

Rozwój korzeni w związku z uwilgotnieniem gleby

1. Woda w glebie

Omawiając zagadnienie wpływu wilgoci na rozwój systemu korzeniowego, bierzemy pod uwagę tylko jeden zasadniczy czynnik — wilgotność gleby. Wyodrębnienie tego zagadnienia nie oznacza przeceniania znaczenia wilgoci lub niedocenywania innych czynników środowiska.

Woda jest czynnikiem niezbędnym i niezastąpionym w procesie rozwoju rośliny. Woda wchodzi w skład organizmu żywego każdej rośliny. Występuje ona jako związana chemicznie w związkach organicznych oraz w postaci wody wolnej, która jest koniecznym składnikiem procesów życiowych rośliny. Woda, poza organizmem rośliny, stanowi środowisko, w którym rozpuszczają się związki mineralne, tworząc wodny roztwór glebowy. Związki mineralne ulegają rozbiciu na czynne jony, podatne do pobrania przez korzenie do narządów transportowych rośliny. Stopień i szybkość procesów biologicznych, rozkład martwej substancji organicznej, jak też gromadzenia produktów rozkładu, zależy w dużym stopniu od wilgotności gleby.

Woda w glebie podlega działaniu sił fizycznych, chemicznych i biologicznych, które wpływają na wartość ilościową i jakościową. Dynamika czynników glebowych sprawia wahania zawartości wilgoci w glebie, a wraz z nią zmianę ilości składników pokarmowych. Wilgotność gleby decyduje również o fizycznych własnościach gleby, życiu biologicznym i o procesach zachodzących w glebie.

2. Praca korzeni

Splot korzeniowy spełnia w życiu rośliny zasadniczo dwie role: 1) przytwierdzenie do podłoża; 2) czerpanie związków odżywczych rozpuszczonych w wodzie gleby. Wodę i związki odżywcze pobiera roślina za pomocą korzeni, a ściślej mówiąc, przez ssącą część ich zewnętrznej powierzchni, jeszcze nie skorłowaciałą. Najbardziej czynne są powierzchnie młodych korzeni, a u starszych tylko końcowe ich części. Starsze korzenie pokrywają się warstwą egzodermy i nie są zdolne do pobierania wody z gleby. Wykluczone są również z funkcji ssania wody rosnące części korzeni (czapeczka), zbudowane z tkanki embrionalnej (29). Roślina pobiera z gleby za pomocą czynnej powierzchni, oprócz wody, związki mineralne i powietrze. Pozostałe części korzeni wiążą roślinę z glebą, z której odbywa się pobieranie wody i związków odżywczych, oraz gromadzą substancje zapasowe i wodę. System korzeniowy gra również ważną rolę w tworzeniu aminokwasów, koniecznych do syntezy białka.

Maksimow (29) i Szennikow (42) twierdzą, że system korzeniowy jest plastyczny i reaguje na zmianę warunków wzrostu i czynności życiowych.

Dlatego roślinę należy rozpatrywać w ścisłym powiązaniu ze środowiskiem. Oczywiście w warunkach niekorzystnego środowiska roślina bardzo szybko reaguje zmianą nasilenia procesów fizjologicznych, a nawet i zmianą budowy anatomicznej. Z czynników siedliskowych na rozwój korzeni przemożny wpływ wywierają przede wszystkim warunki aeracji i uwilgotnienia podłoża (44). Nasiona traw, umieszczone w dobrych warunkach siedliskowych, rozpoczynają rozwój korzeni.

Linkola i Tiirikka (27) zwrócili uwagę na różnice w budowie korzeni, które uwidaczniają się w formie, długości, stopniu rozgałęzienia, kierunku i wielkości kąta odchylenia korzeni bocznych od korzenia głównego. Uszeregowali oni według postaci i głębokości 61 roślin, rozwijających się w jednakowych warunkach klimatyczno-glebowych. Rozwój korzeni odbywa się podczas całego okresu wegetacyjnego, z wyraźnym nasileniem w stadium krzewienia i trwa do czasu zakwitania traw wieloletnich (33).

Pionowe korzenie traw w pierwszym okresie, od początku kiełkowania do początku krzewienia, osiągają długość od 8 do 15 cm, pod koniec od 45 do 60 cm. Od strzelania do kwitnięcia korzenie traw niskich rozwijają się wolniej, dochodząc do głębokości od 60 do 80 cm, a u traw wysokich od 80 do 100 cm (37).

Z pracy Wittego (48) wynika, że trawy już w „młodocianym“ wieku osiągają duże głębokości, z których mogą czerpać zapasy wilgoci i związków odżywczych. Williams (47) twierdzi, że korzenie wieloletnich traw przenikają do głębokości 2 m, a niekiedy nawet głębiej. Smielow (37) oznaczył głębokość korzenienia poszczególnych gatunków traw od 20 do 200 cm. Stwierdza też, że w trzecim roku życia traw nie następowało dalsze zagłębianie się korzeni.

Witte (48) podzielił głębokość zakorzenienia się poszczególnych gatunków traw na trzy zasadnicze grupy: 1) głęboko korzeniące się; 2) średnio korzeniące się i 3) płytko korzeniące się. Badania były przeprowadzone na średnio ciężkiej glinie, a głębokość zakorzenienia się określono po 18 miesiącach rozwoju. W szczególności Witte podaje następujące średnie głębokości zakorzenienia niektórych traw: 1) mozga trzciniowata — 287 cm; rajgras wyniosły — 280 cm; 2) kupkówka pospolita — 110 cm; wiechlina łąkowa — 105 cm; rajgras angielski — 100 cm; kostrzewa łąkowa — 103 cm; 3) tymotka łąkowa — 88 cm.

Z powyższego wynika więc, że między poszczególnymi gatunkami traw istnieje duża różnica w głębokości umieszczenia korzeni w glebie. Głębokość umieszczenia zasadniczej masy korzeni uzależnia Lüdecke (28) od rodzaju gleby i stwierdza, że na żyznych i przewiewnych glebach korzenie zagłębiają się do 10 cm głębiej niż na glebach o miernych warunkach powietrznych i żyzności. Ogólna długość korzeni poszczególnych roślin waha się w szerokich granicach. Dittner (13), mierząc korzenie jednej rośliny żyta ozimego, podał ich ogólną długość do 600 cm, a średni przyrost dzienny do 5 cm.

3. Warstwa korzeniowa gleby

Zasadniczo jednak ważna jest nie głębokość korzenienia się poszczególnych roślin, a warstwa gleby, w której znajduje się zasadnicza masa korzeniowa. Warstwa ta, przez splecenie korzeni z rozłogami, staje się warstwą związaną (1) i zabezpieczoną przed erozją.

Kraus (24) podaje badania Müntza i Girarda nad podziałem masy korzeniowej darni łąkowej, którą zamieszczamy w tabeli 1.

Tabela 1

Podział masy korzeniowej darni łąkowej

Głębokość w cm	0—25	25—50	50—75	75—100	100—125
Waga korzeni kg/ha	2705,3	120,0	70,4	46,4	2,7
W %	91,8	4,2	2,3	1,6	0,1

Z tabeli 1 wynika, że w warstwie darniowej (0—25 cm) znajduje się więcej niż $\frac{9}{10}$ ogólnej wagi korzeni.

Główna masa korzeni traw (80—90%) według Klappa (20) znajduje się w warstwie od 0 do 20 cm, w tym w warstwie od 0 do 10 cm jest około 66—80%. W pierwszym roku życia trawy, w porównaniu z trzecim rokiem, tworzy się 60% masy korzeniowej. W drugim, a specjalnie w trzecim roku życia rośliny, przyrost masy korzeniowej jest znacznie mniejszy (4).

Wielu badaczy (22, 23, 26, 30, 35, 41) przyjmuje, że najbardziej czynna część korzeni, równocześnie umożliwiającą w maksymalnym stopniu zaopatrzenie rośliny w wodę i związki odżywcze, znajduje się w poziomie próchnicznym, to jest w warstwie od 0 do 20—50 cm. Natomiast strefą najbardziej ograniczonego rozgałęzienia korzeni jest poziom ługowania (36).

Na podział korzeni, w profilu glebowym, traw wieloletnich wpływają nie tylko warunki wilgotnościowe (osuszanie, nawodnienie), ale też tekstura, stosunki powietrzne, nawożenie, uprawa, pielęgnacja, sposób użytkowania (30, 33, 38) i inne.

Witte (48) podaje rozmieszczenie masy korzeniowej niektórych gatunków traw. Wyniki w procentach wagi ogólnej masy korzeniowej przytaczamy w tabeli 2.

Tabela 2

Waga ogólna masy korzeniowej niektórych traw (w procentach)

Warstwa (cm)	Trmotka łąkowa	Kostrzewa łąkowa	Kupkówka pospolita	Rajgras wyniosły	Mozga trzcinow.
0—20	92,51	86,11	84,14	64,65	48,60
20—40	6,75	10,23	9,05	10,51	10,11
0—40	99,26	96,34	93,19	75,15	58,71
Maksymalny zasięg (głęb. w cm)	88	100	110	280	287

Z tabeli 2 widać, że rośliny płytko korzeniące się w warstwie do 40 cm posiadają około 99% ogólnej masy korzeniowej, średnio korzeniące się 90%, a głęboko od 58 do 85%.

Ogólnie trawy wieloletnie można podzielić na trzy grupy, ze względu na umieszczenie masy korzeniowej: 1) gęsta sieć korzeniowa, dobrze wykorzystująca wierzchnie warstwy gleby (0—50 cm) i nie przenikająca do głębszych; 2) sieć bez wyraźnej granicy umieszczenia masy korzeniowej,

o mocnych korzeniach, przenikających w głąb; 3) grupa pośrednia, wykorzystująca tak powierzchniowe jak i głębsze warstwy gruntu.

Równolegle z rozwojem korzeni odbywa się rozwój mikroorganizmów w glebie. Działalność ich zależy przede wszystkim od wilgotności, aeracji i temperatury (45). Badania Masałkina (30) wykazują, że rozwój mikroorganizmów jest wprost proporcjonalny do ilości korzeni w profilu glebowym. Nic więc dziwnego, że masa korzeniowa traw wieloletnich jest ważnym wskaźnikiem życia mikroorganizmów w glebie. Terlikowski (44) mówiąc o czynnikach glebotwórczych stwierdza, że rola korzeni upodabnia się bardzo do glebotwórczej roli fauny glebowej.

4. Wilgotność gleby a głębokość korzeni

Wilgotność gleby odgrywa jednak decydującą rolę w usadowieniu się korzeni w poszczególnych poziomach. Nieznaczna głębokość przenikania korzeni w głąb gruntu, nie biorąc pod uwagę warunków fizycznych podglebia czy skały macierzystej (zbitość, rudawiec, gips itd.), wywołana jest przede wszystkim suchością warstw głębszych (41). Może to być również wynikiem nadmiernego uwilgotnienia tylko wierzchniej warstwy gleby, które sprawia silny rozwój korzeni w tej warstwie (17), a zanikanie w suchych głębszych warstwach. Zahamowanie wzrostu korzeni do głębszych warstw powoduje zmniejszenie wykorzystania głębokiego miąższu gleby, a wskutek tego ograniczenie pobierania wody i związków odżywczych. Mała głębokość przenikania korzeni może być też wynikiem częstego przesychniania warstwy wierzchniej gleby i wtedy roślina bardzo silnie reaguje na suszę (15). Istnieją również przypadki, w których roślina o płytkich korzeniach może zginąć, mimo istnienia w głębszych warstwach pokaźnego zapasu wilgoci, wystarczającego do pokrycia jej zapotrzebowania wodnego.

5. Wpływ wilgotności powietrza na rozwój korzeni

Na rozwój zarówno nadziemnej jak i podziemnej części rośliny wywiera również wpływ wilgotność powietrza. Niedosyt wilgotności powietrza wpływa na intensywność transpiracji (2), a więc i na gospodarkę wodną gleby. Byron (10) zauważył, że nawet na łodygach pomidorów umieszczonych w mgłę wyrastają korzenie przybyszowe. Pojawiają się one wcześniej i w większych ilościach, jeśli łodygi znajdują się w mgłę, a korzenie roślin równocześnie bytują w glebie wilgotnej.

Mało uwagi w badaniach poświęcono dotychczas możliwości uzupełnienia zapasu wilgoci gleby drogą absorpcji wilgoci powietrza przez liście. Niezmiernie ważną wiadomość dla celów praktycznych podał w tej sprawie Kessler (19), udowadniając, że rośliny (w tej liczbie szereg roślin rolniczych) pobierają znaczną ilość wody przez liście. Przedłużeniem tego rodzaju badań były doświadczenia Stonea, Wenta i Younga (39), którzy zajmowali się zagadnieniem gospodarki wodnej rośliny z punktu widzenia wpływu siedliska na pobieranie wody przez korzenie i liście, w związku z zużyciem na transpirację.

Znany jest fakt, że nawet u roślin rosnących w wilgotnej glebie występują objawy wędnięcia, w okresach o niskiej wilgotności względnej powietrza. Następuje to wskutek niedosytu wodnego w samej roślinie. Stwier-

dzono przy tym, że szybka transpiracja nie jest szkodliwa dla rośliny (2), jednak spadek niedosytu powietrza w ciągu dnia odbija się ujemnie na turgorze. Wilgotność powietrza w ciągu nocy jest większa niż podczas dnia, wskutek tego transpiracja jest mniejsza. W nocy roślina pokrywa niedobory wodne i powraca do normalnego turgoru.

Breazeale i George (6, 7) po przeprowadzeniu badań na pomidorze dowodzą, że istnieje pobieranie wilgoci przez liście z powietrza nasyconego parą wodną. Rubin (34) również wyraża pogląd, że mogą zaistnieć takie warunki, w których roślina może pobrać wilgoć z powietrza przez liście. Ostatnie badania laboratoryjne (8) wykazują, że istnieje zależność pomiędzy wilgotnością powietrza otaczającego nadziemne części rośliny, a wielkością wzrostu korzeni u zbóż i pomidorów. Okazało się, że istnieje większy przyrost korzeni podczas zmiany wilgoci powietrza z suchego na wilgotne niż podczas przechodzenia z przeciętnych warunków laboratoryjnych do wilgotnego powietrza.

Breazeale i George (6) na podstawie badań na pomidorach przeprowadzonych w warunkach polowych wykazali, że pobieranie wilgoci z powietrza nasyconego parą wodną przez liście powoduje również podniesienie wilgoci w glebie. Wzrost tej wilgoci jest pokazny (od wilgoci równej współczynnikiem wilgotności, do rzeczywistej pojemności wodnej gleby, a nawet i wyżej). Przekazywanie wody pobranej przez liście do gleby odpowiada negatywnemu parciu korzeniowemu (7). Wiersma i Viehmeyer (46) badali również wydzielanie wody przez korzenie w warunkach ściśle laboratoryjnych i zaprzeczyli wnioskowi postawionemu przez Breazeale'a i George'a tłumacząc, że różnica poglądów polega na sposobie interpretowania otrzymanych wyników. Dowodzą oni, że korzenie wydzielają głównie gazy, które tworzą się podczas rozkładu związków organicznych roślin. Zagadnienie to jest niezmiernie ważne, jednak musi być jeszcze zbadane i należyte wyjaśnione.

Każdy korzeń jest drogą, przez którą może przenikać powietrze w głąb gleby, niezależnie od swoistej budowy niektórych korzeni zaopatrzonych w urządzenia przewietrzające (43). Splot korzeniowy zwiększa również przepuszczalność gleby, co związane jest z powstawaniem otworków po obumarłych korzeniach (26).

Proces obumierania części nadziemnej i podziemnej (korzeni) należy rozpatrywać jako przystosowanie się rośliny do zmiennych warunków środowiska. Obumieranie może być trwałe lub okresowe. Podczas obumierania okresowego trawy gromadzą substancje zapasowe, odkładając je w korzeniach. Natomiast system korzeni wiązkowych ginie trwałe. Obumierające resztki korzeniowe traw są źródłem związków organicznych, stanowiących w glebie zasadniczą masę. Substancje organiczne w glebie tworzą układy dynamiczne (32), ulegają ciągłym zmianom jakościowym i ilościowym. Największe nagromadzenie masy organicznej w glebie zachodzi w pierwszym roku użytkowania (5). W drugim roku, równoległe z procesem gromadzenia, idzie proces uruchamiania masy organicznej. Szybkość tego procesu zależy od pochodzenia resztek organicznych. W rozkładzie resztek roślinnych biorą udział oprócz wyższych grzybów również różnorodnej wielkości grzyby i bakterie (28). Rozkład substancji organicznej może iść w kierunku całkowitego rozkładu do związków mineralnych, albo przekształceniu w próchnicę czyli humifikacji ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ cząstki

organicznej). Powstała czynna próchnica sprzyja tworzeniu i utrwalaniu struktury (40, 47). Bardziej intensywne nagromadzenie czynnej próchnicy zauważono w ciągu pierwszego roku użytkowania traw i nieco słabsze w następnych dwóch latach. Większe zgromadzenie próchnicy stwierdził Brakin (9) w warstwie od 20 do 40 cm. Wyjaśnia to zwiększonym procesem anaerobiozy oraz wymywaniem części koloidalnych próchnicy w stanie żelu przez opady atmosferyczne z warstwy wyżej leżącej do niższej.

6. Wilgotność warstw gleby a plonowanie

Bergmann (3), Kosinskij (22), Skripka (36), Cziżewskij i Kosinskij (12) stwierdzili istnienie wyraźnej korelacji między rozwojem korzeni a plonem, z uwzględnieniem działania czynników środowiska. Dla otrzymania wysokiego plonu traw wielkie znaczenie ma utrzymanie odpowiedniej wilgotności w glebie i to szczególnie w górnych warstwach (4), w których rozwija się główna ilość korzeni traw.

Jeśli jednak cały zapas wilgoci dostępnej dla rośliny został skupiony w warstwach górnych, to plon będzie zależał od zmiennych warunków zewnętrznych (opadu, temperatury, wiatru itd.), bowiem intensywna transpiracja i parowanie z powierzchni powodują szybki ubytek wilgoci z warstw wierzchnich silnie ukorzenionych. Niezabezpieczenie rośliny w wodę, szczególnie w okresie krytycznym, sprawia zahamowanie rozwoju, co w wyniku daje obniżenie plonu (15) lub nawet obumieranie całej rośliny. Dostateczne uwilgotnienie całego profilu glebowego sprzyja równomiernemu rozprzestrzenieniu korzeni w profilu, jak również głębszemu zakorzenieniu. W takim układzie systemu korzeniowego roślina wykorzystuje dobrze wilgoć i związki odżywcze z większego miąższu warstwy gleby (17), a tym samym lepiej znosi nawet dłuższe susze atmosferyczne i w przypowierzchniowej warstwie gleby. Bergmann (3) stwierdził na podstawie badań nad lucerną, żytem ozimym i trwałymi roślinami trawiastymi, że obfite opady we wczesnym okresie rozwoju powodują niższe plony niż w okresach późniejszych. Zwiększenie opadu w końcu okresu wegetacji nie zmienia wyniku plonowania. Gubanow (17) podaje, że w okresie większych opadów, od kwietnia do czerwca, korzenie pływają głębiej niż podczas mniejszych opadów. Według Müller-Thurgaua (31) u roślin rosnących na glebach suchych podczas kielkowania korzenie rozwijają się intensywniej niż na wilgotnych.

7. Konieczność uzupełnienia wilgoci gleby

Niedostateczna ilość wilgoci glebowej zmienia oddziaływanie rośliny na środowisko. Pierwszymi oznakami tych stosunków jest zaistnienie całego szeregu zmian fizjologicznych, które występują na długo przed pojawieniem się pierwszych oznak wędnięcia. Przede wszystkim następuje słabsza zdolność wykorzystania związków odżywczych gleby, silniejszy wzrost temperatury liści, obniżenie intensywności fotosyntezy i słabszy dopływ do nasion materiałów odżywczych, a często zahamowanie procesów wzrostu (25). Celem uniknięcia w okresie wegetacji niedostatecznego uwilgotnienia gleby, należy stosować nawodnienie uzupełniające.

Spencer (38) badał rozwój korzeni nawożonych pomidorów i nawad-

nianych bruzdowo. Stwierdził on, że w warstwie gleby do 20 cm jest umieszczona zasadnicza masa korzeni (około 50%), natomiast w całej warstwie do 40 cm znajduje się ich około 75%. Znaczną ilość korzeni pomidora znalazł ten autor na głębokości 100 cm. Nawodnienie bruzdowe pomidorów spowodowało przesunięcie się zasadniczej masy korzeniowej (50%) średnio z 20,4 cm do 22,1 cm.

Grammatikati (16) nawadniając pszenicę ozimą dostrzegł, że korzenie jej niejednakowo pobierają wilgoć i związki odżywcze z gleby. Korzenie zarodkowe sięgają bardzo głęboko i przede wszystkim służą do zaopatrzenia rośliny w wodę. Korzenie przybyszowe umiejscawiają się w poziomie próchnicznym, podają wodny roztwór glebowy podczas jesieni, natomiast latem mają niewielki udział w dostarczaniu i prowadzeniu wody potrzebnej do transpiracji. Stwierdził on również, że pszenica może przenosić wodę z głębszych warstw gleby i umieszczać ją w warstwach wyższych, bardziej suchych.

Interesujące badania Kampratha (18) przeprowadzono w lizymetrach, wypełnionych sześcioma gatunkami gleb, z zastosowaniem nawodnienia deszczownianego o małej i dużej dawce oraz bez nawodnienia. Badano następujące trawy w czystym siewie: mozgę trzcinową, kupkówkę, rajgras wyniosły, tymotkę łąkową, kostrzewę łąkową, rajgras angielski i wiechlinę łąkową. Po 3-letnich zbiorach trawy oznaczono ilość i umieszczenie masy korzeniowej w profilu glebowym. Na podstawie wyników stwierdził Kamprath (18), że korzenie na glebach mineralnych silniej rozwijają się niż na organicznych oraz że istnieje zróżnicowanie rozmieszczenia korzeni w różnych glebach. Nawadnianie prowadziło do większych lub mniejszych zmian ilościowych korzeni w profilu gleby. Badacz ten stwierdził, że istnieje duża zależność ilości korzeni w warstwie darniowej od nawadniania. Rozwój korzeni w warstwie darniowej zależy silnie od wpływów warunków atmosferycznych.

Badania autora (43) nad rozwojem korzeni darni łąkowej z zastosowaniem deszczowania o różnej wysokości dawek (choć tylko w ciągu jednego okresu wegetacyjnego) wykazały zróżnicowanie rozmieszczenia systemu korzeniowego w profilu glebowym. Zmienna wielkość dawki wody deszczowej wywołuje różnej głębokości uwilgotnienie i odgrywa dużą rolę w rozmieszczeniu masy korzeniowej w profilu glebowym. Małe dawki deszczowniane (10 mm jednorazowo) wywoływały wzrost korzeni warstwy powierzchniowej, a w warstwach niższych zmniejszenie masy korzeniowej. Po deszczowaniu średnią dawką (20 mm jednorazowo) następowało w warstwie od 0 do 10 cm zmniejszanie się masy korzeniowej, natomiast poniżej, od 10 do 20 cm, zwiększenie jej i to przede wszystkim korzeni drobnych. Nawadnianie dawką dużą (30 cm jednorazowo) przyczyniało się nieznacznie do zmniejszenia masy korzeniowej warstwy powierzchniowej, a w głębszych poziomach zwiększało ciężar korzeni. Podczas pomiaru długości korzeni okazało się, że nawadnianie wpływa również na zwiększenie ilości korzeni drobnych a zmniejszenie grubych.

Przytoczone doświadczenia wskazują, jak dalece warunki zewnętrzne mogą wpływać na rozwój korzeni roślin i plonowanie. Należy dbać nie tylko o rozwój nadziemnej części rośliny, ale i o zabezpieczenie rośliny przeciwko okresom suszy w warstwach górnych, przez spowodowanie odpowiedniego rozmieszczenia korzeni w profilu glebowym.

Rzadkie, a równocześnie małe dawki zraszające hamują przenikanie korzeni w głąb, większe dawki natomiast zabezpieczają stosunkowo równomierne rozprzestrzenianie korzeni w profilu glebowym. Mniejsze, a równocześnie częstsze dawki są uzasadnione w uprawie warzyw, roślin płytko korzeniących się, o krótkiej wegetacji (wiosna, początek lata). Dla roślin o korzeniach głębokich należy stosować większe lecz rzadkie dawki polewowe (ponad 10 do 20 cm).

Aby uzyskać najwyższe plony, trzeba wziąć pod uwagę nie tylko ilość i czas, ale i sposób nawadniania. Nawadnianie musi być tak prowadzone, by w każdym przypadku można było zmieniać je zarówno pod względem ilościowym, jak i w czasie, mając na względzie fizjologiczne potrzeby wodne poszczególnych roślin. Głębokość przesiąknięcia w glebę dawki polewowej powinna dać optymalną wilgotność warstwy, w której umieszczona jest zasadnicza i aktywna masa korzeniowa (ponad 50% masy). Przez stosowanie nawodnienia we właściwym czasie (23) i odpowiedniej wysokości można w pewnym stopniu kierować rozwojem korzeni, a w następstwie rozwojem całej rośliny i jej plonowaniem. Zapewniając roślinie optymalną wilgotność gleby wywołujemy zmiany w budowie anatomicznej rośliny oraz wzmożenie jej procesów fizjologicznych (25, 29).

8. Konieczność dalszych badań

Na tle nowego środowiska, wytworzonego wskutek stosowania nawodnienia, należy przeprowadzić wszechstronne szczegółowe badania życia rośliny. Z przytoczonych doświadczeń wynika, że badanie procesów fizjologicznych w korzeniach poszczególnych roślin uprawnych oraz rozmieszczenia masy korzeniowej w profilu glebowym ma bardzo duże znaczenie praktyczne i teoretyczne. Poznanie oddziaływania korzeni na nawodnienie pozwoli zaplanować takie warunki, by otrzymać maksymalny plon. Równocześnie należy ustalić odpowiednią uprawę, nawożenie oraz sposoby nawodnienia i wysokość dawki nawadniającej.