty, które zużywają wodę i stanowią konkurencję dla roślin uprawnych.

Fot. 23(a)(b) Ściółkowanie włókniną biodegradowalną w uprawie selera



W uprawie selera można również stosować ściółkowanie za pomocą folii lub czarnej agrowłókniny. Znacznie lepszym, ale droższym rozwiązaniem jest stosowanie ściótek biodegradowalnych. Są one degradowane przez promienie słoneczne bądź są przyorywane po sprzęcie roślin i rozkładane przez mikroorganizmy glebowe. Bardzo korzystne jest również stosowanie ściótek z roślin bobowatych, które w wyniku biodegradacji uwalniają azot i inne składniki pokarmowe, wykorzystywane przez rośliny w okresie wegetacji. Przyorane po sprzęcie roślin ściółki mają korzystny wpływ na retencję wody w glebie, poprawę bilansu wodnego i składników pokarmowych oraz proces humifikacji gleby.





Nawadnianie  
warzyw  
kapustowatych



## 6.2 Nawadnianie warzyw kapustowatych

### 6.2.1. Kalafior

#### Efektywność nawadniania

O potrzebie nawadniania kalafiora decydują warunki pogodowe w danym roku. Są lata, w których zadawalające plony można uzyskać bez nawadniania, ale znacznie częściej występuje niedobór opadów i wówczas konieczne jest nawadnianie nawet na glebach o dużej pojemności wodnej. W badaniach przeprowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa najwyższą masę róz i liści kalafiora uzyskano, gdy stosowano nawadnianie przy potencjale wodnym gleby -20, -40 kPa. Średnia masa róży roślin nawadnianych była wyższa o 45-65% w porównaniu do nie nawadnianych. Wysoka wilgotność gleby zapewniła także wysoką jakość róz, których zwięźłość i jędrność była znacznie lepsza niż róz roślin nienawadnianych. Nawadnianie tylko nieznacznie opóźniło zbiór róz.

Tabela. 9. Wpływ wilgotności gleby na plon i jakość róz kalafiora

Potencjał wodny gleby kPa	Wczesność (liczba dni od wysadzenia do zbioru)	Masa liści g	Masa róży g	Zwięźłość róży g/cm <sup>2</sup>
-20	62	1645	833	3,8
-40	60	1763	725	3,5
-60	57	1432	585	3,4
bez nawadniania	58	985	502	3,0

#### Okresy krytyczne

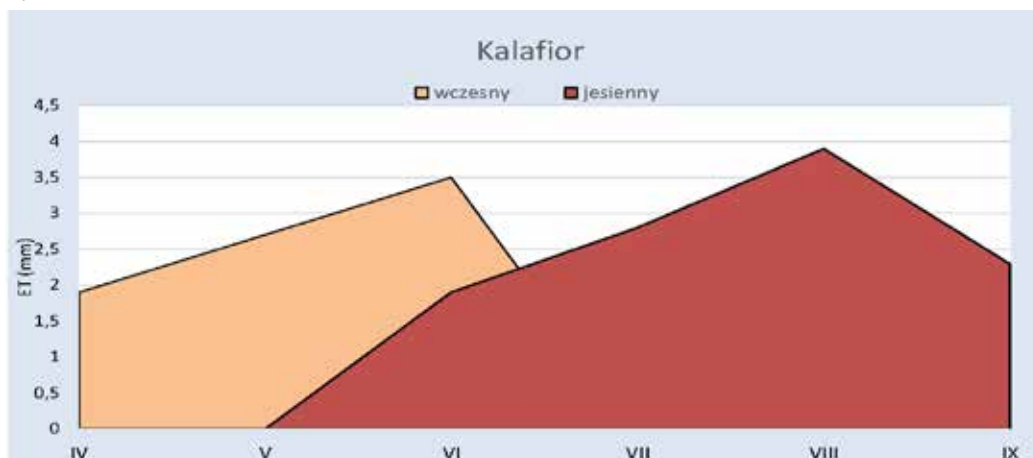
Utrzymanie optymalnej wilgotności gleby konieczne jest praktycznie przez cały okres wegetacji, ale największą wrażliwość na niedobór wody w glebie kalafior wykazuje w okresie wiązania róz oraz szybkiego ich przyrostu tuż przed ścięciem. Niedobór wody w glebie w czasie sadzenia rozsady ujemnie wpływa na przyjmowanie się roślin. Niedostateczna wilgotność gleby po wysadzeniu roślin w pole i w początkowej fazie wzrostu ogranicza wzrost wegetatywny roślin i wytworzenie odpowiedniej liczby liści, których liczba i wielkość jest ściśle skorelowana z wielkością róz. W okresie dużej wrażliwości kalafiora tj. w czasie tworzenia i przyrostu róz, niedobór wody może powodować guzikowatość róz, opóźnienie zbioru oraz zmniejszenie masy róz jak również pogorszenie ich jakości. Bardzo duże niedobory wody w okresie przyrostu róz mogą powodować tzw. „brązowienie róz” spowodowaną zaburzeniami w transporcie wapnia. Poza niedoborem opadów ich rozkład w okresie wegetacji może być niekorzystny, co stwarza dodatkowe ryzyko w uprawie tej rośliny. Potrzeby nawadniania zależą także od okresu uprawy. W wiosennej uprawie kalafiora, kiedy rośliny mają możliwość korzystania z zimowych zapasów wody, ryzyko wystąpienia niedoborów wody w glebie jest znacznie mniejsze w porównaniu do uprawy na zbiór letni czy zbiór jesienny. Nawadnianie kalafiora w uprawie wiosennej rozpoczyna się zazwyczaj po 15 maja tj. po wyczerpaniu zapasów wody zgromadzonych w okresie zimy. Kalafior uprawiane na zbiór letni czy jesienny na-

rażone są na niedobór wody w ciągu całego okresu wegetacji i dla uzyskani dobrego plonu należy zapewnić optymalną wilgotność gleby od wysadzenia aż do zbioru. Krytycznym momentem jest okres po wysadzeniu rozsady w pole. Niedostateczna wilgotność po wysadzeniu rozsady oraz w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę może powodować guzikowatość kalafiora, opóźnienie zbioru oraz zmniejszenie masy róż i pogorszenie ich jakości.

## Potrzeby wodne

Ze względu na wytwarzanie dużej masy nadziemnej, jak i niezbyt dobrze rozwiniętego systemu korzeniowego, kalafior zaliczany jest do roślin o bardzo dużych wymaganiach wodnych. Duża powierzchnia liści wyparowuje znaczne ilości wody w procesie transpiracji, natomiast stosunkowo płytki system korzeniowy nie jest w stanie korzystać z wody zmagazynowanej w głębszych warstwach gleby. Dobre zaopatrzenie w wodę w ciągu całego okresu wzrostu jest podstawowym warunkiem uzyskania wysokich plonów.

Rys. 10. Średnie dzienne potrzeby wodne kalafiora w zależności od terminu uprawy



Kalafior uprawiany jest na zbiór wiosenny, letni i jesienny. Potrzeby wodne kalafiora w okresie intensywnego wzrostu wynoszą 3-4 mm dziennie - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>. W uprawie wiosennej największe potrzeby występują w czerwcu, natomiast w uprawie jesiennej w sierpniu i na początku września. W zależności od terminu uprawy potrzeby wodne w okresie wegetacji kalafiora wynoszą od 250 do 300 mm, natomiast sezonowe normy nawadniania w zależności od okresu uprawy i warunków pogody wynoszą od 40 do 120 mm.

Ze względu na duże wymagania wodne kalafioru powinno się uprawiać na glebach o dużej pojemności wodnej. Jak wykazały badania wzrost pojemności wodnej gleby powodował znaczny przyrost zarówno masy liści, jak i masy róż kalafiora. Kalafior uprawiany na glebie o większej zawartości wody dostępnej dla roślin wytwarzały różę o lepszej jakości, bardziej zwięzłe oraz białe. Ta ostatnia cecha ma związek z dużą masą liści wytwarzaną przez rośliny, a więc znacznie lepszą osłoną róż przed promieniami słonecznymi. Najmniejsze ryzyko uprawy kalafiora występuje na takich glebach jak czarne ziemie, czarnoziemy, gleby lessowe, mady oraz gleby torfowe. Na glebach lżejszych zadawalające plony kalafiora można uzyskać tylko w warunkach stosowania nawadniania.

Z uwagi na konieczność utrzymania optymalnej wilgotności gleby przez cały okres wegetacji tych warzyw, nawadnianie powinno się rozpoczynać, gdy wilgotność gleby spadnie do 70 – 80 % połowej pojemności wodnej lub, gdy potencjał wodny gleby wynosi -30, -40 kPa. Jednorazowa dawka wody powinna wynosić 15 – 20 mm (150 – 200 m<sup>3</sup> na 1 ha). Pierwsze nawadnianie powinno się wykonać bezpośrednio po wysadzeniu rozsady w pole, stosując dawkę 10 – 15 mm, co wpływa korzystnie na przyjęcie się rozsady. W późniejszym okresie wzrostu, w zależności od przebiegu pogody, należy zastosować 5 do 8 dawek wody po 20 mm każda. Zbyt wysokie jednorazowe dawki wody powodują wzrost sezonowego zużycia wody bez większego wpływu na plon.

Tabela. 10. **Wpływ nawadniania na plon kalafiora i sezonowe zużycie wody**

Potencjał wodny gleby (kPa)	Dawki wody (mm)	Plon róż (kg/m <sup>2</sup> )	Sezonowe zużycie wody (mm)	Liczba dawek
-20	10	2,34	120	12
	20	2,10	120	6
	30	2,18	180	6
-40	10	2,21	50	5
	20	2,21	80	4
	30	2,22	150	5
Kontrola	-	1,68	-	-

Nawadnianie należy stosować przynajmniej jeden raz w tygodniu, jeżeli susza wystąpi w okresie intensywnego przyrostu róż. W uprawie kalafiora na zbiór wczesny 3 – 4 krotnie nawadnianie jest wystarczające dla uzyskania dobrego plonu i wysokiej jakości róż.

W uprawie kalafiora na zbiór letni i jesienny pierwsze nawadnianie należy wykonać bezpośrednio po wysadzeniu roślin w pole stosując dawkę 10–15 mm, co wpływa korzystnie na przyjmowanie się rozsady. W późniejszym okresie wzrostu, jeśli występują okresy suszy, należy stosować nawadnianie mniej więcej w odstępach tygodniowych. Nawadnianie powinno się rozpoczynać, gdy wilgotność gleby wynosi 70-80% połowej pojemności wodnej lub gdy potencjał wodny gleby wynosi -40 kPa.

### **Polecane systemy nawodnień.**

Za najlepszą metodę nawadniania kalafiora należy uznać deszczowanie. Do deszczowania mogą być wykorzystane zarówno deszczownie przenośne, jak i ruchome deszczownie szpulowe. Za najbardziej przydatne należy jednak uznać deszczownie szpulowe z konsolą, na której umieszczone są mikrozaszaczce o małej wydajności. Ten typ deszczowni pozwala obniżyć ciśnienie robocze na zraszaczach do 0,1–0,15 MPa, dzięki czemu uzyskuje się znaczne oszczędności zużycia energii oraz wody. Do zalet takiej deszczowni można także zaliczyć oszczędność robocizny, równomierny rozkład wody na powierzchni pola, nawet przy wietrze, niską intensywność opadu oraz możliwość dokładnego deszczowania pól w kształcie kwadratu lub prostokąta.

## 8.2.2. Brokuł

### Efektywność nawadniania.

Brokuł, podobnie jak kalafior, wytwarza dużą masę nadziemną i jest wrażliwy na niedobory wody w glebie. Niedostateczna wilgotność gleby w okresie wegetacji ogranicza wzrost wegetatywny roślin oraz powoduje tworzenie małych, luźnych róż. Nawadniane i odpowiednio nawożone brokoły tworzą duże, zwarte, ciemnozielone róży. W przypadku niedoboru wody w glebie rośliny tworzą róży małe z jasnymi przebarwieniami. Pogarsza się także jakość róż, które są łykowate, a pędy zdrewniałe. Brokoły nienawadniane są mniej smaczne i zawierają więcej azotanów.

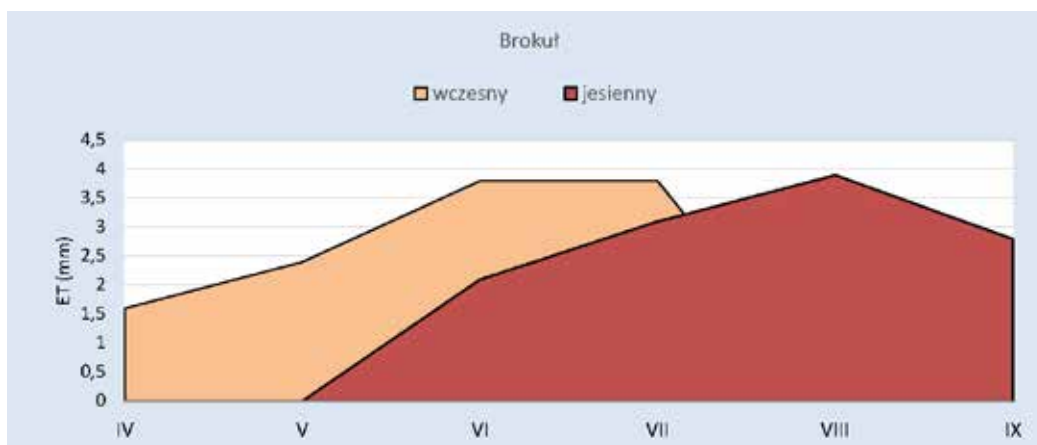
### Okresy krytyczne

Największa wrażliwość na niedobór wody w glebie występuje u brokuła w okresie wiązania róż oraz szybkiego ich przyrostu. W uprawie brokuła na zbiór jesienny krytycznym momentem jest okres wysadzenia rozsady w pole. Nawadnianie bezpośrednio po wysadzeniu rozsady ułatwia przyjmowanie się roślin i zapobiega wypadom. Po wysadzeniu roślin należy zastosować nawadnianie w dawce 10 – 15 mm.

### Potrzeby wodne

Wymagania wodne brokuła są bardzo zbliżone do wymagań kalafiora. Brokuł, podobnie jak kalafior, uprawiany jest w różnych terminach. Sezonowa norma nawodnieniowa dla brokołów wynosi od 80 do 120 mm, w zależności od terminu uprawy. W okresie intensywnego przyrostu masy wegetatywnej i przyrostu róż, dzienne potrzeby wodne brokuła wynoszą 3-4 mm. Potrzeby wodne brokuła można wyznaczyć za pomocą aplikacji umieszczonej na portalu internetowym w zakładce Potrzeby Nawadniania - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>.

Rys. 11 Średnie dzienne potrzeby wodne brokuła w zależności od terminu uprawy

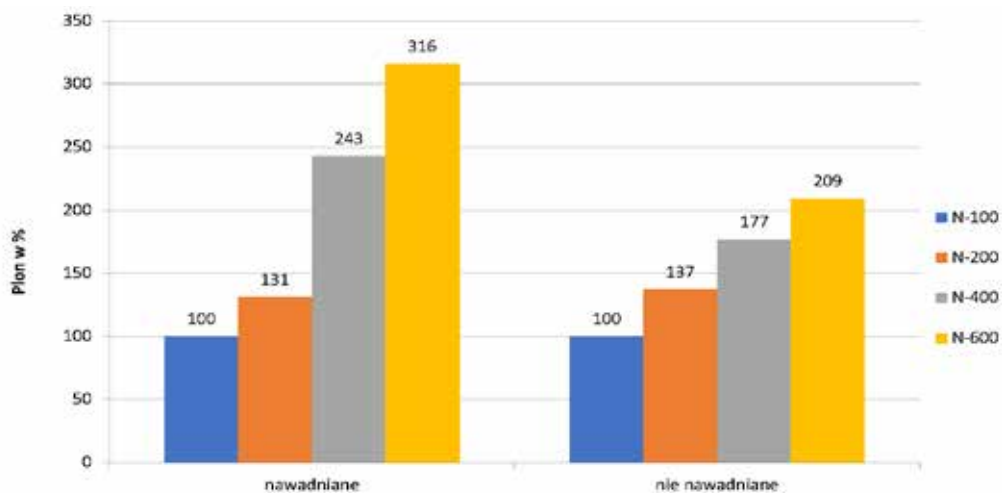


W uprawie na zbiór letni nawadnianie stosuje się w czasie wiązania i przyrostu róż. W uprawie na zbiór jesienny nawadnianie może być konieczne przez cały okres uprawy ze względu na wysoką ewapotranspirację w okresie letnim oraz często występujące niedobory opadów. Brokoły powinny być nawadniane bezpośrednio po wysadzeniu rozsady w polu. Po ukorzenieniu się roślin należy



utrzymywać optymalną wilgotność gleby rozpoczynając nawadnianie przy wilgotności 70-80% ppw lub potencjale wodnym –40 kPa. Nie należy dopuszczać do wahań wilgotności gleby, zwłaszcza w okresie tworzenia i przyrostu róż, w którym rośliny są szczególnie wrażliwe na niedobór wody w glebie. Nawadnianie jest zabiegiem szczególnie polecanym przy stosowaniu wysokiego nawożenia azotowego. Jak wykazały badania, plon handlowy brokułów był ponad trzykrotnie wyższy w warunkach nawadniania i wysokiego poziomu azotu w glebie (600 kg/ha) w porównaniu do 100 kg N/ha. W warunkach bez nawadniania i przy tym samym poziomie azotu w glebie, plon handlowy był tylko dwukrotnie wyższy w stosunku do porównywanego poziomu azotu.

Rys. 12 Plon brokułów nawadnianych i nienawadnianych przy zróżnicowanej zawartości azotu w 60 cm warstwie gleby (Babik, Elkner 2002)



Zalecane dawki wody uzależnione są od rodzaju gleby i podobnie jak w przypadku kalafiora wynoszą 15 – 20 mm. Częstotliwość nawadniania uzależniona jest od przebiegu pogody, jednak w okresie pogody bezdeszczowej i wysokich temperatur, konieczne może się okazać nawet dwukrotne nawadnianie w ciągu tygodnia.

### Polecane systemy nawodnień.

Do nawadniania brokułów podobnie jak w przypadku kalafiora, polecane są deszczownie, zwłaszcza deszczownie konsolowe. Nawadnianie kropłowe może być również stosowane w uprawie brokułów. System nawadniania kropłowego obniża zużycie wody oraz umożliwia stosowanie dokarmiania składnikami pokarmowymi. Do fertygacji brokułów używa się najczęściej nawozów azotowych, jako uzupełnienie przedwegetacyjnej dawki azotu. Możliwa jest również fertygacja nawozami wieloskładnikowymi w przypadku wystąpienia niedoborów składników mineralnych.

Fot. 24 Nawadnianie kropłowe w uprawie brokułu



## 6.2.3. Kapusta głowiasta biała, czerwona, włoska

### Efektywność nawadniania

Kapusty głowiaste z uwagi na dużą masę nadziemną i stosunkowo płytki system korzeniowy posiadają duże wymagania wodne i są wrażliwe na niedobór wody w glebie. Do uprawy kapusty polecane są rejony o dużych opadach deszczu i umiarkowanych temperaturach, a więc rejony nadmorskie i podgórskie. Nawadnianie w latach suchych powoduje wzrost plonu nawet o 50%, a koszty związane z zakupem i instalacją deszczowni zwracają się zwykle po 2-3 latach.

### Okresy krytyczne

Wymagania wodne kapusty są zróżnicowane w okresie wegetacji. Do momentu zawiązywania główek wymagania te są umiarkowane. Nawadnianie powinno się stosować tylko w przypadku dłuższej trwającej suszy, gdy wilgotność gleby spadnie do poziomu 60-70% ppw lub, gdy potencjał wodny spadnie poniżej -60 kPa. W okresie wiązania i przyrostu główek wymagania wodne są bardzo wysokie, zwłaszcza w czasie szybkiego przyrostu masy główek tj. na około 3-4 tygodni przed zbiorem. W tym okresie wilgotność gleby powinna być na poziomie 70-80% ppw, lub potencjał wodny gleby nie powinien być niższy niż -40,-50 kPa. Niekorzystne są zbyt duże wahania wilgotności w glebie, gdyż mogą być przyczyną pęknięcia główek.

Fot. 25 Nawadnianie w fazie wiązania i przyrostu główek kapusty ma największy wpływ na plon i jakość plonu

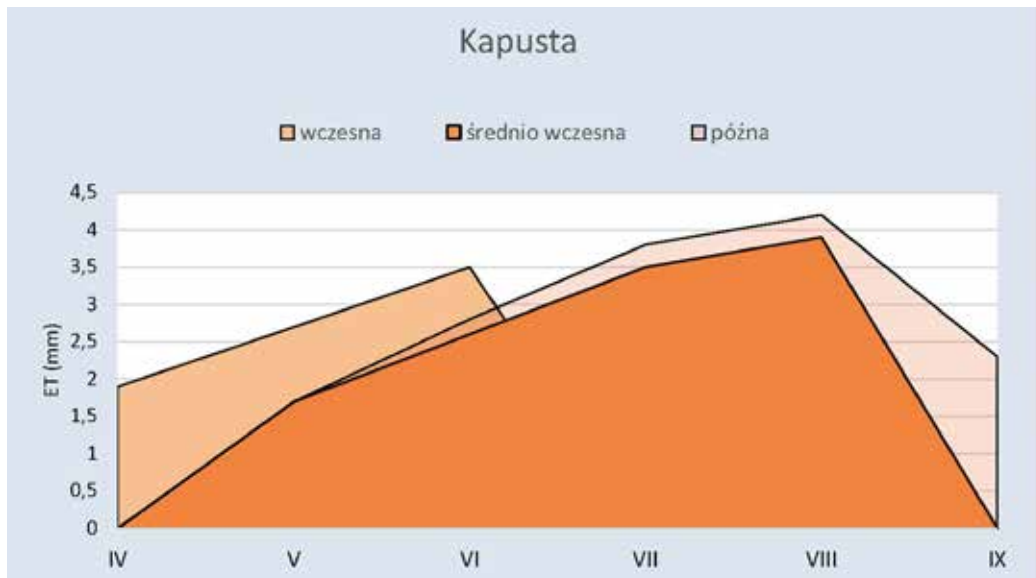


### Potrzeby wodne

Zapotrzebowanie na wodę w okresie wegetacji dla kapusty białej, czerwonej i włoskiej jest zbliżone i wynosi 400 – 600 mm. Ilość wody, jaką należy dostarczyć w postaci nawadniania zależy od przebiegu warunków pogodowych w danym roku, a także od długości okresu wegetacji. Kapusty przeznaczone na zbiór wczesny i średniowczesny mają krótszy okres wegetacji,

stąd ich potrzeby wodne są mniejsze niż odmian przeznaczonych na zbiór późny. Ponadto w początkowym okresie wzrostu rośliny tych odmian mogą korzystać z zimowych zasobów wody nagromadzonych w glebie. W okresie intensywnego przyrostu masy wegetatywnej oraz przyrostu główek średnie dzienne potrzeby wodne w zależności od terminu uprawy wynoszą od 3 do ponad 4 mm (portal internetowy Instytutu Ogrodnictwa w zakładce Potrzeby Nawadniania - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>). Największe potrzeby wodne przypadają na miesiące letnie, w których występują wysokie temperatury, powodujące wysoką ewapotranspirację. Sezonowa norma nawodnieniowa dla kapust wczesnych i średnio-wczesnych wynosi od 80 do 120 mm, natomiast dla odmian późnych od 100 do 200 mm.

Rys. 13 Średnie dzienne potrzeby wodne kapusty w zależności od terminu uprawy.



Pierwsze nawadnianie w przypadku niedoboru wody w glebie powinno być przeprowadzone bezpośrednio po wysadzeniu roślin w pole. Deszczowanie niewielką dawką wody (10-15 mm) wpływa korzystnie na przyjmowanie się rozsady zmniejszając liczbę wypadów. Producenci, którzy uprawiają kapustę z bezpośredniego siewu wprost do gruntu powinni natomiast w razie niedoboru wody w glebie, zastosować nawadnianie na 3-4 dni przed planowanym wysiewem nasion. Nawodnienie po siewie może mieć niekorzystny wpływ na kiełkowanie i wschody roślin.

### Polecane systemy nawodnień.

Nawadnianie można wykonać za pomocą różnego rodzaju deszczowni, stosując jednorazowo 15-25 mm opadu, w zależności od rodzaju gleby. Do nawadniania kapusty polecane są szczególnie deszczownie ruchome tzw. deszczownie szpulowe ze zraszaczami dalekiego zasięgu lub deszczownie konsolowe, które pozwalają na znaczną oszczędność robocizny, energii i wody.

Zbyt wysokie, jednorazowe dawki wody mogą powodować wymywanie niektórych składników pokarmowych do głębszych warstw gleby poza zasięg systemu korzeniowego (doty-

Fot.26 Deszczownia szpulowa ze zraszaczem dalekiego zasięgu



Fot.27(a) (b) Nawadnianie za pomocą deszczowni konsolowej



ślin nawozami. Kropłowe nawadnianie i fertygację wykonuje się za pomocą kropłowników liniowych rozłożonych na powierzchni ziemi w co drugim międzyrzędziu. Nawadnianie kropłowe pozwala na dostarczanie małych dawek wody wraz z nawozami o małym stężeniu bezpośrednio do strefy korzeniowej roślin. Zwiększa to efektywność wykorzystania wody i nawozów. W uprawie kapusty najczęściej stosuje się płynne nawożenie azotem. Zazwyczaj 1/3 dawki azotu, tj.

Fot. 28 Kropłowe nawadnianie kapusty



50-75 kg/ha stosuje się przedwegetacyjnie, razem z nawożeniem fosforowo-potasowym, natomiast pozostałą część w postaci płynnego roztworu. Fertygację stosuje się w kilku dawkach, najlepiej cotygodniowych, dokarmiając rośliny przez około 6 tygodni. W przeprowadzonych doświadczeniach uzyskano znacznie wyższy plon kapusty białej późnej przy stosowaniu fertygacji azotem niż przy posypowym nawożeniu azotem. Obniżenie dawki azotu do 125 kg/ha podanej w postaci płynnej pozwoliło osiągnąć podobny plon, jak przy posypowej dawce azotu 200 kg/ha.

czy to głównie azotu i potasu). Nawadnianie wymaga stosowania zwiększonego nawożenia mineralnego z uwagi na wyższy plon masy nadziemnej roślin. Zazwyczaj dawki azotu powinny być wyższe o około 50% , a potasu o około 30%.

Bardzo dobre efekty można uzyskać nawadniając kapustę za pomocą systemów kropłowych, zwłaszcza, jeśli nawadnianie będzie jednocześnie połączone z dokarmianiem ro-



## 6.2.4. Jarmuż

### Efektywność nawadniania

Podobnie, jak inne warzywa kapustne, jarmuż uprawiany jest najczęściej z rozsady, dlatego po wysadzeniu rozsady w pole konieczne jest zastosowanie deszczowania w dawkach podobnych jak przy innych warzywach uprawianych z rozsady.

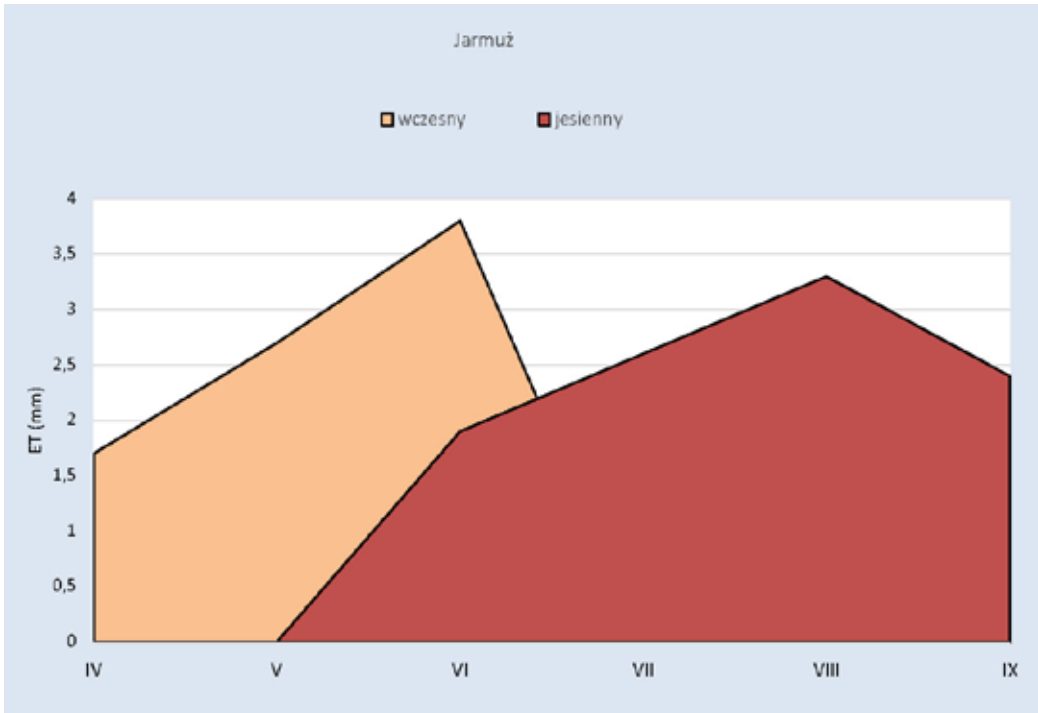
### Okresy krytyczne

W produkcji towarowej jarmuż uprawiany jest na zbiór jesienny. Największe potrzeby wodne występują w fazie intensywnego przyrostu roślin tj. koniec sierpnia i we wrześniu. W uprawach na zbiór wczesny największe potrzeby wodne występują w miesiącach maj - czerwiec.

### Potrzeby wodne

Wymagania wodne jarmużu zbliżone są do wymagań kapusty głowiastej późnej i wynoszą około 500 mm. W okresie intensywnego wzrostu codzienne potrzeby wodne wynoszą 3-4 mm. Wilgotność gleby w tym okresie powinna być na poziomie 70-80% ppw lub potencjał wodny gleby nie powinien być niższy niż -40,50 kPa. Jeżeli w tym okresie wystąpi niedobór opadów należy zastosować deszczowanie stosując 2-3 dawki wody w wysokości 20-25 mm. We wcześniejszym okresie deszczowanie należy stosować tylko w przypadku dłuższej trwającej suszy, gdy wilgotność gleby spadnie do poziomu 60-70% ppw lub, gdy potencjał wodny spadnie poniżej -60 kPa. Dienne potrzeby wodne uzależnione są od terminu uprawy i warunków pogodowych <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>.

Rys. 14 Średnie dzienne potrzeby wodne jarmużu



## Polecane systemy nawodnień.

W uprawie jarmużu do nawadniania polecane są deszczownie. Do nawadniania można wykorzystać zarówno deszczownie szpulowe z pojedynczymi zraszaczami dalekiego zasięgu, jak i deszczownie konsolowe.

## 6.2.5. Agrotechniczne metody ograniczania ewaporacji

W uprawie roślin kapustnych podstawową metodą ograniczania ewaporacji w okresie wegetacji jest stosowanie ściółkowania gleby. Najczęściej do tego celu stosuje się ściółki syntetyczne takie jak czarna folia PE lub czarna włóknina PP. Ściółkowanie eliminuje lub ogranicza zachwaszczenie oraz ogranicza ewaporację z powierzchni gleby. Zmniejsza ponadto infiltrację wody, a wraz z nią składników pokarmowych do głębszych warstw gleby, poza zasięg systemu korzeniowego roślin. Ściółkowanie chroni glebę przed erozją i stratą wody w wyniku sptywów powierzchniowych. Bardzo korzystne jest stosowanie ściółek z rozdrobnionych roślin bobowatych (koniczyna, lucerna), które w wyniku biodegradacji uwalniają azot i inne składniki pokarmowe, wykorzystywane przez rośliny w okresie wegetacji. Przyorane po sprzęcie roślin ściółki mają korzystny wpływ na retencję wody w glebie, poprawę bilansu wodnego i składników pokarmowych oraz proces humifikacji gleby. Pociętą zieloną masę roślin bobowatych rozkłada się między rzędami roślin, warstwą grubości 5-10 cm, tak, aby gleba została całkowicie przykryta. Ponieważ świeża masa roślin szybko przesyca i ulega częściowej biodegradacji, odsłaniając glebę, należy zastosować dwukrotne ściółkowanie. Pierwsze ściółkowanie wykonuje się bezpośrednio po wysadzeniu roślin, drugie natomiast dwa, trzy tygodnie później.

Tabela.11 **Zawartość składników pokarmowych w suchej masie koniczyny i lucerny**

Gatunek roślin	Zawartość makro-składników w g/kg suchej masy					Zawartość mikroskładników w mg/kg suchej masy					
	N	P	K	Mg	Ca	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Koniczyna	26,8	2,2	41,8	2,3	15,5	44,7	829	36,2	13,8	53,6	44,3
Lucerna	27,4	2,1	31,1	1,8	18,1	113	2650	47,5	16,9	104	54,8

Część składników pokarmowych uwalnianych w wyniku biodegradacji dostępna jest dla roślin już w pierwszym roku uprawy i pozytywnie wpływa na plonowanie roślin, natomiast pozostała część jest wykorzystywana w kolejnym roku uprawy.

Badania przeprowadzone w Instytucie Ogrodnictwa wykazały, że ściółkowanie koniczyną miało korzystny wpływ na rozwój roślin oraz plon kapusty średniowczesnej.

Tabela.12 **Wpływ ściółkowania koniczyną na plonowanie kapusty średniowczesnej.**

Rodzaj ściółki	Masa roślin (t/ha)	Plon handlowy główek (t/ha)
Ściółka z koniczyny	98,0	63,3
Kontrola bez ściółki	86,3	59,1



W razie braku możliwości stosowania ściółek w celu ograniczenia ewaporacji w początkowym okresie wzrostu roślin powinno się stosować mechaniczne spulchnianie międzyrzędzi. Spulchnianie międzyrzędzi nie tylko ogranicza ewaporację, ale także niszczy wschodzące chwasty, które zużywają wodę i stanowią konkurencję dla roślin uprawnych. Spulchnianie międzyrzędzi powinno się również przeprowadzić po obfitych opadach deszczu w celu zerwania skorupy glebowej tworzącej się po takich opadach.

Fot. 29. **Spulchnianie międzyrzędzi w uprawie kapusty**





Nawadnianie  
warzyw  
cebulowatych  
i liściowych



## 6.3. Nawadnianie warzyw cebulowatych i liściowych

### 6.3.1. Cebula

#### Efektywność nawadniania.

Z uwagi na płytki i słabo rozwinięty system korzeniowy, cebula jest bardzo wrażliwa na niedobór wody w glebie. Większość korzeni tej rośliny znajduje się w wierzchniej warstwie gleby w promieniu do 30 cm i na głębokości 15-30 cm, i tylko nieznaczna ich część w sprzyjających warunkach sięga głębiej do 35-40 cm. Cebula nie może więc korzystać z wody znajdującej się w głębszych warstwach gleby. W związku z tym zapewnienie optymalnych warunków wilgotnościowych w wierzchniej warstwie gleby, w której znajduje się przeważająca liczba korzeni ma decydujący wpływ na plonowanie tej rośliny.

Nawadnianie cebuli ma bardzo duży wpływ na plon i jakość cebul. Przeprowadzone badania wykazały, że wzrost siły ssącej gleby do 60 kPa (spadek wilgotności gleby), powodował obniżenie plonu o ponad 17%, natomiast w przypadku kombinacji kontrolnej bez nawadniania, plon cebuli był ponad dwukrotnie niższy. Niedobór wody w okresie wegetacji powodował wzrost liczby cebul drobnych, niehandlowych, a także wzrost liczby cebul rozdwojonych. Cebula nienawadniana charakteryzuje się ostrzejszym smakiem i intensywniejszym zapachem.

#### Okresy krytyczne

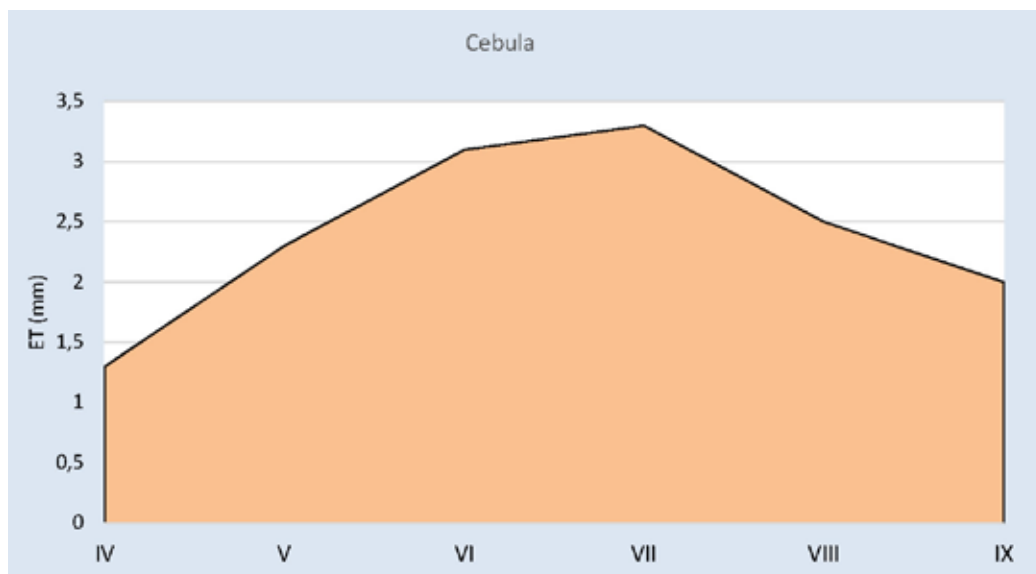
Największą wrażliwość na suszę cebula wykazuje w fazie wiązania i przyrostu cebul, co przypada na okres od połowy czerwca do końca lipca. Niedobór wody w glebie może powodować pogorszenie jakości, zmniejszając wyrównanie, wielkość i masę cebul. Stres wodny zwłaszcza w początkowym okresie wzrostu (w fazie od 3-go do 9-go liścia) ma bardzo duży wpływ na formowanie się cebul oraz powoduje wzrost liczby cebul o podwójnym stożku wzrostu. Istotne znaczenie ma optymalna wilgotność w okresie kiełkowania nasion i wschodów. Susza występująca w tym okresie jest przyczyną opóźnionych, słabych i nierównomiernych wschodów. W końcowej fazie wzrostu cebuli, kiedy następuje zasychanie szczypioru, wymagania wodne są umiarkowane. W tym okresie nie powinno się prowadzić nawadniania, ponieważ może to prowadzić do wytwarzania przez rośliny nowych korzeni. Skutkiem tego jest złe przechowywanie cebul.

#### Potrzeby wodne

Zapotrzebowanie na wodę w okresie wegetacji cebuli wynosi około 350-500 mm. W okresie intensywnego wzrostu, dzienne potrzeby wodne cebuli wynoszą 3-3,5 mm. Potrzeby wodne cebuli można wyznaczyć za pomocą aplikacji umieszczonej na portalu internetowym w zakładce Potrzeby Nawadniania - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw> Ilość wody w sezonie wegetacyjnym potrzebna do nawadniania cebuli wynosi, w zależności od pogody w danym roku, od 50 do 150 mm.

Plantację cebuli powinno się nawadniać w okresie od zawiązywania cebul do momentu załamywania się szczypioru, co w naszych warunkach przypada na okres od połowy czerwca do końca lipca. Wilgotność gleby w tym okresie powinna być utrzymywana na poziomie 70-80% ppw. Terminy nawadniania najlepiej określić za pomocą tensjometrów, rozpoczą-

Rys.15 Średnie dzienne potrzeby wodne cebuli



nając nawadnianie przy potencjale wodnym gleby około -40 kPa. Dawki wody i intensywność nawadniania należy dostosować do rodzaju gleby i fazy wzrostu roślin. Początkowo poleca się stosować mniejsze dawki wody wynoszące 10-15 mm. Gdy cebula jest większa, wykształci 5-6 liści, można zwiększyć dawki wody i intensywność deszczowania. W okresie intensywnego wzrostu dawki wody mogą wynosić 20-25mm, a intensywność deszczowania 12-15 mm/h. Na 2-3 tygodnie przed zbiorem należy przerwać nawadnianie. Umiarkowana wilgotność w tym okresie powoduje szybsze zasychanie cebul i korzystnie wpływa na ich przechowywanie.

Wielkość dawki wody zależy od rodzaju gleby. Na glebach lekkich stosuje się mniejsze dawki wody przy większej intensywności deszczowania, natomiast na glebach cięższych dawki wody mogą być większe, a intensywność deszczowania powinna być mniejsza.

Fot. 30 Nawadnianie cebuli za pomocą deszczowni konsolowej





### **Polecane systemy nawodnień.**

Za najlepszą metodę nawadniania cebuli należy uznać deszczowanie. Do deszczowania mogą być wykorzystane zarówno deszczownie przerośnięte, jak i ruchome deszczownie szpulowe. Najbardziej przydatne są jednak deszczownie szpulowe z konsolą, na której umieszczone są mikrozaszadce o małej wydajności. Zastosowanie zraszaczy o małej intensywności opadu ma bardzo duże znaczenie, ponieważ liście cebuli nie zakrywają całkowicie powierzchni pola, w związku z czym nie dochodzi do pogorszenia struktury gleby.

Bardzo dobre wyniki w uprawie cebuli można uzyskać stosując system nawadniania kropłowego zwłaszcza w połączeniu z fertygacją. W uprawie cebuli stosuje się fertygację pogłówną azotem, po zastosowaniu przedsiwnej dawki azotu. Do fertygacji cebuli stosuje się zwykle saletrę wapniową w stężeniu 0,1-0,2 % (1-2 g/l) lub saletrę amonową w stężeniu 0,05-0,1 % (0,5-1 g/l). Dawki roztworu powinny uwzględniać aktualne potrzeby nawozowe. Jeśli np. wymagana jest dawka 50 kg N na ha, to przy użyciu 0,1 % roztworu saletry amonowej należy zastosować około 15 l na 1 m<sup>2</sup>. Płynne dokarmianie roślin powinno się stosować w okresie wiązania i przyrostu cebul tj. od połowy czerwca do połowy lipca. Nie powinno się stosować dokarmiania po 15 lipca, ponieważ powoduje to wydłużenie wzrostu wegetatywnego i opóźnienie zbiorów. Do nawadniania kropłowego na glebach średnich i ciężkich należy stosować przewody nawadniające z emiterami, co 30-40 cm, natomiast na glebach lekkich, co 20 cm.

## 6.3.2. Por

### **Efektywność nawadniania.**

Nawadnianie pora wpływa korzystnie na wielkość i jakość plonu, zwiększając wielkość i masę roślin, a tym samym udział pierwszego wyboru w plonie handlowym.

### **Okresy krytyczne**

Wymagania wodne pora są zróżnicowane w okresie wegetacji. W początkowym okresie rozwoju, wymagania wodne są niewielkie z uwagi na powolny wzrost. Potrzeby wodne pora są największe w okresie szybkiego przyrostu masy nadziemnej.

### **Potrzeby wodne**

Por ma nieco lepiej rozwinięty system korzeniowy niż cebula, jednakże wytwarza znacznie większą masę nadziemną, w związku z tym bardzo korzystnie reaguje na nawadnianie. Zapotrzebowanie na wodę w okresie wegetacji wynosi około 500 mm.

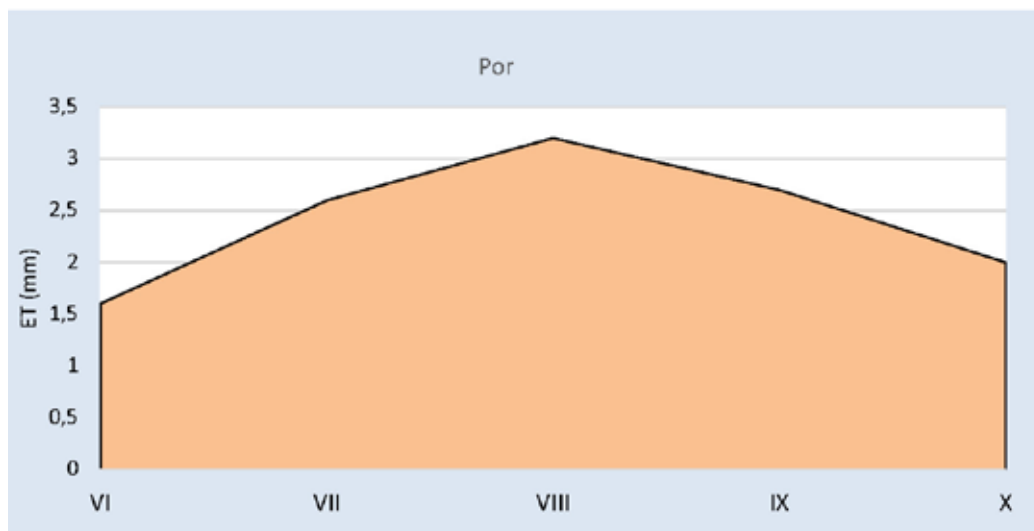
Na podstawie badań przeprowadzonych przez wielu autorów stwierdzono, że najlepsze efekty w uprawie pora na zbiór jesienny, uzyskuje się stosując nawadnianie od lipca do połowy września.

Por uprawiany jest z siewu, jak i z rozsady oraz na różny termin zbioru. Stąd też wynikają zróżnicowane okresy, w czasie których istnieje konieczność stosowania nawodnień. Pory uprawiane z siewu są wcześniej wysiewane w pole, dlatego w początkowym okresie, z uwagi na powolny wzrost, jak i możliwość wykorzystywania wody z zasobów zimowych, nie wymagają nawadniania. Nawadnianie w okresie wzrostu jest uzasadnione tylko w przypadku dłużej trwającej suszy.

Pory uprawiane z rozsady zarówno na zbiór letni, jesienny, jak i wczesnowiosenny powinny być deszczowane bezpośrednio po wysadzeniu rozsady w pole. Deszczowanie jest szczególnie polecane przy sadzeniu roślin w dołki bez obciskania ich ziemią. Optymalnym terminem nawadniania porów przeznaczonych na zbiór letni jest okres od czerwca aż do zbiorów, przeznaczonych na zbiór jesienny od lipca do połowy września, a na zbiór wczesnowiosenny od połowy sierpnia do końca września. Potrzeby wodne pora można wyznaczyć za pomocą aplikacji umieszczonej na portalu internetowym w zakładce Potrzeby Nawadniania - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>. W okresie intensywnego wzrostu i wysokich temperatur, dzienne potrzeby wodne pora wynoszą 3,0 – 3,5 mm.

W okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę, wilgotność gleby nie powinna spadać poniżej 70-75% połowej pojemności wodnej. Terminy nawodnień można ustalić za pomocą tensjometrów rozpoczynając nawadnianie przy potencjale wodnym –40, -60 kPa w zależności od rodzaju gleby. Jednorazowa dawka polewowa powinna wynosić około 20-30 mm. W naszych warunkach klimatycznych sezonowe zapotrzebowanie na wodę w uprawie pora wynosi około 150-200 mm, więc w zależności od rodzaju gleby należy zastosować 5 do 10 nawodnień.

Rys. 16 Średnie dzienne potrzeby wodne pora



### Polecane systemy nawodnień.

Do deszczowania mogą być wykorzystane zarówno deszczownie przenośne, jak i ruchome deszczownie szpulowe. Podobnie jak w przypadku cebuli, za najbardziej przydatne należy jednak uznać deszczownie szpulowe z konsolą, na której umieszczone są mikrozaszace o małej wydajności.

Por bardzo korzystnie reaguje na nawadnianie kropłowe połączone z nawożeniem. Najwyższy plon ogólny i handlowy pora uzyskano stosując 1/3 dawki azotu przedwegetacyjnie w postaci stałej, a 2/3 pogłównie w postaci płynnej za pomocą systemu kropłowego, w łącznej dawce 200 kg/ha. Nawozy azotowe stosowane w postaci płynnej były efektywniej wykorzystywane przez rośliny, gdyż obniżenie dawki azotu do 125 kg/ha nie spowodowało istotnego obniżenia plonu. Rośliny nawożone płynnym roztworem nawozów były równomiernie odżywione w okresie wegetacji, miały większą powierzchnię liści oraz dawały wyższy plon świeżej i suchej masy w porównaniu do roślin nawożonych posypowo.

Fot. 31 Kropłowe nawadnianie pora



### 6.3.3. Czosnek

#### **Efektywność nawadniania.**

Wymagania wodne czosnku są zbliżone do wymagań cebuli. Najlepiej plonuje na glebach o uregulowanych stosunkach powietrzno-wodnych i o dużej retencji wodnej, takich jak czarnoziemy, lessy, mady, gleby torfowe. Nawadnianie czosnku ma bardzo korzystny wpływ na plon i jakość główek. Rośliny nawadniane wytwarzają główki składające się z mięsistych, jędrnych ząbków o dużo większej masie niż rośliny nie nawadniane.

#### **Okresy krytyczne**

Największe wymagania wodne występują w okresie intensywnego przyrostu ząbków. W przypadku czosnku wysadzanego jesienią, największe potrzeby wodne występują w okresie od połowy maja do końca czerwca, natomiast czosnek wysadzany wiosną ma największe wymagania wodne w miesiącach czerwiec, lipiec.

#### **Potrzeby wodne**

W okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę, należy stosować deszczowanie, gdy wilgotność gleby spadnie do poziomu 70-75% ppw, lub gdy potencjał wodny wynosi  $-40, -60$  kPa. Jednorazowe dawki wody powinny wynosić około 20 mm. Aby nawadnianie nie miało ujemnego wpływu na przechowywanie, należy je przerwać na około dwa tygodnie przed planowanym zbiorem.

#### **Polecane systemy nawodnień.**

Nawadnianie czosnku prowadzone jest za pomocą systemu deszczownianego. Do deszczowania mogą być wykorzystane zarówno deszczownie przenośne, jak i ruchome deszczownie szpulowe. Podobnie jak w przypadku cebuli i pora za najbardziej przydatne należy jednak uznać deszczownie szpulowe z konsolą, na której umieszczone są mikrozaszacze o małej wydajności.

## 6.3.4. Sałata

### Efektywność nawadniania.

W obrębie gatunku sałaty siewnej występuje kilka odmian botanicznych, z których największe znaczenie gospodarcze ma sałata głowiasta występująca w dwóch formach: masłowej i kruchej. Sałata jest rośliną wrażliwą na niedobór wody w glebie z uwagi na słabo rozwinięty system korzeniowy i dużą powierzchnię transpiracyjną liści. Długotrwały niedobór wody podczas występowania wysokich temperatur powoduje wytwarzanie pędów kwiatostanowych. Niedobór wody w glebie może również powodować zamieranie brzegów liści sałaty obniżając jej wartość handlową. W badaniach przeprowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa nawadnianie sałaty było korzystne w latach, gdy ilość opadów w okresie wegetacji sałaty była niedostateczna. W roku, w którym ilość opadu w okresie wegetacji wynosiła 77 mm nawadnianie sałaty za pomocą deszczownicy powodowało wzrost plonu o 35%, natomiast za pomocą systemu kroplowego o 40%. Nawadnianie powodowało obniżenie zawartości azotu azotanowego w liściach sałaty.

### Okresy krytyczne

Sałata wymaga optymalnej wilgotności gleby przez cały okres wegetacji, jednak największe wymagania wodne przypadają na okres wiązania i przyrostu główek, a więc na 3-4 tygodnie przed zbiorem. Duży przyrost świeżej masy sałaty można uzyskać stosując nawadnianie tuż przed zbiorem roślin.

### Potrzeby wodne

Potrzeby wodne sałaty z uwagi na stosunkowo krótki okres wegetacji nie są zbyt duże i wynoszą 80-120mm. Sezonowe normy nawadniania uzależnione są od przebiegu pogody, ale także od terminu uprawy. Sałata uprawiana w okresie letnim jest bardziej narażona na niedobory wody w glebie, a nawadnianie stosowane jest częściej niż w uprawie wiosennej i jesiennej. Sałata uprawiana z rozsady wymaga nawadniania bezpośrednio po wysadzeniu roślin w pole, zwłaszcza w okresie letnim. Nawadnianie powinno się rozpoczynać, gdy wilgotność gleby wynosi 75-80% ppw., lub gdy potencjał wodny gleby wynosi -30 kPa.

### Polecane systemy nawodnień.

W uprawie sałaty najczęściej stosowany jest system nawadniania deszczownianego. Sałata jest rośliną bardzo delikatną oraz wrażliwą na strukturę gleby. W uprawie sałaty należy zwracać uwagę na intensywność nawadniania. Zbyt duża intensywność powoduje pogorszenie struktury gleby, ale może także powodować mechaniczne uszkodzenia liści oraz zanieczyszczenie liści ziemią. Intensywność deszczowania w uprawie sałaty powinna wynosić 8-10 mm/h, dlatego powinny być stosowane deszczownie konsolowe ze zraszaczami o małej intensywności opadu. W zależności od fazy rozwojowej roślin dawki wody stosowane za pomocą deszczownicy powinny wynosić 10-20 mm.

Polecanym systemem nawadniania w uprawie sałaty jest również system nawadniania kroplowego, który nie powoduje zwilżania i znieczyszczania liści ziemią oraz ogranicza występowanie chorób grzybowych. System nawadniania kroplowego umożliwia również ciągłe dokarmianie składnikami pokarmowymi, dzięki czemu uzyskuje się plon bardzo wysokiej jakości.

Fot.32 **Kroplowe nawadnianie sałaty kruchej**





## 6.3.5. Szpinak

### **Efektywność nawadniania.**

Szpinak zaliczany jest do roślin wrażliwych na niedobór wody w glebie. W warunkach niedoboru wody w glebie wytwarza małe, skórzaste liście. Susza może powodować także wcześniejsze wybijanie szpinaku w pędy kwiatowe.

### **Okresy krytyczne**

Optymalna wilgotność gleby wymagana jest zarówno w okresie wschodów jak i wzrostu roślin. Dostateczna ilość wody w glebie jest warunkiem równomiernych wschodów roślin, a następnie ich szybkiego wzrostu. Największe wymagania wodne występują w okresie intensywnego przyrostu masy roślin.

### **Potrzeby wodne**

Potrzeby wodne szpinaku są zbliżone do potrzeb wodnych sałaty i wynoszą 80-120 mm. Szpinak rozwija się najlepiej, jeśli wilgotność gleby nie spada poniżej 80% połowej pojemności wodnej.

### **Polecane systemy nawodnień**

Nawadnianie szpinaku należy prowadzić za pomocą deszczowni, stosując dawki około 20-25 mm.. Wskazana jest mała intensywność deszczowania w granicach 8-10mm/h, aby nie zanieczyszczać liści ziemią. W uprawie szpinaku wczesnowiosennego, wysiewanego jesienią nawadnianie może nie być konieczne, zwłaszcza jeżeli zima była obfita w opady śniegu. Jeżeli jednak wiosna jest sucha, jedno nawadnianie może być konieczne w okresie intensywnego wzrostu roślin. W uprawie szpinaku wysiewanego wiosną, jak i uprawianego w okresie letnim, konieczne może być zastosowanie 2-4 nawodnień w okresie wegetacji w zależności od ilości opadów.

## 6.3.6. Seler naciowy

### **Efektywność nawadniania.**

Seler naciowy, podobnie jak seler korzeniowy, wywodzi się od selera błotnego, dlatego wymagania wodne tej rośliny są bardzo wysokie. Niedobór wody w glebie powoduje obniżenie plonu i pogorszenie jakości.

### **Okresy krytyczne**

Największe zapotrzebowanie na wodę występuje w okresie intensywnego przyrostu masy nadziemnej roślin co przypada na miesiące letnie lipiec sierpień.

### **Potrzeby wodne**

Potrzeby wodne selera naciowego zbliżone są do potrzeb selera korzeniowego, jednak jest on bardziej wrażliwy na niedobory wody w glebie. Nawet krótkotrwała susza może powodować obniżenie plonu i pogorszenie jakości wskutek zwiększonej zawartości włókna, a przez to pogorszenie smaku.

### **Polecane systemy nawodnień.**

Selery należy nawadniać od wysadzenia aż do zbioru w okresie bezdeszczowej pogody, nie dopuszczając do spadku wilgotności poniżej 75-80% połowej pojemności wodnej gleby. Nawadnianie należy rozpoczynać przy potencjale wodnym gleby  $-30,40$  kPa. Dawki wody przy nawadnianiu deszczownianym wynoszą w zależności od rodzaju gleby od 20 do 30mm. Selery naciowe najczęściej nawadniane są za pomocą deszczowni. Nawadnianie jest polecane szczególnie przy uprawie odmian wrażliwych na zamieranie liści sercowych, gdyż powoduje ograniczenie występowania tej fizjologicznej choroby. W przeprowadzonych badaniach seler naciowy wykazywał także bardzo korzystną reakcję na nawadnianie kropłowe. W roku o dużym niedoborze opadów, nawadnianie kropłowe, przy zastosowaniu azotu w dawce 100 kg/ha, ponad dwukrotnie zwiększyło plon handlowy selera w porównaniu do kombinacji nie nawadnianej. W roku o korzystnym rozkładzie opadów atmosferycznych nawadnianie, przy tej samej dawce azotu, zwiększyło plon handlowy selera o 39,5%. Nawadnianie kropłowe obniżało zawartość azotanów oraz nierozpuszczalnego błonnika w ogonkach liściowych selera.

### 6.3.7. Agrotechniczne metody ograniczania ewaporacji

W uprawie roślin cebulowych i liściowych, podobnie jak w przypadku roślin korzeniowych, podstawową metodą ograniczania ewaporacji w okresie wegetacji jest mechaniczne spulchnianie wierzchniej warstwy gleby za pomocą narzędzi uprawowych. Spulchnianie międzyrzędzi prowadzi się w początkowej fazie wzrostu roślin, do czasu, kiedy nie będzie uszkadzało rozrastającego się szczypioru bądź liści. Pozwala ono ograniczyć zachwaszczenie, jak również straty wody w procesie ewaporacji. Spulchnianie międzyrzędzi powinno się również przeprowadzić po obfitych opadach deszczu w celu zerwania skorupy glebowej tworzącej się po takich opadach. Spulchnianie międzyrzędzi powoduje mechaniczne zwalczanie chwastów, które pobierają z gleby duże ilości wody, a w okresach suszy stanowią szczególne zagrożenie, zwłaszcza dla gatunków o dużych wymaganiach wodnych. Gleba bez chwastów wyparowuje mniej wody niż pokryta chwastami. System korzeniowy chwastów jest znacznie lepiej rozwinięty niż roślin warzywnych, co daje przewagę chwastom w konkurowaniu o wodę.

Fot. 33 Spulchnianie międzyrzędzi w uprawie sałaty



W uprawie pora, który uprawiany jest w szerszej rozstawie niż cebula czy sałata, w celu ograniczenia ewaporacji, można stosować ściółkowanie za pomocą ściółek syntetycznych (czarna folia lub włóknina), bądź organicznych (ściółki z rozdrobnionych roślin bobowatych). Badania przeprowadzone w Instytucie Ogrodnictwa wykazały, że ściółkowanie koniczyną

czerwoną w uprawie ekologicznej zwiększyło plon handlowy pora o 48% oraz miało korzystny wpływ na strukturę plonu zwiększając w plonie handlowym udział cebul pora o większej średnicy.

Fot. 34 (a) (b) Spulchnianie międzyrzędzi w uprawie cebuli



Nawadnianie  
warzyw  
psiankowatych  
i dyniowatych





## 6.4. Nawadnianie warzyw psiankowatych i dyniowatych

### 6.4.1. Pomidor

#### Efektywność nawadniania.

Jak wykazały przeprowadzone badania, nawadnianie pomidora powoduje w niektórych latach zwwyżki plonu o 50-60%. Stosowanie nawadniania pozwala na uzyskanie stabilnych i wysokich plonów pomidora, a także owoców o wysokiej jakości. W badaniach Instytutu Ogrodnictwa stwierdzono pozytywny wpływ nawadniania kropłowego i fertygacji N (azotem) i K (potasem) na plon i jakość owoców pomidora. Fertygacja azotem i potasem zwiększała plon, liczbę zawiązków owocowych oraz wielkość owoców pomidora. Płynne nawożenie poprzez system kropłowy pozwala dostarczać składniki pokarmowe stosownie do wymagań roślin, co daje oszczędności wody i nawozów. W przypadku niedoboru składników pokarmowych w glebie korzystnie jest stosować fertygację nawozami wieloskładnikowymi. Z uwagi na wysoki koszt takich nawozów, fertygację stosuje się w przypadku wystąpienia objawów niedoboru składników pokarmowych. Ten sposób nawożenia wymaga stosowania dozowników. Na większych plantacjach najlepiej stosować dozowniki iniektorowe, natomiast na mniejszych plantacjach dozowniki proporcjonalne np. typu „Dosatron”.

#### Okresy krytyczne

Wymagania wodne pomidora są zróżnicowane w poszczególnych fazach wzrostu. Największe potrzeby wodne pomidora występują w fazie kwitnienia, zawiązywania i przyrostu owoców. Do fazy kwitnienia, jak również w okresie dojrzewania owoców, wymagania wodne są umiarkowane.

Optymalne warunki wilgotnościowe w fazie kwitnienia i przyrostu owoców zwiększają liczbę kwiatów na roślinie, liczbę zawiązków oraz rozmiar owoców. Niedobór wody w tej fazie wzrostu powoduje opadanie kwiatów i zawiązków owocowych. Niska wilgotność gleby oraz wahania wilgotności są przyczyną zakłóceń w pobieraniu i transporcie wapnia w roślinie, co powoduje porażenie owoców przez suchą zgniliznę wierzchołkową. Duże wahania wilgotności gleby w okresie przyrostu owoców mogą powodować ich pękanie.

#### Potrzeby wodne

Pomidor, ze względu na dość dobrze rozwinięty system korzeniowy, zwłaszcza pomidor wysokorosnący, zaliczany jest do warzyw o umiarkowanych wymaganiach wodnych. Wymagania wodne pomidora w okresie wegetacji wynoszą około 350 – 400 mm. Nowe wysokoplonujące odmiany, mają jednak bardzo duże wymagania wodne, znacznie wyższe od tradycyjnych ustalonych odmian. Odmiany te są wrażliwe zarówno na niedobór wody w glebie, jak i na wahania wilgotności. W związku z tym stosowanie nawadniania pozwala na uzyskanie stabilnych i wysokich plonów pomidora, a także owoców o wysokiej jakości.

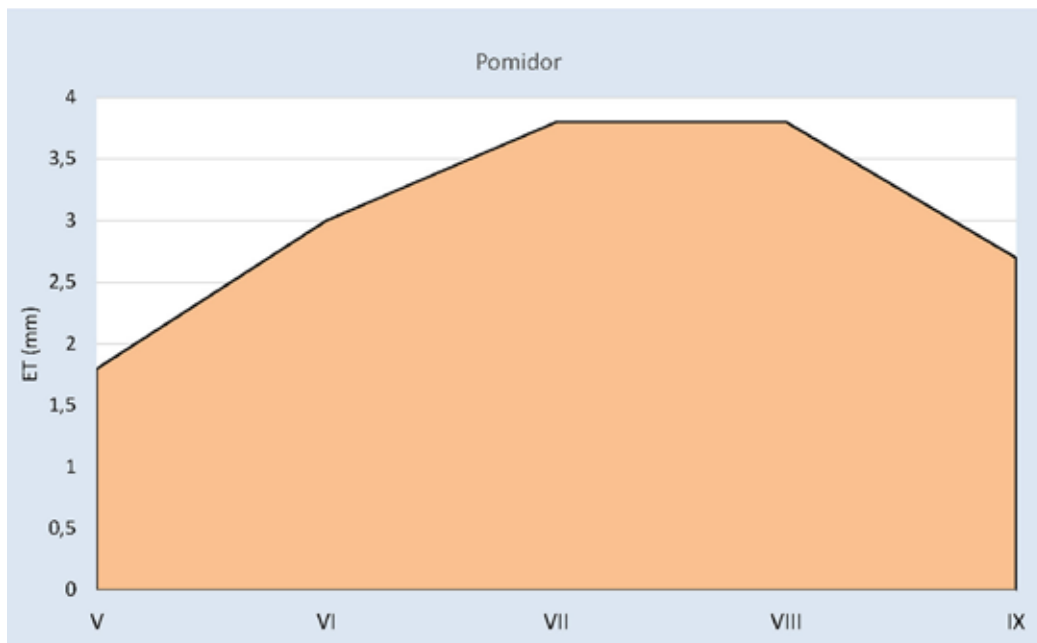
Terminy stosowania nawodnień są uzależnione od przeznaczenia owoców. Pomidory przeznaczone do konsumpcji, zarówno odmian samoocierających, jak i odmian uprawianych przy palikach, powinny być nawadniane od początku kwitnienia do końca zbiorów. Pomidory przeznaczone do przetwórstwa, powinny być natomiast nawadniane od fazy kwitnienia i wiązania owoców

do momentu pojawienia się pierwszych czerwonych owoców. Nawadnianie w późniejszym okresie wpływa bowiem niekorzystnie na niektóre cechy jakościowe owoców, zmniejszając między innymi zawartość ekstraktu, witaminy C i cukrów. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ terminu nawadniania na plon i jakość owoców pomidora uprawianego dla przetwórstwa. Wczesne zakończenie nawadniania na około 6-7 tygodni przed zbiorem istotnie zwiększało zawartość ekstraktu w owocach, poprawiało wybarwienie owoców, natomiast obniżało wielkość owoców i plon pomidora.

W uprawie polowej, w zależności od terminu wysadzenia rozsady, nawadnianie rozpoczyna się w II – III dekadzie czerwca, a kończy na początku sierpnia (w przypadku pomidorów przeznaczonych dla przetwórstwa), lub na początku września (w przypadku pomidorów uprawianych do bezpośredniego spożycia). Jeżeli w czasie sadzenia rozsady występuje niedobór wody w glebie, należy zastosować nawadnianie małą dawką wody w wysokości około 10 mm, co ułatwia przyjęcie się rozsady. W przypadku uprawy pomidora z bezpośredniego wysiewu do gruntu, w razie suszy nawadnianie należy wykonać na 3-4 dni przed planowanym wysiewem nasion, unikając w miarę możliwości nawadniania po siewie.

W fazie największej wrażliwości na niedobór wody, wilgotność gleby nie powinna spadać poniżej 70% polowej pojemności wodnej lub potencjał wodny gleby nie powinien spadać poniżej -40 kPa. Największe zużycie wody przez pomidory występuje w okresie letnim i wynosi około 3–4 mm na dobę. Oznacza to, że w okresie bezdeszczowej pogody należy stosować nawadnianie co około 5 – 6 dni, dawką wody około 20 mm (200 m<sup>3</sup>/ha). Dawki wody i częstotliwość nawadniania są uzależnione od rodzaju gleby. Na glebach lżejszych, o małej pojemności wodnej, należy częściej stosować nawadnianie, mniejszymi dawkami (15 – 20 mm, co 4 – 5 dni), a na glebach cięższych rzadziej, większymi dawkami wody (25 – 30 mm, co 6 – 8 dni).

Rys. 17 Średnie dzienne potrzeby wodne pomidora w okresie wegetacji



W okresie przyrostu owoców należy unikać zbyt dużych wahań wilgotności, ponieważ powoduje to pęknięcie owoców. W przypadku nawadniania kropłowego częstotliwość nawadniania jest znacznie większa w porównaniu do nawadniania deszczownianego, a dawki wody mniejsze. Jednorazowa dawka wody powinna wynosić około 4 l/roślinę, co w zależności od liczby roślin na hektarze daje 8 – 12 mm/ha, czyli 80 – 120 m<sup>3</sup> wody na hektar. Uwzględniając dobowe zużycie wody przez rośliny pomidora, które wynosi 3 – 4 mm, nawadnianie należy stosować co 2 – 4 dni w okresie bezdeszczowej pogody. Potrzeby wodne pomidora można wyznaczyć za pomocą aplikacji umieszczonej na portalu internetowym w zakładce Potrzeby Nawadniania - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>.

### **Polecane systemy nawodnień.**

W polowej uprawie pomidora, zwłaszcza odmian samokończących, najczęściej spotykanym systemem nawadniania jest system deszczowniany. Należy jednak podkreślić, że ten system powoduje zwilżanie roślin i zwiększa ryzyko porażenia roślin przez choroby grzybowe. Dlatego też deszczowanie należy stosować w godzinach przedpołudniowych, aby zwilżone rośliny mogły szybko obeschnąć.

W uprawie pomidora polowego, a zwłaszcza uprawianego przy palikach, polecany jest system nawadniania kropłowego. Do nawadniania używa się tzw. kropłowników liniowych tj. przewodów nawadniających z umieszczonymi na nich w określonej odległości emiterami.

Fot. 35 **Kropłowe nawadnianie pomidora uprawianego przy palikach**



W zależności od rodzaju gleby, należy stosować przewody nawadniające z emiterami umieszczonymi co 30 – 40 cm (mniejsza rozstawa na glebach lekkich, większa na ciężkich).

Nawadnianie kropłowe nie powoduje zwilżania roślin, a więc zmniejsza ryzyko porażenia roślin przez choroby grzybowe. Zaletą tego systemu jest także poprawa efektywności zużycia wody oraz możliwość utrzymywania stałej, optymalnej wilgotności gleby, co przyczynia się do wzrostu plonu i poprawy jakości owoców.

Istotną zaletą systemu kropłowego jest możliwość płynnego nawożenia (fertygacji). W polowej uprawie pomidora najczęściej stosuje się płynne nawożenie azotem. Zazwyczaj 1/3 dawki azotu tj. 50 – 75 kg/ha stosuje się przedwegetacyjnie, razem z nawożeniem fosforowo – potasowym, natomiast pozostałą część w postaci płynnego roztworu. Fertygację stosuje się w kilku dawkach, najlepiej cotygodniowych, dokarmiając rośliny przez około 6 tygodni. Ostatnia dawka nawożenia płynnego powinna być zastosowana z chwilą zakończenia przyrostu owoców na I gronie. Późniejsze stosowanie fertygacji azotem może powodować opóźnienie dojrzewania owoców.

## 6.4.2. Papryka

### Efektywność nawadniania.

Reakcja papryki na nawadnianie uzależniona jest od odmiany. Odmiany należące do grupy wielkoowocowych, tj. odmiany o dużych mięsistych owocach są szczególnie wrażliwe na niedobór wody w glebie. Nawadnianie wpływa korzystnie zarówno na plon papryki, jak również na jakość owoców. Rośliny nawadniane wytwarzają owoce o grubym i soczystym miąższu.

### Okresy krytyczne

Okres największej wrażliwości na niedobór wody w glebie występuje w fazie kwitnienia i zawiązywania owoców. Niedostateczna wilgotność gleby w tej fazie rozwojowej roślin jest przyczyną opadania kwiatów i zawiązków owocowych. Bardzo istotne znaczenie ma odpowiednia wilgotność gleby w czasie intensywnego przyrostu owoców. Niedobór wody w glebie i wahania wilgotności są przyczyną suchej zgnilizny wierzchołkowej owoców w związku z zaburzeniami w transporcie wapnia.

### Potrzeby wodne

Wymagania wodne papryki są zbliżone do wymagań pomidora. Papryka uprawiana jest z rozsady, dlatego bezpośrednio po wysadzeniu roślin w pole należy zastosować nawadnianie w dawce około 10 mm. Po wysadzeniu i podlaniu roślin, w celu dobrego ich ukorzenia, nie powinno się nawadniać przez około 2 tygodnie. Następne nawadniania powinno się wykonywać w fazie kwitnienia, zawiązywania i przyrostu owoców, co przypada na miesiące letnie lipiec, sierpień. Wilgotność gleby w tym okresie nie powinna spadać poniżej 70-75% ppw. Termin nawadniania najlepiej ustalić za pomocą tensjometrów rozpoczynając nawadnianie, gdy potencjał wodny gleby wynosi  $-40; 50$  kPa.

### Polecane systemy nawodnień.

Paprykę można nawadniać za pomocą deszczowni, stosując jednorazowe dawki wody w wysokości 20-25 mm. Z uwagi na bardzo duże wymagania cieplne tej rośliny, woda do nawadniania papryki nie powinna pochodzić ze studni głębinowych, lecz ze zbiorników otwartych, w których woda jest ogrzana.

Bardzo polecanym w uprawie papryki, podobnie jak w uprawie pomidora, jest system nawadniania kropłowego. Zasada stosowania jest również podobna jak w uprawie pomidora.

Przewody nawadniające rozkłada się na powierzchni gleby przy każdym rzędzie lub w co drugim międzyrzędziu. Rośliny nawadnia się małymi dawkami wody w ilości 3-4 l na roślinę, stosując emiter w rozstawie co 30 cm i wydatku około 5l na mb. Nawadnianie kropłowe najlepiej jest połączyć z dokarmianiem nawozami mineralnymi całkowicie rozpuszczalnym w wodzie. Płynne nawożenie jest uzupełnieniem przedwegetacyjnej dawki azotu. W przypadku niedoboru innych składników można stosować pożywkę wieloskładnikową lub nawóz, którego niedobór występuje w glebie.

Fot. 36 Kropłowe nawadnianie papryki





### 6.4.3. Ogórek

#### **Efektywność nawadniania.**

Płytka umieszczony system korzeniowy ogórka oraz duża powierzchnia transpiracyjna liści, stawiają tą roślinę wśród najbardziej wrażliwych na niedobór wody w glebie. Główna masa korzeni umieszczona jest w 30-sto centymetrowej warstwie gleby. Na takiej głębokości zmagazynowany zapas wody zostaje szybko wyczerpany w wyniku parowania powierzchniowego oraz pobierania przez rośliny, a wysoka transpiracja z powierzchni liści prowadzi do wędnięcia roślin. Ogórek ma znacznie mniejsze możliwości pobierania i transportu wody w porównaniu do innych roślin warzywnych, dlatego w dni o dużym nasłonecznieniu i wysokich temperaturach często można obserwować wędnięcie roślin. W badaniach Instytutu Ogrodnictwa uzyskano korzystny wpływ nawadniania kropłowego na plonowanie ogórka. W roku o stosunkowo dużym niedoborze opadów, nawadnianie kropłowe podwoiło plon ogórków, natomiast w roku o korzystnej ilości opadów w okresie wegetacji wzrost plonu wynosił 11%.

#### **Okresy krytyczne**

Największą wrażliwość na niedobór wody ogórek wykazuje w okresie kwitnienia, zawiązywania i przyrostu owoców. Niedobór wody w glebie w okresie kwitnienia i zawiązywania owoców powoduje opadanie kwiatów i zawiązków owocowych. Susza w czasie przyrostu owoców obniża plon i pogarsza jakość owoców, w których tworzą się puste przestrzenie. Ogórek najczęściej uprawiany jest z siewu, dlatego w okresie kiełkowania i wschodów wymagana jest optymalna wilgotność gleby. Nawadnianie najlepiej jest zastosować na około 3 dni przed siewem. Nawadnianie po siewie może utrudniać wschody roślin wskutek zaskorupienia się wierzchniej warstwy gleby.

#### **Potrzeby wodne**

Potrzeby wodne ogórka w okresie wegetacji wynoszą około 400 mm. W razie suszy w okresie siewu, nawadnianie powinno się wykonać na 3-4 dni przed siewem nasion. Nawadnianie po siewie może być przyczyną słabych i nierównomiernych wschodów, zwłaszcza w warunkach niskich temperatur. W okresie wegetacji, nawadnianie powinno się prowadzić od początku kwitnienia aż do końca zbiorów. W pierwszej fazie wzrostu roślin tj. od wschodów do kwitnienia bardzo rzadko występuje potrzeba stosowania nawadniania. Tylko w przypadku dłuższej trwającej suszy, gdy wilgotność spadnie poniżej 60-65% pojemności wodnej, należy zastosować nawadnianie. W drugiej fazie wzrostu należy utrzymywać wysoką wilgotność gleby, która nie powinna spadać poniżej 70-80% ppw. Termin nawadniania można ustalić za pomocą tensjometrów rozpoczynając nawadnianie przy potencjale wodnym gleby – 30,-40 kPa. Zawartość wody łatwo dostępnej dla roślin, w której znajduje się główna masa korzeniowa wynosi około 20-25 mm dla gleb, na których ogórek jest najczęściej uprawiany. Tą ilość wody rośliny są w stanie wykorzystać w ciągu 5-6 dni, ponieważ codzienne potrzeby wodne w okresie plonowania wynoszą 3-3,5 mm - <http://www.nawadnianie.inhort.pl/potrzeby-wodne-rw>. Dlatego nawadnianie w okresie bezdeszczowej pogody powinno się stosować co najmniej raz w tygodniu.



Rys. 18 Średnie dzienne potrzeby wodne ogórka



### Polecane systemy nawodnień.

W uprawie ogórka polowego najczęściej stosowane jest nawadnianie deszczowniane należy jednak pamiętać, że ogórek jest dość wrażliwy na intensywność deszczowania. Zbyt duże krople mogą powodować uszkodzenia liści i niszczyć strukturę gleby, co może powodować obniżenie plonu. Odpowiednia intensywność opadu wynosi 6-8 mm/h. Taką intensywność opadu mogą zapewnić deszczownie konsolowe. Jako roślina ciepłolubna ogórek jest wrażliwy na nagłe zmiany temperatury, dlatego nawadnianie należy prowadzić w godzinach porannych. Deszczowanie najlepiej rozpoczynać zanim obeschnie rosa, gdyż wówczas jest najmniejsza różnica pomiędzy temperaturą roślin i wody. Po zakończeniu deszczowania rośliny szybko obsychają i zmniejsza się ryzyko porażenia przez kanciastą plamistość. Deszczowanie w godzinach południowych jest dopuszczalne tylko wtedy, gdy woda pochodzi ze zbiorników otwartych i jest dostatecznie ogrzana.

Bardzo dobre efekty można uzyskać nawadniając ogórki za pomocą systemu kropłowego oraz mikrozaszania. Zastosowanie systemu kropłowego pozwala uniknąć problemów związanych z nieodpowiednią temperaturą wody, zraszaniem roślin, które zwiększa ryzyko porażenia roślin przez choroby grzybowe, czy zbyt wysoką intensywnością nawadniania.

Nawadnianie kropłowe wykonuje się za pomocą przewodów nawadniających, z emiterami co 20-30cm ułożonymi na powierzchni ziemi tuż przy rzędzie roślin. Ilość przewodu nawadniającego potrzebna na 1 hektar uzależniona jest od rozstawy międzyrzędzi. Ogórki uprawiane są w rozstawie od 1,0 m do 1,8 m, a zatem ilość kropłownika liniowego do nawadniania 1 ha wynosi od 5600 do 10.000 mb. Przy wydatku emiterów około 3-5 l/mb, zapotrzebowanie na wodę do nawodnienia 1 hektara wynosić będzie od około 17 do 50 m<sup>3</sup>/h. Podanie roślinom wymaganej ilości wody zajmuje około 3-4 godziny, więc całkowita ilość wody potrzebna do nawadniania 1 ha wynosi 70 -150 m<sup>3</sup>. Nawadnianie w okresie

bezdeszczowej pogody powinno być prowadzone co 3-5 dni w zależności od rodzaju gleby i zastosowanej dawki wody. Nawadnianie kroplowe może być prowadzone o każdej porze dnia a także nocą, bez ujemnego wpływu na rośliny i glebę. Pozwala także na dokarmianie roztworami nawozów, dzięki czemu dostosować można nawożenie do potrzeb rośliny w określonej fazie rozwojowej.

Fot. 37 **Kroplowe nawadnianie ogórka**



## 8.4.4. Dynia

### Efektywność nawadniania.

Wzrost plonu pod wpływem nawadniania oraz wysoką efektywność nawadniania tej rośliny uzyskano zarówno w warunkach nawadniania kropłowego, jak i nawadniania za pomocą deszczowni. Korzystna reakcja dyni na nawadnianie a zwłaszcza nawadnianie kropłowe połączone z dokarmianiem nawozami została potwierdzona przez wielu autorów. Nawadnianie zwiększało plon i poprawiało jakość owoców, które posiadały odpowiedni smak i jędrność. Korzystne też było łączne stosowanie mulczowania folią i nawadniania kropłowego. Poprawienie warunków termicznych i wilgotnościowych w wyniku tych zabiegów dawało wyższy i lepszy jakościowo plon.

W badaniach przeprowadzonych na Uniwersytecie Przyrodniczo Technologicznym w Bydgoszczy porównywano wpływ nawadniania kropłowego i mikrozaszania na plon trzech odmian cukinii i dyni olbrzymiej na glebie bardzo lekkiej. Uzyskano bardzo wysoką reakcję obu gatunków dyni na nawadnianie. Plon cukinii wzrósł pod wpływem nawadniania średnio o 85% dla trzech lat i badanych systemów nawodnień, natomiast plon dyni olbrzymiej wzrósł średnio o 61% dla systemu kropłowego i o 73% dla mikrozaszania. Stwierdzono znacznie wyższą efektywność zastosowanej wody w mm na kilogram przyrostu plonu dla systemu kropłowego w porównaniu do mikrozaszania. Lepsze efekty ekonomiczne uzyskano w przypadku cukinii niż dyni olbrzymiej ze względu na jej bardzo wysoką reakcję na nawadnianie oraz wyższą cenę owoców.

### Okresy krytyczne

Największe zapotrzebowanie na wodę występuje w fazie kwitnienia, zawiązywania oraz przyrostu owoców. Niedobór wody w tym okresie może ograniczać liczbę owoców na roślinach z powodu zrzucania kwiatów i zawiązków owocowych oraz pogorszenie smaku owoców.

### Potrzeby wodne.

Dyniowate obejmują wiele gatunków, ale na szerszą skalę, uprawiane są tylko dwa gatunki: dynia olbrzymia i dynia zwyczajna. Do tej ostatniej należą trzy odmiany o wydłużonych owocach (kabaczek, cukinia i dynia makaronowa) oraz patison. Dynie mają bardzo duże wymagania wodne, ale dobrze sobie radzą z niedoborem opadów z uwagi na bardzo dobrze rozwinięty system korzeniowy. Najlepiej rozwinięty system korzeniowy ma dynia olbrzymia. Odmiany o wydłużonych owocach są bardziej wrażliwe

Fot. 38 Nawadnianiem kropłowym dyni



na niedobory wody w glebie. Zapotrzebowanie dyni na wodę w okresie wegetacji wynosi około 400 mm.

Sezonowe normy nawodnień dyni w zależności od gatunku, roku i systemu nawadniania wynoszą od 95 do 280 mm. Jednorazowe dawki wody stosowane za pomocą deszczownicy powinny zwilżać warstwę gleby, w której znajduje się główna masa korzeni. Z uwagi na stosunkowo głęboki system korzeniowy powinny wynosić od 30 do 40 mm, w zależności od gatunku dyni i rodzaju gleby. Nawadnianie dyni za pomocą deszczownicy, podobnie jak i innych gatunków ciepłolubnych powinno się prowadzić w godzinach porannych i najlepiej wodą ze zbiorników otwartych. W przypadku nawodnień kropłowych pora dnia, jak i temperatura wody nie ma większego znaczenia.

### **Polecane systemy nawodnień.**

W uprawie dyni stosowane jest zarówno deszczowanie, jak i nawadnianie kropłowe. Ze względu na ograniczenie ryzyka porażenia roślin przez choroby grzybowe, oszczędności wody oraz możliwość fertygacji system nawadniania kropłowego w uprawie dyni jest szczególnie polecany.

### 8.4.5. Agrotechniczne metody ograniczenia ewaporacji.

Najczęściej stosowaną metodą ograniczenia ewaporacji w uprawie roślin psiankowatych i dyniowatych jest stosowanie ściółkowania gleby. Ściółkowanie eliminuje lub ogranicza zachwaszczenie oraz ogranicza ewaporację z powierzchni gleby. Zmniejsza ponadto infiltrację wody, a wraz z nią składników pokarmowych do głębszych warstw gleby, poza zasięg systemu korzeniowego roślin. Ściółkowanie chroni glebę przed erozją i stratą wody w wyniku spływów powierzchniowych. Najczęściej do tego celu stosuje się ściółki ropopochodne takie jak czarna folia PE lub czarna włóknina PP. Do ściółkowania stosowane są również ściółki pochodzenia organicznego, jak np. słoma lub papier. Ich wadą jest jednak wysoki stosunek C:N, przyczyniający się do unieruchomienia azotu w glebie wskutek aktywności mikrobiologicznej, co powoduje niedobór tego składnika dla roślin w początkowym okresie wzrostu. Bardzo korzystne jest stosowanie ściółek z roślin bobowatych, które w wyniku biodegradacji uwalniają azot i inne składniki pokarmowe, wykorzystywane przez rośliny w okresie wegetacji. Przyorane po sprzęcie roślin ściółki mają korzystny wpływ na retencję wody w glebie, poprawę bilansu wodnego i składników pokarmowych oraz proces humifikacji gleby.

Badania Instytutu Ogrodnictwa wykazały bardzo korzystny wpływ ściółkowania folią czarną i włókniną polipropylenową oraz nawadniania kropłowego na plon pomidora. Nawadnianie kropłowe wpłynęło korzystnie na plon pomidorów we wszystkich latach badań zwiększając plon handlowy o 28% w porównaniu do roślin nienawadnianych. Również ściół-

Fot. 39 Kropłowe nawadnianie cukinii





kowanie czarną folią i włókniną polipropylenową było korzystne, zwiększając plon handlowy o 24%. Najlepsze wyniki uzyskano jednak przy łącznym stosowaniu nawadniania kroplowego i ściółkowania folią czarną. Plon pomidora był wówczas wyższy o 53% w stosunku do kombinacji kontrolnej bez nawadniania i bez ściółkowania. Było to spowodowane zarówno korzystniejszymi warunkami wilgotnościowymi i warunkami termicznymi panującymi pod okryciem z folii czarnej, jak również mniejszymi wahaniami wilgotności i temperatury.

Fot. 40 (a) (b) Ściółkowanie cukinii czarną włókniną i pomidora słomą



W początkowej fazie wzrostu roślin można ograniczyć ewaporację poprzez stosowanie mechanicznego spulchniania wierzchniej warstwy gleby za pomocą narzędzi uprawowych.

Spulchnianie międzyrzędzi powoduje mechaniczne zwalczanie chwastów, które pobierają z gleby duże ilości wody, a w okresach suszy stanowią szczególne zagrożenie, zwłaszcza dla gatunków o dużych wymaganiach wodnych. Gleba bez chwastów wyparowuje znacznie mniej wody niż pokryta chwastami. System korzeniowy chwastów jest znacznie lepiej rozwinięty niż roślin warzywnych, co daje znaczną przewagę chwastom w konkurencji o wodę.



## 7. Podsumowanie

Dotychczasowe doświadczenia, a także wyniki modeli predykcyjnych są dowodem, że w wielu działach produkcji ogrodniczej nawadnianie staje się zabiegiem koniecznym. Zwykle jednak, o potrzebie wykonania instalacji nawodnieniowej rolnik przypomina sobie zazwyczaj zbyt późno. Pośpiech w doborze sprzętu i montażu instalacji zazwyczaj niekorzystnie wpływa na wynik finalny. DOBRA INSTALACJA NAWODNIENIOWA MOŻE POWSTAĆ TYLKO WTEDY, GDY Z JEDNEJ STRONY SPOTKA SIĘ ŚWIADOMY PROBLEMU I DOBRZE PRZYGOTOWANY INWESTOR, A Z DRUGIEJ PROFESJONALNA FIRMA, KTÓRA ZAOFERUJE ODPOWIEDNI SPRZĘT, PRZYGOTUJE PROJEKT (LUB SZKIC PROJEKTOWY), ZAPEWNI DORADZTWO LUB NAWET WYKONA CAŁĄ INSTALACJĘ. Przy obecnych materiałach budowa instalacji nawodnieniowej nie jest procesem skomplikowanym i w wielu przypadkach (szczególnie na małych powierzchniach) rolnik może przeprowadzić ją sam. Jednak szkic projektowy, dobór sprzętu i obliczenia hydrauliczne powinny być wykonywane przez osoby o odpowiednich kwalifikacjach.

Każdy użytkownik instalacji nawodnieniowej powinien pamiętać o maksymalnej oszczędności wody. Zasada ta musi obowiązywać niezależnie od obecnie posiadanych zasobów. Oszczędne gospodarowanie wodą jest bardzo ważne obecnie, a szczególnego znaczenia nabierze w przyszłości, kiedy wzrost populacji wymusi zwiększenie produkcji. Dlatego strategicznym celem jest ochrona naszych skromnych zasobów wodnych. Należy podjąć wszelkie możliwe działania, aby racjonalnie korzystać z wody. Optymalizacja nawadniania roślin to połączenie nowych możliwości technicznych systemów nawodnieniowych, nowoczesnej diagnostyki nawadniania oraz stosowania automatycznych systemów sterujących.

Pamiętając o kluczowym znaczeniu wody dla wszystkich żywych organizmów musimy także pamiętać, że nadmiar wody może czasami przynieść większe szkody niż okresowa susza. Tak naprawdę problemem nie jest nadmiar wody, ale brak tlenu. Korzenie roślin pobierają tlen z bezpośrednio z powietrza znajdującego się w przestworach glebowych. Jeżeli na dłuższy okres czasu wilgotność gleby jest powyżej połowej pojemności wodnej w strefie korzeniowej nie tylko brak tlenu ale także istnieje wysokie prawdopodobieństwo że bardzo szybko zaczną rozwijać się mikroorganizmy beztlenowe które powodują zgniwanie korzeni. Zbyt wysoka wilgotność gleby początkowo powoduje słabszy wzrost roślin, ale jeżeli stan ten będzie się przedłużał rośliny zaczynają „wypadać”.

Dla podniesienia efektywności wykorzystania wody nie bez znaczenia jest także mała i duża retencja, efektywne metody zwiększenia pojemności wodnej gleby, a także hodowli nowych odmian roślin mniej wrażliwych na suszę.

