

Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy



Prof. dr hab. Waldemar Treder

Kodeks dobrych praktyk wodnych w ogrodnictwie

Opracowanie finansowane przez MRiRW



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi

Kodeks dobrych praktyk wodnych (KDPW) w ogrodnictwie to zbiór informacji i zaleceń, które są przydatne w specyficznych warunkach gospodarstw ogrodniczych w zakresie ochrony wody oraz jak najbardziej oszczędnego jej użytkowania podczas nawadniania roślin.

Skierniewice 2022 r.

1. Wstęp

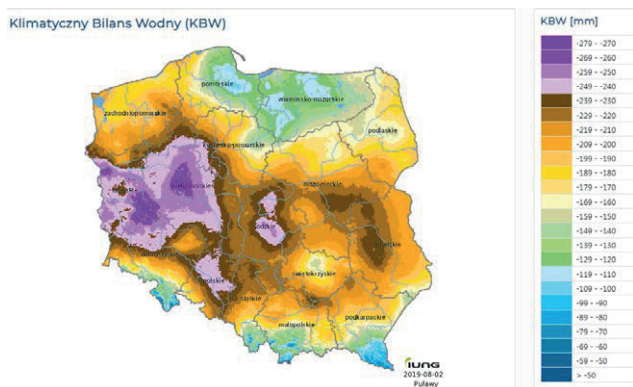
W warunkach Polski podstawowym źródłem wody dla roślin uprawianych w polu są opady atmosferyczne. Niestety ich wielkość i rozkład w czasie są często niewystarczające dla uprawy nie tylko roślin jednorocznych, lecz także wieloletnich (fot. 1).

Polska ma jeden z najgorszych bilansów wodnych w Europie. Powodem takiej sytuacji są małe opady roczne (średnia dla całego kraju to ok. 650 mm, ale dla Polski centralnej to już zaledwie 500 mm), wysoka ewapotranspiracja (450 mm) i mały udział dopływu rzecznej spoza granic kraju (13%).



Fot. 1. Efekt suszy na plantacji truskawki. Skierniewice 2015 r. (W. Treder)

Mapy klimatycznego bilansu wodnego (KBW) Polski są dostępne na platformie opracowanej przez Instytut Uprawy i Nawożenia-Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB) pod adresem: <https://susza.iung.pulawy.pl/kbw/>. Na rysunku 1 przedstawiono mapę KBW za okres 1 VI – 31 VII 2019 roku.



Rys. 1. Klimatyczny Bilans Wodny za okres 1 VI – 31 VII 2019 r.
Źródło: IUNG-PIB

Ograniczone zasoby wodne mogą w przyszłości stanowić barierę dla rozwoju gospodarczego w Polsce oraz negatywnie wpływać na stan środowiska i jakość życia społeczeństwa. Przy obecnie panujących tendencjach, wraz ze wzrostem wielkości populacji, widoczny jest znaczący wzrost zapotrzebowania na wodę. Wynika to nie tylko z poprawy jakości życia i zwiększenia uprzemysłowienia kraju, lecz także z coraz większej intensyfikacji rolnictwa, które w wielu rejonach świata jest głównym „konsumentem” wody.

Większość modeli klimatycznych wskazuje, że z powodu globalnego ocieplenia opady w regionach klimatu umiarkowanego zmniejszą się. Nasili się także występowanie zjawisk ekstremalnych takich, jak susze czy lokalnie występujące gwałtowne

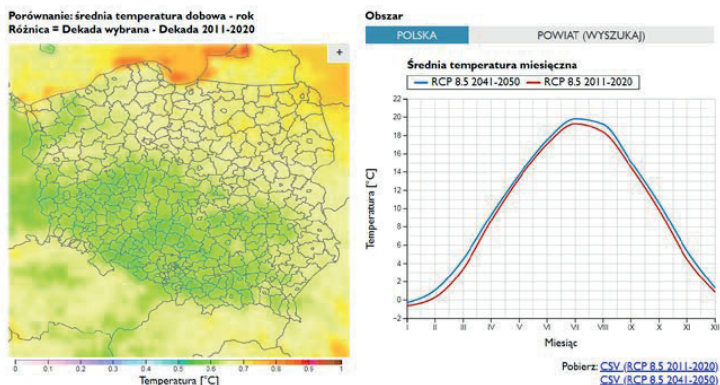
ulewy (deszcze o niskiej efektywności). Ponieważ jednocześnie w wyniku wzrostu średniej temperatury powietrza wzrośnie ewapotranspiracja, bilans wodny znacząco się pogorszy.

Pod adresem <https://klimada2.ios.gov.pl/klima-scenariusze/> można znaleźć interaktywne narzędzie do symulacji zmian klimatu w Polsce w obecnym stuleciu. Na rysunku 2 przedstawiono taką symulację, dla przebiegu średniej temperatury w latach 2040-2050. Aplikacja została opracowana przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy w ramach projektu „Baza wiedzy o zmianach klimatu i adaptacji do ich skutków oraz kanałów jej upowszechniania w kontekście zwiększania odporności gospodarki, środowiska i społeczeństwa na zmiany klimatu oraz przeciwdziałania i minimalizowania skutków nadzwyczajnych zagrożeń.”

W studium „Water Scarcity and Droughts”, wykonanym na zlecenie Komitetu ds. Środowiska, Bezpieczeństwa Zdrowia Społecznego i Bezpieczeństwa Żywnościowego Parlamentu Europejskiego podkreślono, że deficyt wody w Europie, w szczególności na potrzeby rolnictwa, będzie pogłębiał się w wyniku zmian klimatu, a także na skutek zwiększenia skażenia środowiska. Dlatego zaleca się, m.in. opracowanie i wdrożenie systemów zarządzania zasobami wodnymi dla celów rolniczych. Konieczne jest zatem podjęcie działań na rzecz stosowania racjonalnych metod gospodarowania wodą, retencjonowania powstałych zasobów wodnych, ich zagospodarowywania i ochrony. Zbiega to się z koniecznością realizacji wspólnej polityki Unii Europejskiej (UE) kreującej standardy w ochronie środowiska. W UE średnio 24% rocznego poboru wody jest wykorzystywane w rolnictwie, ale na obszarach o intensywnej produkcji rolnej i gorącym klimacie udział wody stosowanej do nawodnień sięga nawet 80%.

Między innymi z powodu znacznego zwiększenia powierzchni upraw nawadnianych w latach 1960-2000 zużycie wody na

świecie wzrosło dwukrotnie. Także w skali krajowej gospodarki ogrodnictwo jest znaczącym „konsumentem” wody. Polscy producenci chcąc konkurować na rynkach światowych będą zmuszeni do znacznego zwiększenia powierzchni upraw z nawadnianiem, co przyczyni się do większego poboru wody. Oszczędzanie wody jest nie tylko działaniem proekologicznym, ale będzie miało także wpływ na sytuację ekonomiczną kraju.



Rys. 2. Porównanie przebiegu średniej temperatury miesięcznej dla Polski za okres 2011-2020 w odniesieniu do danych szacunkowych za lata 2041-2050. Scenariusz uwzględnia sytuację utrzymania się aktualnego tempa emisji gazów cieplarnianych. Źródło: Klimada 2

Strategicznego znaczenia wody dla produkcji ogrodniczej nie da się przecenić. Przy prawidłowej agrotechnice i w dobrych warunkach świetlnych, termicznych i glebowych, głównym czynnikiem ograniczającym wielkość produkcji jest niedostatek wody. Zwiększenie wydajności oraz poprawę jakości plonowania można uzyskać stosując nawadnianie. Największym ograniczeniem wzrostu powierzchni nawadnianych upraw są dostępność i jakość wody. Jest to problem dotyczący nie tylko naszego kraju, lecz także wielu innych rejonów świata. Im lepsze będzie gospo-

darowanie skromnymi zasobami wody, tym większe powierzchnie upraw będzie można nawadniać.

Ograniczone zasoby wodne mogą w przyszłości stanowić barierę rozwoju zarówno szeroko pojętego rolnictwa, jak i innych działów gospodarki. Dlatego należy jak najoszczędniej gospodarować zasobami wodnymi, a wodę pobierać tylko zgodnie z regulacjami opisanymi w Prawie Wodnym. Oszczędzanie wody powinno być regułą nie tylko w przypadku prowadzenia produkcji ogrodniczej, ale w każdej innej dziedzinie oraz w życiu codziennym.

Sposobem uniezależnienia się od zagrożenia suszą jest dobór odpowiednich odmian roślin uprawnych, zwiększenie pojemności wodnej gleb, nawadnianie lub ograniczenie ewaporacji poprzez stosowanie ściółek. Niestety w przypadku przedłużającej się suszy zwiększenie pojemności wodnej gleb czy też zastosowanie ściółki może okazać się niewystarczające. Niedobory opadów występujące w ostatnich latach dowiodły, że dla uzyskania wysokiego plonowania roślin nawadnianie jest konieczne. Ważne są tutaj nie tylko aspekty techniczne, ale i technologiczne. W obydwu przypadkach metodyki wymagają dopracowania. Na krajowym rynku jest bardzo szeroka oferta sprzętu i funkcjonuje wiele firm instalatorskich, ale niestety duża część powstających instalacji nie spełnia norm równomierności dystrybucji wody. Powodem jest zła jakość elementów sieci nawodnieniowej oraz brak doświadczenia i podstaw wiedzy inżynierskiej projektantów i instalatorów. Złej jakości przewody, elementy złączne i emitery są przyczyną częstej awaryjności instalacji nawodnieniowych, która jest z kolei powodem istotnych strat wody.

Niestety nie lepiej jest ze stosowaną w praktyce technologią nawadniania. Na podstawie prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa – PIB ankiet stwierdzono, że aż 80% sadowników posiada-

jących instalacje nawodnieniowe, nawadnia swoje sady „na oko”, nie stosując żadnych wiarygodnych kryteriów. Niestety sytuacja nie jest lepsza w innych polowych działach produkcji roślinnej.

W celu zwiększenia efektywności wykorzystania wody i zminimalizowania jej strat konieczne jest wprowadzenie metod integrowanego nawadniania, polegającego na tym, by nawadniać rośliny tylko wtedy, gdy przyniesie to oczekiwane efekty związane ze wzrostem plonu i poprawą jego jakości. Kluczowe znaczenie ma tu także zastosowanie automatyki nawodnieniowej, która wyeliminuje potencjalną możliwość popełnienia błędów przez użytkownika, a tym samym znacząco obniży straty wody.

6. Źródła i jakość wody do nawadniania

Jakość wody do nawadniania jest kluczowym parametrem mającym wpływ na powodzenie w uprawie roślin ogrodniczych. Dotyczy to szczególnie producentów stosujących podłoża inerte, ale także tych prowadzących regularne nawadnianie roślin uprawianych w gruncie.

Przed podjęciem decyzji o zastosowaniu wody do nawadniania zawsze należy wykonać jej analizę chemiczną, a często także mikrobiologiczną.

Parametry wody, które należy ocenić zależne są od wielu czynników, m.in.: rodzaju uprawy, systemu nawodnieniowego, źródła wody. Niezależnie od zastosowanego systemu nawadniania użytkownik musi znać pH (odczyn) i EC (przewodność elektryczną) wody. W przypadku stosowania systemów kroplowych konieczna jest informacja o zawartości żelaza i manganu w wodzie. Wskazane jest oczywiście, aby poznać także zawartość w wodzie wapnia magnezu oraz dwuwęglanów – informacje te posłużą do przygotowania pożywki nawozowej i do zakwaszania wody.

Analizę należy przeprowadzić w specjalistycznym laboratorium chemicznym. Usługi takie świadczą m.in. Laboratorium Analiz Chemicznych Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach http://www.nawadnianie.inhort.pl/add/pdf/analizy_laborato-ryjne.pdf, Laboratoria Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych <https://www.schr.gov.pl/index.php?c=page&id=31> oraz laboratoria firm prywatnych.

W przypadku podejrzenia skażenia mikrobiologicznego wody analizy należy wykonać w specjalistycznych laboratoriach Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych <https://www.gov.pl/web/gis/stacje-sanitarno-epidemiologiczne>

W niektórych przypadkach wody powierzchniowe, ale także wody podziemne mogą być skażone środkami ochrony roślin. W takiej sytuacji analizy chemiczne na zawartość pozostałości pestycydów w wodzie można wykonać w akredytowanym laboratorium Zakładu Badań Bezpieczeństwa Żywności Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach

<http://www.inhort.pl/laboratoria/laboratoria-akredytowane/zaklad-badania-bezpieczenstwa-zywnosci/zbbz>

Źródła pozyskiwania wody determinują jej skład chemiczny.

Wody powierzchniowe

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 mikroelementów, ale także sodu i chloru. W zależności od zlewni, woda może zawierać różne toksyczne przemysłowe zanieczyszczenia chemiczne. Stosując wodę z cieków wodnych należy pamiętać, że jej skład może znacznie zmieniać się w ciągu roku. Woda ze zbiorników otwartych może zawierać duże ilości martwej i żywej materii organicznej (grzyby, glony, bakterie, gnijące części roślin oraz zwierząt) oraz zanieczyszczenia mechaniczne (piasek, części ilaste). Szczególnie bujny rozwój glonów obserwujemy w sztucznych zbiornikach, do których spływają wody pochodzące ze szklarniowego lub tunelowego przelewu (fot. 18).



Fot. 18. Bujny rozwój glonów w zbiorniku retencyjnym. (W. Treder)

Zmienna w czasie jest także temperatura wód powierzchniowych – waha się ona od 3–4°C zimą i 15–20°C latem.

Ze względu na zmienność parametrów jakościowych wody w ciekach wodnych wskazane jest częstsze ich monitorowanie. Już same regularne pomiary EC mogą nam wskazać zmianę ilości soli mineralnych rozpuszczonych w wodzie.

Wody gruntowe

W zależności od poziomu występowania wody podziemne dzielimy na:

- wody gruntowe płytkie -

wody te znajdują się bezpośrednio w gruncie na małych głębokościach (do 8 m). Ich ilość zależna jest od wielkości opadów atmosferycznych. Wody te mogą mieć zmienną w sezonie zawartość rozpuszczonych soli mineralnych, często też zawierają duże ilości mikroorganizmów, w tym także mogą to być bakterie chorobotwórcze.

6. Źródła i jakość wody do nawadniania

Wody gruntowe położone bardzo płytko nazywane są wodami zaskórnymi.

- wody gruntowe głębokie -

wody takie zazwyczaj nie zawierają mikroorganizmów, natomiast znajdują się w nich rozpuszczone związki mineralne, m.in. sole wapnia i magnezu zwiększające twardość wody. Zawarte w wodach gruntowych jony żelaza i manganu po zetknięciu z tlenem z powietrza tworzą osady, które mogą ograniczać przepływ emiterów kroplowych.

- wody gruntowe sztuczne -

wody pochodzące z dużych zbiorników wodnych, np. rzek, stawów lub jezior. Woda pobierana jest z niewielkiej odległości od tych zbiorników spod powierzchni gleby, gdzie dociera na skutek filtracji przez grunt. Właściwości takiej wody ściśle zależą od jakości wody zgromadzonej na powierzchni.

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

- bezpieczeństwa dla konsumenta,
- toksyczności dla roślin,
- wpływu na wygląd i jakość handlową plonu,
- prawidłowego działania instalacji nawodnieniowej,
- przygotowania pożywki nawozowej.

Bezpieczeństwo konsumenta

Woda używana do nawadniania nie powinna zawierać mikroorganizmów ani substancji szkodliwych dla zdrowia konsumentów. W wodzie należy monitorować występowanie trzech grup mikroorganizmów. Są to:

- właściwe bakterie wodne oraz bakterie glebowe - zazwyczaj nieszkodliwe dla człowieka,

- drobnoustroje ściekowe, w tym chorobotwórcze dla człowieka.

Do najważniejszych chorób przewodu pokarmowego przenoszonych przez bakterie chorobotwórcze żyjące w środowisku wodnym należą: tyfus brzuszny, czerwonka oraz dur rzekomy. W wodach powierzchniowych stwierdzono także występowanie wirusów powodujących żółtaczkę zakaźną. Niebezpieczne dla konsumentów świeżych owoców i warzyw 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 być wyższy od zera. Wskaźnik "coli" w wodzie do nawadniania owoców warzyw i owoców 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.

Nie mniej ważna jest także zawartość w wodzie pierwiastków i związków chemicznych szkodliwych dla ludzi, a łatwo akumulujących się w roślinach (dotyczy to głównie metali ciężkich, fenoli, detergentów; tab. 4).

Tabela 4. 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. Niestety coraz częściej nie tylko wody powierzchniowe, ale także głębinowe zawierają pestycydy. Nieświadome stosowanie do nawadniania takiej skażonej wody może być przyczyną wykazania przez laboratoria certyfikujące zawartości pestycydów nawet na obiektach, gdzie nie były one nigdy stosowane.

Toksyczność dla roślin

Większość uprawianych roślin jest wrażliwa na wysoką zawartość soli w środowisku korzeniowym. Wysokość 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, którą określa się za pomocą jednostek wyrażonych w Simensach (np. mS – miliSimensach) na jednostkę odległości (np. mS/cm; tab. 5). W Polsce zazwyczaj nie ma problemu ze zbyt wysokim zasoleniem wody. Dla większości ujęć EC wody jest poniżej 0,75 mS/cm, co kwalifikuje je do poziomu zasolenia niskiego lub umiarkowanego.

Tabela 5. 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

Dla większości gatunków uprawnych naturalny poziom zasolenia wody w Polsce nie sprawia żadnego problemu agrotechnicznego. Wyjątkiem może być tu jednak np. uprawa storczyków, dla których będzie to już zasolenie wysokie. Woda o niskim EC niezbędna jest także przy podlewaniu i zraszaniu wysiewów i ukorzenianiu sadzonek. Przy stosowaniu do nawadniania wody o wysokim EC, wraz z upływem czasu roślinie zasolenie podłoża, co może negatywnie wpłynąć na jakość produkowanych roślin. Dodatkową trudnością jest skomponowanie odpowiedniego składu pożywki, przy utrzymaniu zalecanego jej zasolenia. Szczególnie jest to problem dla ogrodników uprawiających rośliny wrażliwe na wysokie EC pożywki. W przypadku, kiedy dostępna woda jest zbyt zasolona ogrodnicy są zmuszeni do obniżenia jej zasolenia poprzez domieszanie np. wody deszczowej o niskim EC.

Pierwiastki, które w wyższych stężeniach mogą być toksyczne dla roślin to przede wszystkim: chlor (fot. 19), sód i bor. Bardzo różna jest odporność poszczególnych gatunków roślin na zawyżone stężenie tych pierwiastków w wodzie nawodnieniowej. Orientacyjne dane dotyczące ograniczenia użycia wody do nawadniania o różnych parametrach jakościowych przedstawiono w tabeli 6.



Fot. 19. Objawy na liściach truskawki wysokiego poziomu chloru w podłożu. (W. Treder)

Dane te są tylko orientacyjne i nie uwzględniają warunków uprawy oraz specyficznych wymagań ani odporności poszczególnych gatunków roślin. Na przykład woda o pH zbliżonym do 7 nadaje się bez ograniczeń do nawadniania, pod warunkiem że jest możliwość jej zakwaszenia (np. przy uprawie borówki wysokiej). Wysoka zawartość azotanów w wodzie też nie jest problemem dla upraw, które wymagają wysokich dawek azotu.

Tabela 6. Ocena jakości wody do nawadniania roślin

Parametr	Jednostka	Ograniczenie użycia*		
		bez ogra- niczeń	małe i średnie	duże
pH		< 7,0	7-8	>8
EC	mS/cm	<0,5	0,5 - 1,5	>1,5
Ilość rozpusz- czonych soli	mg/l	<450	450-2000	>2000
N-NO3	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 deszczowania mogą także powodować uszkodzenia liści. Na przykład deszczowanie wodą o stosunkowo niskiej zawartości boru (na poziomie 1,0 mg/l) może powodować nekrozy na liściach wielu gatunków roślin. Uszkodzenia liści podczas deszczowania mogą być spowodowane także podwyższoną zawartością jonów Na i Cl. 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.

Wpływ na wygląd i jakość handlową plonu

Jest to aspekt bardzo istotny w przypadku owoców i warzyw spożywanych w stanie świeżym. Na przykład deszczowanie wodą o bardzo wysokiej zawartości żelaza (ponad dziesięć mg/l) może po-

wodować wytrącanie się wodorotlenku żelaza na owocach, warzywach lub roślinach ozdobnych, co zmniejsza ich wartość handlową.

Prawidłowe działanie instalacji nawodnieniowej

Jakość wody jest ważnym elementem mającym wpływ na wybór systemu nawodnieniowego. Systemy kropłowe wymagają bardzo dobrej jakości wody. Przy stosowaniu deszczowni drobne zanieczyszczenia mechaniczne i organiczne nie stanowią problemu, większe agregaty „wychwycone” będą przez zgrubne filtry siatkowe. Nawadnianie kropłowe wymaga dokładnej filtracji elementów stałych zawartych w wodzie, a w przypadku wody o wysokim poziomie Fe i Mn także uzdatniania. Ze względu na swą specyfikę - małą średnicę dysz zraszaczy oraz niewielkie rozmiary kanałów labiryntów umieszczonych w kroploownikach, systemy mikronawadniania wymagają bardzo dobrej jakości wody. Zawartość żelaza lub manganu w wodzie powyżej 1-1,5 mg/l stanowi już bardzo duże prawdopodobieństwo zapychania się emiterów kropłowych i wymaga odżelazienia (fot. 20).



Fot. 20. Osady związków żelaza w labiryncie emitera kropłowego. (W. Treder)

Praktycznie nie ma problemu z zapychaniem się emiterów przy zawartości żelaza poniżej 0,5 mg/l, szczególnie w instalacjach, w których emiterami są minizraszacze (tab. 7).

Tabela 7. 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
Siarkowodór [ppm]	<0,5	0,5-2,0	>2,0
Bakterie [liczba / ml]	10000	10 ⁴ -50000	50000

Emitory kropłowe mogą być zapychane także przez rozwijające się w instalacji grzyby, bakterie i glony, które w sprzyjających warunkach namnażając się tworzą charakterystyczną śluzowatą masę blokującą kropłowniki (fot. 21).



Fot. 21. Glony rozwijające się na wylocie z emitera kropłowego. (W. Treder)

Jakość wody a przygotowanie pożywki nawozowej

Do wyznaczenia prawidłowego składu pożywki nawozowej konieczna jest znajomość wymagań pokarmowych roślin w określonej fazie wzrostu i warunków uprawy, oraz parametrów jakościowych wody. Niezbędna jest informacja o zasoleniu i odczynie wody oraz stężeniu wodorowęglanów (HCO_3^-) i zawartości makro- i mikroelementów. Ilość kwasu, jaką należy dodać do wody jest uzależniona od ilości zawartych w niej wodorowęglanów, rodzaju i stężenia kwasu użytego do zakwaszania oraz pożądanego końcowego odczynu wody. Występowanie węglanów i ich procentowy udział w wodzie lub roztworze pożywki uzależniony jest od odczynu, np. woda o odczynie pH 5,5 zawiera w litrze około 50 mg HCO_3^- , wraz ze wzrostem pH wody, wzrasta zawartość węglanów (tab. 8).

Tabela. 8. Odczyn wody w zależności od zawartości węglanów

Odczyn wody	HCO_3^- (mg/l)
5,0	22,0
5,0	51,2
6,0	144
6,5	248
7,0	342

Ilość kwasu do zakwaszenia pożywki możemy obliczyć za pomocą poniższego wzoru.

$$\text{Kwas na 1000 l wody} = \frac{(\text{HCO}_3^- \text{ w wodzie} - \text{HCO}_3^- \text{ do pozostawienia})}{\text{masa cząsteczkowa HCO}_3^-} * \frac{\text{masa cząst. kwasu}}{\text{stęż. \% k.} * \text{gęstość kwasu}}$$

Przykład (1) obliczeń, kiedy wodę o pH 7 i zawartości 324 mg HCO₃ chcemy zakwasić do pH 5,5 za pomocą 65% kwasu azotowego.

$$65\% \text{ kwas azotowy na } 1000 \text{ l wody} = \frac{\frac{324 - 51,2}{61} * 63}{0,65 * 1,4} = 310 \text{ ml}$$

- przy pH 5,5 woda będzie zawierała około 51,2 mg/l HCO₃
- 61 masa cząsteczkowa HCO₃
- 63 masa cząsteczkowa kwasu azotowego
- 0,65 – stężenie kwasu azotowego
- 1,4 – gęstość kwasu azotowego

Przykład (2) obliczeń, kiedy wodę o pH 7 i zawartości węglanów 324 mg HCO₃ chcemy zakwasić do pH 5,5 za pomocą 85% kwasu fosforowego.

$$85\% \text{ kwas fosforowy na } 1000 \text{ l wody} = \frac{\frac{324 - 51,2}{61} * 98}{0,85 * 1,7} = 301 \text{ ml}$$

- przy pH 5,5 woda będzie zawierała około 51,2 mg/l HCO₃
- 61 masa cząsteczkowa HCO₃
- 98 masa cząsteczkowa kwasu fosforowego
- 0,85 stężenie kwasu fosforowego
- 1,7 gęstość kwasu fosforowego

Ilość niezbędnego kwasu azotowego lub fosforowego do zakwaszenia wody można wyznaczyć za pomocą aplikacji „Kalkulator zakwaszania” umieszczonej w Sklepie Play (fot. 22). Aplikacja,

po wprowadzeniu danych o początkowym i pożądanym odczynie wody oraz stężeniu w wodzie dwuwęglanów, stosowanej proporcji dozowania oraz rodzaju kwasu, informuje użytkownika jakie stężenie kwasu należy przygotować w zbiorniku (ile litrów kwasu należy wlać do dedykowanej objętości zbiornika) oraz ile (mg/l) azotu lub fosforu pojawi się w wodzie wraz z zastosowanym kwasem.



Fot. 22. Zrzut ekranu aplikacji „Kalkulator zakwaszania”. (W. Treder)

Ilość wprowadzonych do wody wraz z kwasem składników mineralnych (azot lub fosfor) należy uwzględnić w dalszych obliczeniach pożywki.

Ogólne kryteria jakościowe wody zestawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Wskazówki pomocne przy ocenie jakości wody do nawadniania.

Potencjalny problem	Jednostka	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	

* SAR (*sodium adsorption ratio*) określa stosunek zawartości sodu do wapnia i magnezu.