

NAWADNIANIE I FERTYGACJA A ŚRODOWISKO GLEBOWE

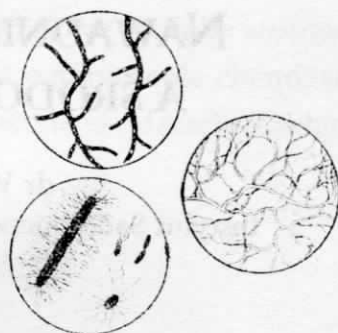
dr Waldemar Treder

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

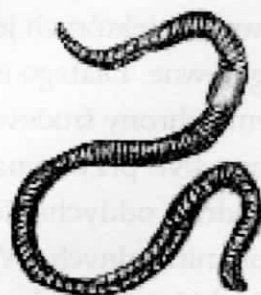
Nawadnianie jest zabiegiem mającym zasadniczy wpływ na stan środowiska glebowego. Wpływa ono bezpośrednio na zmiany wilgotności w profilu glebowym, przez co determinuje właściwości fizyczne, chemiczne, a także biologiczne gleby. Gleba jest układem bardzo dynamicznym, tak więc bezpośredni wpływ nawadniania na glebę jest wypadkową tego zabiegu oraz naturalnych zmian w niej zachodzących. Generalnie nawadnianie jest procesem mającym bardzo pozytywny wpływ na środowisko glebowe, w niektórych jednak przypadkach może mieć także skutki negatywne. Dlatego należy je prowadzić racjonalnie z uwzględnieniem ochrony środowiska naturalnego. Zbyt wysokie dawki wody mogą być przyczyną tzw. "zalania" systemu korzeniowego, co utrudnia oddychanie korzeni oraz pobieranie przez nie wody i soli mineralnych. W warunkach beztlenowych rozwijają się bakterie, które mogą doprowadzić do zagniwania systemu korzeniowego roślin. **Praktyka wykazała, iż długotrwałe zatopienie systemu korzeniowego może mieć o wiele gorsze skutki niż susza.**

Zmianom stosunków wodnych i pokarmowych w glebie nawadnianej towarzyszą zmiany flory i fauny glebowej oraz zmiany w procesach mikrobiologicznych zachodzących w glebie. Najważniejszą rolą mikroorganizmów glebowych jest rozkład resztek

organicznych, dzięki czemu następuje ich mineralizacja i udostępnianie dla roślin. Pojawianie się w glebach związków amonowych i azotanowych jest wynikiem aktywności mikroorganizmów rozkładających materię organiczną. W sadach deszczowanych zwiększa się ilość bakterii rozkładających błonnik, amonifikacyjnych, azotobaktera oraz grzybów. Susza wyraźnie ogranicza te procesy.



W nawadnianej strefie gleby zachodzi intensywny rozwój dżdżownic, które mają korzystny wpływ na jej strukturę. Na hektarze powierzchni uprawnej dżdżownicy w ciągu roku przepuszczają przez swoje ciało około 35 ton suchej gleby. Ekstremum dżdżownic na powierzchni 1 ha gleby uprawnej mogą wynosić nawet do 16 ton. Dżdżownice rozdrabniają materię organiczną i wzbogacają ją w enzymy i związki mineralne. Wydaliny dżdżownic zawierają azot, wapń, magnez i fosfor. Mają one wyższe pH, wyższy stopień wysycenia zasadami oraz większą ogólną zdolność sorpcyjną. Dżdżownice dodatkowo wpływają na produktywność gleb, na zwiększenie zawartości substancji organicznej, pojemności wymiennej kationów oraz przyswajalności potasu i fosforu. Poprzez drażnienie korytarzy przyczyniają się także do przewietrzania gleb. Przemieszczają także duże ilości gleb z głębszych warstw na powierzchnię.

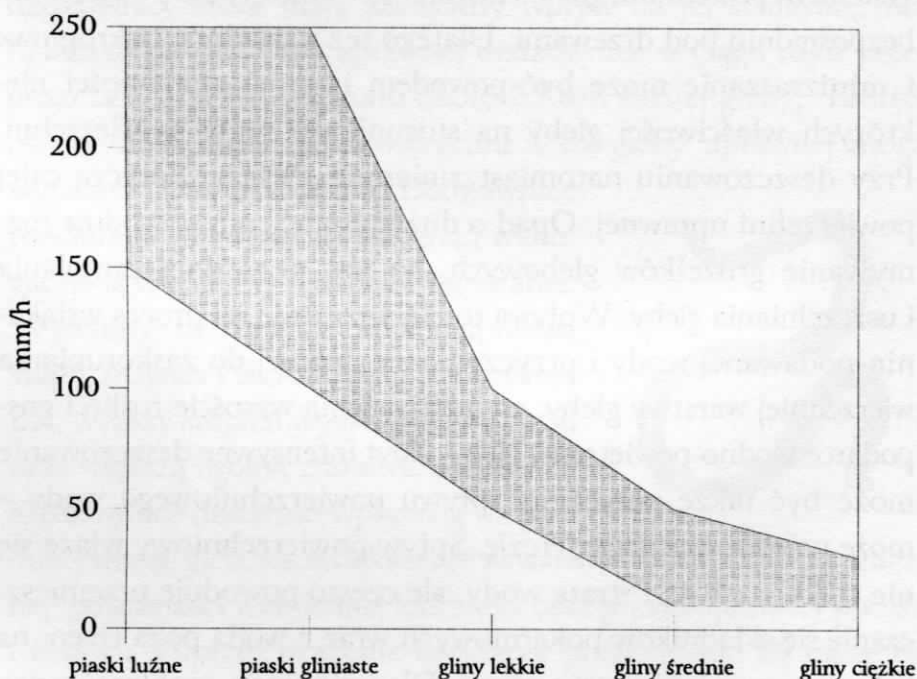


Zarówno nadmiar, jak i niedobór wody w glebie hamują natężenie procesów biologicznych, przez co pogarszają warunki

przemian substancji organicznych i mineralnych. Zbyt częste i obfite nawadnianie może mieć więc działanie negatywne.

Wpływ nawadniania na glebę zależy od jej rodzaju, zastosowanego systemu nawodnieniowego, ukształtowania terenu oraz roślin okrywowych. Na świecie jest wiele rodzajów systemów nawodnieniowych, w naszej praktyce sadowniczej stosuje się przede wszystkim nawadnianie deszczowniane, minizraszanie i nawadnianie kropłowe. Główna różnica pomiędzy deszczowaniem a nawadnianiem kropłowym polega na sposobie emitowania wody. Przy deszczowaniu zwilżamy całą powierzchnię gleby, a w przypadku nawadniania kropłowego woda podawana jest w formie kropeł i zwilżenie gleby ma charakter lokalny. Minizraszanie jest systemem pośrednim, gdzie zraszana jest tylko część powierzchni bezpośrednio pod drzewami. Dlatego też nawadnianie kropłowe i minizraszanie może być powodem istotnej zmienności niektórych właściwości gleby na stosunkowo małej powierzchni. Przy deszczowaniu natomiast zmiany zazwyczaj dotyczą całej powierzchni uprawnej. Opad o dużym natężeniu powoduje rozmywanie gruzełków glebowych, co jest przyczyną zamulania i uszczelniania gleby. Wpływa to niekorzystnie na proces wsiąkania podawanej wody i przyczynia się później do zaskorupiania wierzchniej warstwy gleby, co odbija się na wzroście roślin i gospodarce wodno-powietrznej gleby. Zbyt intensywne deszczowanie może być także przyczyną spływu powierzchniowego wody – może powodować nawet erozję. Spływ powierzchniowy wiąże się nie tylko z erozją i stratą wody, ale często powoduje przemieszczanie się składników pokarmowych wraz z wodą poza teren, na którym prowadzona jest uprawa. Dla uniknięcia problemów wynikających ze zbyt intensywnego deszczowania należy tak dobrać rodzaj zraszaczy i ich rozstaw, aby intensywność podawanej wody była niższa od prędkości wsiąkania wody w glebę. Prędkość

ta zależy od składu mechanicznego gleby (rys. 1). Najbardziej przepuszczalne są utwory gruboziarniste - piaski i piaski gliniaste, a najmniej utwory glebowe wytworzone z ilów i ciężkich glin. Na prędkość wsiąkania wody ma także wpływ struktura gleby, zawartość próchnicy oraz początkowa wilgotność gleby i pokrycia terenu. W przypadku sadów, korzenie drzew i krzewów odgrywają rolę naturalnego pionowego drenażu, a liście chronią glebę przed bezpośrednim działaniem mechanicznym, co zmniejsza efekt zamulania jej wierzchniej warstwy. Zalecane intensywności zraszania są w rzeczywistości znacznie niższe od wyznaczanych doświadczalnie prędkości wsiąkania wody w glebę (tab. 1).

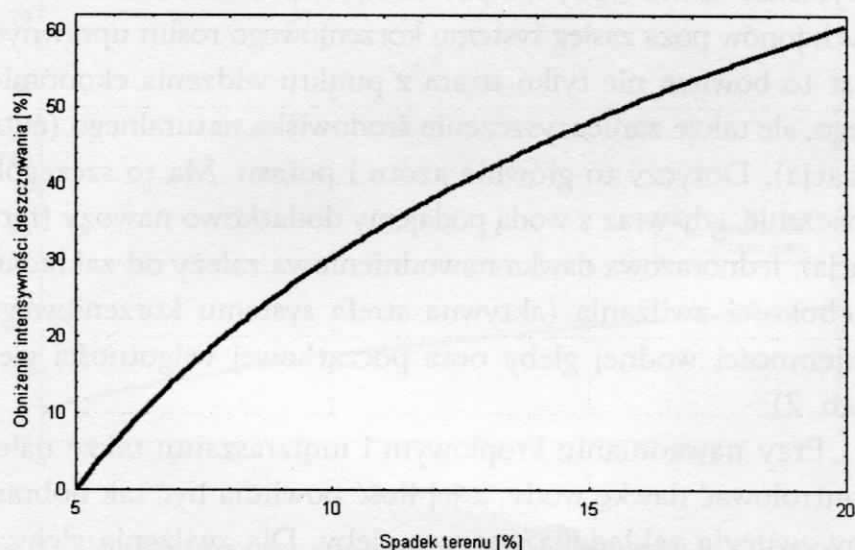


Rys. 1. Prędkości wsiąkania wody dla różnych rodzajów gleb (w pierwszej godzinie pomiarów) wg Ostromeckiego

Tabela 1. Dopuszczalne natężenie deszczowania w zależności od składu mechanicznego gleby (wg Słowika)

Rodzaj gleby	Dopuszczalne natężenie deszczowania w mm/h
Piasek gruby	19-25,5
Piasek drobny	12,5-19
Piasek gliniasty	12,5
Gлина piaszczysta	10
Gлина ciężka, il	7,5

Jednak czynnikiem, który ma zasadnicze znaczenie dla zdolności wchłaniania wody przez glebę jest nachylenie terenu. Dlatego też im większy jest spadek terenu, tym niższa musi być intensywność deszczowania. W zależności od nachylenia terenu dane zawarte w tabeli 1. należy obniżyć o wartość odczytaną na wykresie (rys. 2).



Rys. 2. Obniżenie intensywności deszczowania w zależności od nachylenia terenu

Nawadnianie kropłowe w przeciwieństwie do deszczowania nie powoduje w zasadzie zmian struktury górnej warstwy gleby. Jednak w sadach rosnących na ciężkich glebach, położonych w terenie pagórkowatym może dochodzić do niepożądanego spływu powierzchniowego wody, nawet w przypadku stosowania nawadniania kropłowego. Dlatego w takich warunkach zaleca się emiterzy o małym jednostkowym wydatku wody (1 – 2 l/h), a linie kroplujące układa się zawsze powyżej pni drzew.

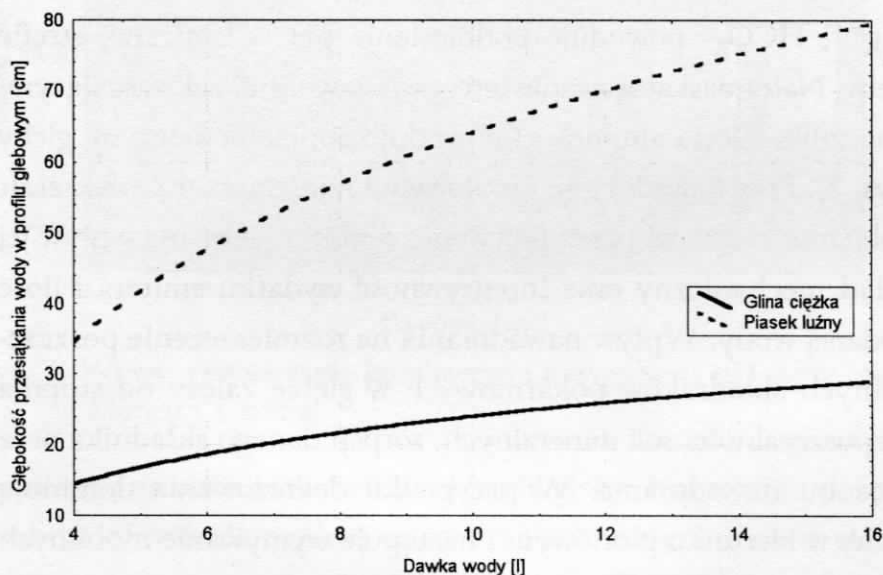
Nawadnianie zwiększając wilgotność gleby wpływa na obniżenie stężenia roztworu glebowego. Optymalna wilgotność gleby zwiększa pobieranie składników pokarmowych (średnio o 25 - 50%), co powoduje ich przyspieszone wyczerpywanie. Przede wszystkim jednak wymusza ruchy wody glebowej, co jest przyczyną pionowego i poziomego przemieszczania się mobilnych jonów w glebie oraz ich wymywania w głąb profilu glebowego. W przypadku deszczowania przemieszczanie jonów zachodzi przede wszystkim pionowo w dół. Dlatego tak ważne jest, aby zbyt duże dawki wody nie powodowały przemieszczania mobilnych jonów poza zasięg systemu korzeniowego roślin uprawnych. Jest to bowiem nie tylko strata z punktu widzenia ekonomicznego, ale także zanieczyszczenie środowiska naturalnego (eutrofizacja). Dotyczy to głównie azotu i potasu. Ma to szczególne znaczenie, gdy wraz z wodą podajemy dodatkowo nawozy (fertygacja). Jednorazowa dawka nawodnieniowa zależy od zakładanej głębokości zwilżania (aktywna strefa systemu korzeniowego), pojemności wodnej gleby oraz początkowej wilgotności gleby (tab. 2).

Przy nawadnianiu kropłowym i mnizraszaniu także należy kontrolować dawkę wody, a jej ilość powinna być tak dobrana, aby zwilżyła zakładaną warstwę gleby. Dla zwilżenia gleby na określonej głębokości na glebach lekkich jednorazowa dawka wody

wyływająca z kroplownika powinna być znacznie niższa niż na glebach ciężkich (rys.3).

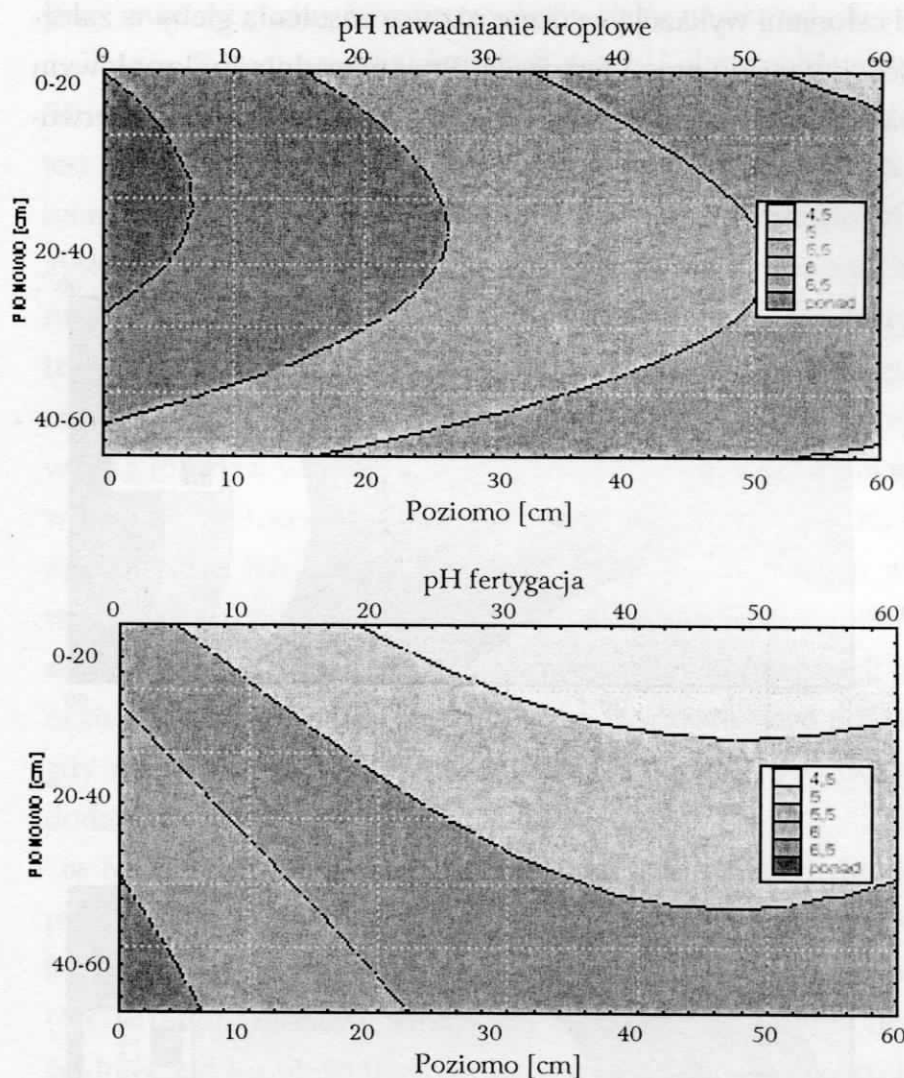
Tabela 2. Orientacyjne wielkości dawek polewowych w mm opadu zależnie od rodzaju gleby i zamierzonej głębokości zwilżania (wg Drupki)

Głębokość zwilżania	Gliny	Gliny piaszczyste	Piaski gliniaste	Piaski słabo gliniaste
5	6	5	4	3
10	12	10	8	6
20	24	20	16	12
30	36	30	24	18
50	60	50	40	30



Rys. 3. Głębokość przesiąkania wody w profilu glebowym w zależności od dawki wody i rodzaju gleby (intensywność wyływu wody z kroplownika 4 l/h)

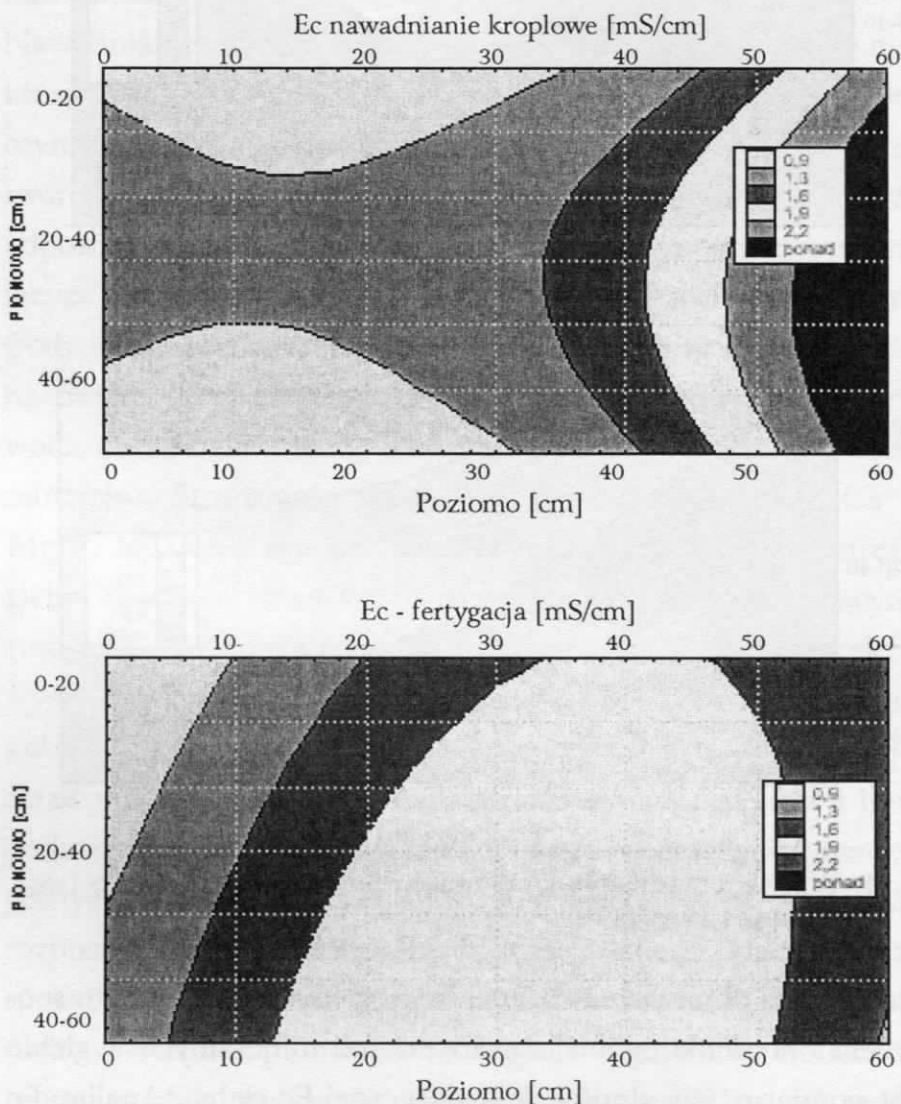
W praktyce najlepiej jest kontrolować nawadnianie na podstawie pomiaru wilgotności w profilu glebowym. Mogą do tego służyć tensjometry mierzące wilgotność w górnej i dolnej warstwie gleby. Tensjometry lub inne podobne czujniki pozwalają na wyłączenie nawadniania, gdy woda zwilży już zakładaną warstwę gleby. Nawadnianie może powodować także akumulację w glebie niektórych jonów zawartych w wodzie (np. wapnia i magnezu). Odczyn gleby może ulegać zmianie, w zależności od dopływu do roztworu glebowego jonów kwaśnych lub zasadowych. Utrzymanie odpowiedniego odczynu gleby jest istotnym czynnikiem wpływającym na plonowanie roślin sadowniczych. Poprzez podawanie wody wraz z rozpuszczonymi w niej nawozami wpływamy także na zmiany odczynu gleby. Woda służąca do nawodnień nie jest wodą chemicznie czystą, zawiera rozpuszczone w niej związki mineralne. Stosowanie twardej wody o dużej zawartości Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- powoduje podniesienie pH w zwilżanej strefie gleby. Natomiast stosowanie fertygacji nawozami zakwaszającymi (mocznik, saletra amonowa) powoduje obniżanie odczynu gleby (rys. 4). Przy nawadnianiu kropłowym i minizraszaniu, na kształt i objętość zwilżanej przez pojedynczy emiter gleby ma wpływ jej skład mechaniczny oraz intensywność wydatku emitera i ilość podanej wody. Wpływ nawadniania na rozmieszczenie poszczególnych składników pokarmowych w glebie zależy od stopnia rozpuszczalności soli mineralnych, sorpcji danego składnika oraz sposobu nawadniania. W przypadku deszczowania dominują ruchy w kierunku pionowym i następuje wymywanie mobilnych jonów w głąb profilu glebowego. Punktowe podawanie wody wpływa na migrację niektórych jonów w głąb profilu glebowego, ale wywołuje także ich ruchy poziome, powodując często ich kon-



Rys. 4. Wpływ nawadniania kropkowego i fertygacji na pH gleby (wg Morgaś i Tredera)

centrację na obrzeżach zwilżanej bryły gleby. Najprostszym sposobem określenia ogólnej zawartości soli mineralnych w glebie jest pomiar przewodności elektrolitycznej E_c gleby. Analizy E_c (rys. 5) w doświadczeniu nad uprawą i nawożeniem brzoskwiń

pod osłonami wykazują wyraźne różnice zasolenia gleby w zależności od nawadniania i fertygacji. Przy nawadnianiu kropkowym (twardą wodą wodociągową) i nawożeniu posypowym obserwu-



Rys. 5. Wpływ nawadniania kropkowego i fertygacji na przewodność elektrolityczną gleby (wg Morgaś i Tredera)

jemy znaczne podwyższenie zasolenia gleby na obrzeżach strefy zwilżania. Przy stosowaniu fertygacji (próbki gleby pobierano ok. 30 dni po zakończeniu fertygacji) zasolenie w strefie zwilżania jest nieznacznie wyższe, nie ma jednak wyraźnej akumulacji soli na obrzeżach tej strefy. Regularne podawanie dla brzoskwiń pożywki o optymalnym stężeniu prawidłowo zbalansowanych jonów (pożywka zawierała makro- i mikroelementy) wpływało na intensywne pobieranie składników mineralnych z gleby ograniczając strefę akumulacji. Nawadnianie "czystą" wodą zawierającą wapń i magnez, w której nie było azotu, potasu i fosforu doprowadza do zakłócenia proporcji pomiędzy tymi elementami i do ograniczenia ich pobierania. Dzięki poziomym ruchom wody w glebie następuje przemieszczenie i akumulacja tych jonów na skraju nawadnianej bryły. Szczegółowe analizy koncentracji magnezu w strefie zwilżania wskazują na podwyższanie jego poziomu, gdy nawadniamy wodą wodociągową i obniżanie, gdy do wody dodajemy azot, potas i fosfor.

Mobilność jonów zależy także od ich sorpcji. Przykładowo przy stosowaniu fertygacji saletrą amonową w różnych miejscach lokalizują się jony amonowe (NH_4), a w innych jony azotanowe (NO_3). Azot amonowy sorbowany jest w obszarze gleby bezpośrednio pod kroplownikiem, a jony azotanowe, przemieszczając się wraz z wodą, akumulują się w granicznym obszarze strefy zwilżania. Gdy podczas fertygacji stosujemy zbyt wysokie dawki wody, duża część jonów azotanowych wymywana jest poza zasięg aktywnego systemu korzeniowego roślin. Lokalne podniesienie koncentracji jonów w naszej strefie klimatycznej ma charakter nietrwały. Intensywne opady atmosferyczne powodują obniżenie koncentracji jonów azotanowych przez wymywanie ich w głąb

profilu glebowego. Formy amonowe natomiast dzięki procesowi nityfikacji przechodzą w niesorbowane formy azotanowe, przemieszczane wraz z wodą glebową.

Podczas nawadniania kropłowego sadów czystą wodą obserwujemy wyraźne obniżanie się koncentracji azotu w zwilżanej strefie gleby. Dlatego też zastosowanie nawet niewielkich dawek azotu poprzez system nawodnieniowy istotnie wpływa na siłę wzrostu drzew. Wyniki analiz chemicznych gleby w sadzie jabłoniowym, w którym stosowano nawadnianie kropłowe tylko wodą (bez nawozów), wykazują w zwilżanej strefie gleby niewielką akumulację fosforu i bardzo wyraźne podniesienie poziomu magnezu. W przypadku, gdy jednak stosowano fertygację saletrą amonową zaobserwowano obniżanie się poziomu magnezu w tej strefie. Było to spowodowane intensywniejszym pobieraniem magnezu, wynikającym ze zwiększonego zapotrzebowania silniej (po nawożeniu azotowym) rosnących drzew. W przypadku potasu w obrębie strefy zwilżania obserwujemy wyraźne obniżenie jego poziomu. Wysoka wilgotność gleby w okolicy kropłownika wpływa na zwiększone pobieranie potasu, następuje tu także przemieszczanie tego jonu w głąb profilu glebowego. W celu uzupełnienia tych lokalnych niedoborów pierwiastków należy prowadzić fertygację, która pozwala na podanie nawozów właśnie tam, gdzie ich brakuje.

Dostępność makro- i mikroelementów pokarmowych zależy także od wilgotności podłoża. W okresach suszy, w miejscach o optymalnej wilgotności gleby pobieranie składników pokarmowych jest intensywniejsze niż w strefach suchych, co jest powodem miejscowego obniżenia koncentracji niektórych jonów. W celu kontrolowania zmian zasobności gleby w sadach należy

regularnie wykonywać analizy chemiczne gleby, zwracając uwagę na pobieranie próbek z okolicy kroplownika lub minizraszacza, a także miejsc poza strefą zwilżania.

Nawadnianie ma niewątpliwie pozytywny wpływ na środowisko glebowe, niezależnie od tego czy jest prowadzone czystą wodą, czy z dodatkiem nawozów. Warunkiem jest tu jednak kontrolowanie dawek i częstotliwości nawadniania oraz ilości i jakości podawanych nawozów. Działania nasze muszą być świadome i powinny mieć na uwadze dbałość o środowisko naturalne.