

## KROPOWE NAWADNIANIE WARZEW

Najczęściej spotykanym sposobem podlewania roślin w uprawie pod osłonami jest ręczne podlewanie za pomocą węży. Sposób ten jest bardzo pracochłonny i nie daje gwarancji równomiernego nawilgotnienia gleby. Ponadto przy podlewaniu wężem następuje wymywanie systemu korzeniowego roślin oraz pogorszenie struktury gleby co wpływa niekorzystnie na plonowanie roślin.

Dość szerokie zastosowanie w uprawie pod osłonami znalazł również system nawadniania deszczownianego. Nawadnianie za pomocą deszczowni znacznie obniża nakłady pracy, ale nie może być polecane do nawadniania wszystkich upraw ogrodniczych oraz do wszystkich metod uprawy. Ponadto istotną wadą systemów deszczownianych jest bardzo duże jednostkowe zużycie wody. Dla przykładu zapotrzebowanie na wodę w ciągu 1 godziny przy zastosowaniu minizraszaczy o wydajności 30 l/h wynosi 120 m<sup>3</sup> wody na 1 ha. Przy deszczowniach potrzebne jest zatem odpowiednio duże źródło wody oraz pompy wysokociśnieniowe o dużej wydajności.

Zmniejszające się zasoby wodne oraz wzrost kosztów energii związany z podawaniem dużej ilości wody spowodowały szybki rozwój systemów

### kropowego nawadniania

Zasada kropowego nawadniania znana była stosunkowo dawno, ale dopiero wprowadzenie tanich tworzyw sztucznych umożliwiło szerokie upowszechnienie tego systemu w praktyce.

Dynamiczny rozwój nawodnień kropłowych przypada na lata 70-te.

Nawadnianie kropłowe w warzywnictwie znalazło szerokie zastosowanie w uprawie pod osłonami, a obecnie po wprowadzeniu nowych rozwiązań jest również z powodzeniem stosowane do nawadniania polowych upraw warzywnych. W naszym kraju szersze zastosowanie nawodnień kropłowych przypada na ostatnie 3-4 lata. System nawadniania kropłowego może być stosowany do nawadniania różnych gatunków warzyw oraz przy różnych metodach ich uprawy. Posiada on szereg istotnych zalet, do których należy zaliczyć:

- małą pracochłonność w czasie eksploatacji,
- oszczędne zużycie wody wskutek ograniczenia strat na parowanie i przesiąki,
- małe jednostkowe zużycie wody,
- małe zapotrzebowanie energetyczne, wobec stosowania niskich ciśnień,
- ciągle utrzymywanie optymalnej wilgotności i aeracji gleby,
- wyeliminowanie ujemnego wpływu na strukturę gleby,
- zmniejszenie ryzyka porażenia roślin przez choroby grzybowe i bakteryjne,
- możliwość nawożenia łącznie z nawadnianiem,
- możliwość automatyzacji.

#### Zasada kropłowego nawadniania

Nawadnianie kropłowe polega na dostarczaniu bezpośrednio do strefy korzeniowej roślin małych dawek wody. Mały wydatek wody uzyskuje się poprzez redukcję ciśnienia wskutek przepływu wody przez bardzo małe otwory lub wskutek oporów hydraulicznych przy przepływie wody przez rurki lub labirynty o małej średnicy i określonej długości. Emitery są umieszczone bezpośrednio na powierzchni ziemi lub pod jej powierzchnią w pobliżu systemu korzeniowego. Krople wody wypływające z emiterów padają na ziemię w pobliżu rośliny i przemieszczają się w głąb gleby jak również w kierunku poziomym, zwilżając określoną objętość gleby

/rys. 5/. Objętość gleby zwilżana przez wodę uzależniona jest od rodzaju gleby lub podłoża. Nawadnianie kropkowe powoduje zwilżenie stosunkowo niewielkiej powierzchni gleby, co ogranicza straty wody z gleby przez parowanie oraz ogranicza odpływ wody do głębszych jej warstw.

Nawadnianie kropkowe jest więc systemem wodooszczędnym. W badaniach przeprowadzonych w Instytucie Warzywnictwa stwierdzono, że zużycie wody przy systemie kropkowym było o 40 % niższe w porównaniu do ręcznego podlewania roślin /tab. 1/. Na wyprodukowanie 1 kg pomidorów zużyto prawie połowę mniej wody w porównaniu do ręcznego podlewania.

Tabela 1 - Zużycie wody przy różnych systemach nawadniania pomidorów

System nawadniania	Zużycie wody		Średnia masa owoców w g
	l/m <sup>2</sup>	l/kg pomidorów	
Ręczne podlewanie	238	24	71
System deszczowania	222	18	83
System kropkowy	146	13	85

Dzięki stworzeniu optymalnych warunków wilgotnościowych nawadnianie kropkowe zwiększyło plon pomidorów oraz wpłynęło korzystnie na jakość zwiększając średnią masę owoców.

Ograniczone parowanie wody z powierzchni gleby przy nawadnianiu kropkowym oraz dostarczenie jej bezpośrednio do strefy korzeniowej stwarza korzystne warunki dla roślin nie znoszących dużej wilgotności powietrza oraz zmniejsza ryzyko porażenia przez choroby grzybowe i bakteryjne.

Stosowanie małych dawek wody nie wymaga wysokiego ciśnienia, dużych źródeł wody, a więc i pomp o dużej wydajności. Stwarza to również możliwość zastosowania rur o znacznie mniejszych przekrojach, co obniża koszt takiego systemu. Ciśnienie robocze wymagane do pracy systemu kropkowego wynosi zwykle od 0.01 do 0.1 MPa. Przy tym ciśnieniu wydatki wody z emitera są stosunkowo niewielkie

i wynoszą najczęściej od 0.1 do 2 l/h. Oznacza to, że przy tak małych wydatkach, źródło wody może być kilkakrotnie mniejsze lub też, że przy określonym źródle wody jesteśmy w stanie nawodnić kilkakrotnie większą powierzchnię w porównaniu do innych systemów nawadniania.

### Budowa systemu kropłowego

W skład systemu kropłowego wchodzi najczęściej rurociągi główne, przewody doprowadzające, przewody rozprowadzające z emiterami oraz węzeł rozdzielczy /rys. 4/. Rurociągi główne o średnicy 40-50 mm wykonane są z polietylenu lub miękkiego PCV, mogą także być stalowe lub azbestowo-cementowe. Przewody doprowadzające wykonane są z czarnego polietylenu lub PCV i mają średnicę 20-30 mm. Przewody rozprowadzające wykonane są z czarnego polietylenu o średnicy 12-20 mm. W warunkach polowych długość tych przewodów wynosi 80-150 m, natomiast w szklarni długość ich jest dostosowana do długości rzędów roślin. Przewody rozprowadzające z emiterami układane są między rzędami roślin na powierzchni gruntu ale mogą być również stosowane do wglębnego nawadniania.

Jednym z najważniejszych elementów systemu kropłowego są emitory. Liczne rozwiązania emiterów można zakwalifikować do dwóch podstawowych grup: emitory w postaci otworów oraz emitory o długiej drodze przepływu wody.

Emitory w postaci otworów są to po prostu powycinane na przewodzie rozprowadzającym otworki o różnej średnicy w zależności od proponowanego przez producenta rozwiązania. Kropłowy bądź strużkowy wypływ wody jest wynikiem redukcji ciśnienia przez otworki o bardzo małej średnicy. Obecnie najczęściej spotykane tego typu emitory są przedstawione na rys. 3.

Przewód porowaty /rys.3.1/, produkowany między innymi przez firmę Viaflo, posiada na całej powierzchni liczne otworki o bardzo małej średnicy /powierzchnia otworu około  $8 \cdot 10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/. Wskutek przepływu wody przez porowate otworki następuje redukcja ciśnienia i woda wydostaje się na powierzchnię przewodu w postaci kropel, które spływają na powierzchnię gleby bądź zwilżają otaczającą go glebę. Przewody porowate charakteryzują się dość równomiernym wydatkiem wody, a ich maksymalna długość bez zmiany wydatku może wynosić 100 m. Ciśnienie robocze wynosi 0.05-0.3 at.,

a wydatek wody około 0.3 do 1.8 l/h/m. Przewody porowate mogą być użyte zarówno do napowierzchniowego jak i wglębnego nawadniania. Ich zaletą jest stosunkowo niska cena, wadą natomiast możliwość szybkiego zapychania się otworów przy złej jakości wody.

Niezbyt dobrym, ale spotykanym rozwiązaniem są przewody perforowane wykonane z folii polietylenowej /rys. 3.2./.

Przewody te mają po bokach wycięte małe otwórki o średnicy 0.5-0.6 mm w odległości 10-20 cm.

Średnica wewnętrzna tych przewodów wynosi 40-60 mm.

Wydatek wody z przewodów perforowanych jest bardzo duży i wynosi około 80-100 l/h/m. Podstawową wadą tych przewodów jest bardzo nierównomierny rozdział wody. W celu poprawienia równomierności wydatku stosuje się obustronne zasilanie, jednakże maksymalna długość nie powinna przekraczać 30 m. Przewody perforowane powinny być układane na idealnie równej powierzchni, gdyż jakiegokolwiek zagłębienia bądź spadek pogarszają równomierność rozdziału wody.

Ciśnienie robocze stosowane przy nawadnianiu tymi przewodami wynosi 0.02 at. Wzrost ciśnienia powoduje pogorszenie równomierności wydatku. Podstawową zaletą przewodów perforowanych jest niska cena.

W ostatnich latach dość powszechnie do nawadniania warzyw w polu i pod osłonami stosuje się przewody wielokomorowe. Przedstawiony na rys. 3.3 przewód dwukomorowy By-wall i rys. 3.4 podwójny przewód perforowany Twin-wall mają podobną zasadę działania a różnią się jedynie technologią ich otrzymywania. Przewody te posiadają dwie komory połączone ze sobą małymi otworami o średnicy około 0.6 mm. Komora o większym przekroju połączona jest z węzłem doprowadzającym. Woda wypływa najpierw komorą większą, a następnie przez otwórki dostaje się do komory mniejszej, w której następuje wyrównanie ciśnienia.

Po wypełnieniu się komory mniejszej woda przez otwórki w ścianie wypływa kroplami bądź strużką zwilżając powierzchnię gleby. Liczba otworów na zewnętrznej ścianie jest inna niż na ścianie oddzielającej komory. Na 1 otwór w ścianie oddzielającej komory przypada 4-6 otworów w ścianie zewnętrznej.

Otwory zewnętrzne rozstawione są co 30-90 cm. Taki sposób budowy pozwala zredukować ciśnienie i uzyskać jednakowy wydatek wody na dość znacznej długości. W zależności od

liczby otworów, maksymalna długość przewodu przy dopuszczalnej zmianie wydatku wody wynosi 100-180 m. Ciśnienie robocze wynosi 0.1-2.0 at, a wydatek od 0.4-9.0 l/h.

Przewody porowate oraz wielokomorowe mogą być użyte do powierzchniowego i głębokiego nawadniania warzyw. Mogą być stosowane do nawadniania zarówno w uprawie warzyw o dużym zagęszczeniu jak np: przy uprawie rozsad /rys. 4/, rzodkiewki, sałaty, jak również w warzywach o większej rozstawie rzędów jak pomidor, ogórek. W uprawie polowej są szczególnie zalecane do stosowania pod folią perforowaną oraz przy mulczowaniu czarną folią.

Emitery o długiej drodze przepływu wody są najczęściej spotykane w postaci prostej lub spiralnej kapilary bądź też w postaci kroplowników labiryntowych. Kroplowy wypływ wody z tych emiterów jest wynikiem redukcji ciśnienia wskutek oporów hydraulicznych występujących przy przepływie wody przez rurki lub labirynt o małej średnicy i określonej długości.

Najczęściej spotykanym systemem kroplowym w uprawie szklarniowej jest system kapilarny /rys. 3.6/. Podstawowym elementem tego systemu są grubościennie polietylenowe kapilary o średnicy wewnętrznej 0.5-1.5 mm i długości 0.6-1 m. W kraju produkowane są kapilary o średnicy 0.5-0.9 mm i długości 1 m. Kapilary jednym końcem są wciśnięte w polietylenowy przewód rozprowadzający natomiast drugi koniec włożony jest w uchwyt, który wbija się w pobliżu roślin /rys. 2/. Niekiedy zamiast uchwytów stosuje się ciężarki ołowiane.

Przewody rozprowadzające z kapilarami łączone są z przewodami doprowadzającymi za pomocą wężyków redukcyjnych. Wężyki wykonane z polietylenu o średnicy 2-3 mm, stosowane są w celu redukcji ciśnienia panującego w sieci wodociągowej.

Przewody z kapilarami rozkładane są na powierzchni gruntu między rzędami roślin, a pod każdą roślinę doprowadzona jest kapilara. Umożliwia to nawadnianie roślin uprawianych w różnych rozstawach oraz różnymi metodami np. w cylindrach foliowych, doniczkach lub innych jednostkach uprawowych. W niektórych rozwiązaniach kapilary umieszczone są wewnątrz przewodu rozprowadzającego /rys. 3.5/. Przewody z tak umieszczonymi kapilarami mogą być stosowane do nawodnień powierzchniowych jak i głębokich oraz w uprawach o dużym

zagęszczeniu roślin na jednostce powierzchni. Maksymalna długość przewodów rozprowadzających z kapilarami uzależniona jest od ich wydatku oraz od liczby zamontowanych kapilar. Najczęściej długość przewodów rozprowadzających dostosowana jest do długości rzędów roślin i wynosi 30-50 m, a niekiedy 100 m.

Ciśnienie robocze dla systemu kapilarnego wynosi 0.1-1 at. Wydatek wody z kapilary zależy od ciśnienia, długości, temperatury wody oraz w największym stopniu od średnicy wewnętrznej. Przy najczęściej stosowanych kapilarach wydatek wynosi od 0.3 do 2 l/h.

Modyfikacją systemu kapilarnego jest system z emiterem kombinowanym. W systemie tym w miejsca kapilar montowane są wężyki o średnicy 3-4 mm, na które zakłada się zatyczki żłobkowe lub kroplowniki labiryntowe do dozowania wody /rys. 3.7/. Ciśnienie robocze do pracy tego typu emiterów wynosi 0.1-1 at., a ich wydatek od 1.0 do 9.0 l/h. Zaletą kroplowników labiryntowych jest łatwy sposób ich oczyszczania w razie zablokowania, a wadą mniejsza równomierność rozdziału wody w porównaniu z kapilarami.

Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest przewód o ściance labiryntowej produkowanej przez firmę Agua-Drop lub Agro-Drip /rys. 3.8/. Przewód ten wykonany z polietylenu posiada zewnętrznie żłobioną ściankę, która obciśnięta jest folią polietylenową. W ten sposób na przewodzie powstaje spiralny labirynt do którego woda dostaje się przez otwory w przewodzie i wydostaje na zewnątrz przez otwory w folii. Odległość między otworami jest różna, przy czym dla nawadniania warzyw wynosi najczęściej 30-50 cm. Przewody te pracują przy ciśnieniu 0.25-2.5 at, a wydatek wody wynosi 0.8-5 l/h. Tego typu system może być stosowany do nawadniania napowierzchniowego jak i wgłębnego. Maksymalna długość wynosi 100-200 m w zależności od liczby otworów.

Dawki wody i częstotliwość nawodnień

Wielkość jednorazowej dawki wody oraz częstotliwość nawodnień uzależniona jest od gatunku i fazy wzrostu roślin oraz warunków glebowo-klimatycznych. Przy stosowaniu nawodnień kropłowych częstotliwość podawania wody jest większa niż przy systemie deszczownianym, a jednorazowe dawki wody są mniejsze. Nawadnianie w zależności od fazy wzrostu roślin i warunków pogody stosuje się 2-3 razy

w tygodniu. Można również stosować codziennie, a nawet ciągle nawadnianie, zwłaszcza w warunkach szklarniowych przy dostosowaniu ilości wody dostarczanej przez system do potrzeb roślin. Jednorazowa dawka wody wynosi od 1 do 3 l/roślinę w zależności od częstotliwości podlewania, ilości i rodzaju podłoża, czy rodzaju gleby. Termin nawadniania najlepiej jest określić w oparciu o pomiary wilgotności gleby bądź siły ssącej gleby. Najwyższe plony roślin można uzyskać przy wilgotności zbliżonej do połowej pojemności wodnej lub gdy siła ssąca gleby wynosi 0.01-0.02 MPa.

#### Nawożenie przy stosowaniu systemu kropłowego

Nawadnianie kropłowe ma bardzo duży wpływ na rozwój systemu korzeniowego roślin, zwłaszcza w uprawie pod osłonami, gdzie nie występują opady atmosferyczne. Zwilżanie niewielkiej objętości gleby w pobliżu wypływu wody z emiterów powoduje rozwój systemu korzeniowego tylko w wilgotnej warstwie gleby. Ma to istotny wpływ na sposób nawożenia roślin nawadnianych kropłowo. Rośliny nie mogą bowiem wykorzystywać składników pokarmowych z całej warstwy a tylko z wilgotnej, w której znajdują się korzenie. Należy zatem stosować częste, a najlepiej ciągle dokarmianie roślin razem z nawadnianiem. Do nawożenia powinno się używać nawozów całkowicie rozpuszczalnych. W zależności od potrzeb można stosować nawozy pojedyncze jak saletra amonowa, mocznik, siarczan potasu lub wieloskładnikowe jak saletra potasowa, Nowokont, Florovit, Hydrovit, Agrovit. Niedobór mikroelementów można uzupełnić za pomocą Mikrogamy lub Polichelatu LS-7. Dokarmianie można prowadzić w sposób ciągły stosując roztwór nawozów, w którym zawartość N-NO<sub>3</sub> wynosi 150 mg/l lub też co drugie podlewanie przy dwukrotnie wyższym stężeniu.

Co pewien czas należy kontrolować zawartość składników w podłożu i korygować ich zawartość za pomocą nawozów jednoskładnikowych. Do stosowania nawozów używa się dozowników ciśnieniowych lub bezciśnieniowych. W mniejszych gospodarstwach najprostszym sposobem dokarmiania jest zainstalowanie zbiornika z pompą, która tłoczy roztwór nawozów mineralnych do instalacji nawadniającej. Do dokarmiania roślin na większych powierzchniach można np. użyć pomp nurnikowych typu BSA produkowanych przez ZDZ w Koronowie koło Bydgoszczy. Stosując nawożenie za pomocą systemu kropłowego należy pamiętać, aby po zakończeniu



podawania nawozów przepłukać system przez kilka minut czystą wodą.

### Jakość wody do nawodnień kroplowych

Przy stosowaniu nawodnień kroplowych jakość wody ma fundamentalne znaczenie. Woda złej jakości powoduje pogorszenie równomierności wydatku wskutek częściowego lub całkowitego zablokowania emiterów. Różnego rodzaju zanieczyszczenia występujące w wodzie można podzielić na trzy grupy:

- fizyczne - cząstki glebowe oraz inne cząstki stałe,
- biologiczne - głównie glony i szlam bakteryjny,
- chemiczne - najczęściej  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oraz fosforany.

Dla sprawnego i niezawodnego działania systemu kropłowego konieczne jest stosowanie filtrów lub środków chemicznych, które uzdatniają wodę. Obecnie stosuje się wiele różnych typów filtrów mniej lub bardziej doskonałych.

Najprostszym sposobem oczyszczania wody jest stosowanie filtrów siatkowych o odpowiednio małej średnicy oczek siatki. Zaleca się aby powierzchnia oczek siatki stanowiła 10 % powierzchni otworu kroploznika. W najczęściej spotykanych filtrach liczba otworów w siatce na 1 cal bieżący tzw. liczba mesh wynosi 150-200. Filtry siatkowe wymagają czyszczenia lub wymiany wkładu filtrującego co pewien okres czasu zależnie od jakości wody. Niektóre rodzaje filtrów są samoczyszczące się co pozwala na zastosowanie pełnej automatyzacji procesu filtrowania wody. Oprócz wkładów filtrujących z siatki stosuje się również wkłady włókninowe, poliuretanowe lub wielowarstwowe. Bardzo często stosowane są filtry piaskowe. Filtry siatkowe usuwają części stałe o średnicy powyżej 10 mikronów, natomiast filtry piaskowe oraz filtry wielowarstwowe usuwają części stałe o średnicy mniejszej niż 10 mikronów. Filtry siatkowe usuwają przede wszystkim zanieczyszczenia fizyczne, natomiast filtry piaskowe czy bardziej skomplikowane filtry wielowarstwowe usuwają zanieczyszczenia fizyczne, a także częściowo biologiczne i chemiczne. Niestety wymieniane filtry nie powodują całkowitego uzdatniania wody zwłaszcza z zanieczyszczeń biologicznych i chemicznych dlatego też konieczne jest niekiedy stosowanie środków chemicznych zapobiegających tworzeniu się tych zanieczyszczeń lub też powodujących ich usunięcie.

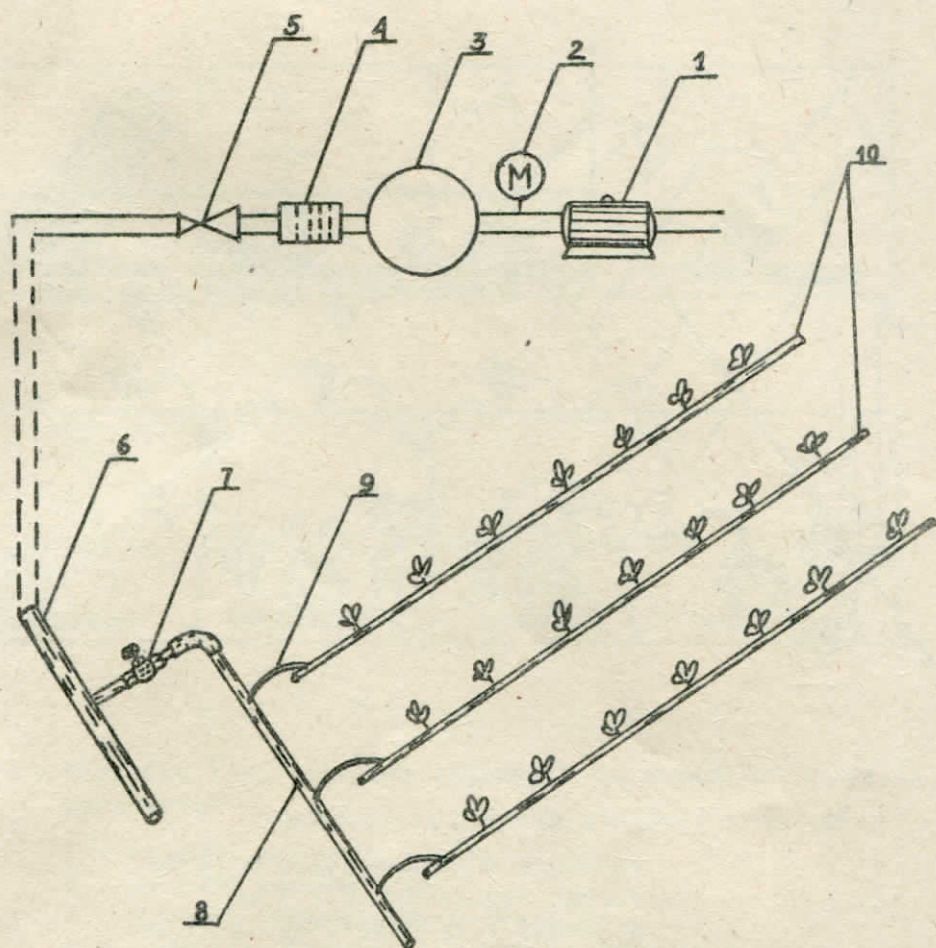
Poważnym problemem jest obecność dużej ilości żelaza w wodzie. W wodach ze studni głębinowych występuje żelazo dwuwartościowe, które utlenione przez bakterie tlenowe do formy trójwartościowej wytrąca się, powodując blokowanie emiterów.

Dopuszczalna zawartość żelaza, która nie powoduje blokowania emiterów wynosi 0.09 mg/l, podczas gdy zawartość żelaza w wodzie wynosi często od 0.5 do 3.0 mg/l.

W wodach powierzchniowych występują glony, bakterie i grzyby, które tworzą szlam powodując blokowanie filtrów jak i emiterów. W niektórych regionach woda zawiera węglan wapnia /CaCO<sub>3</sub>/, który wytrąca się na ściankach emiterów powodując zmiany wydatku emiterów lub całkowite ich zablokowanie.

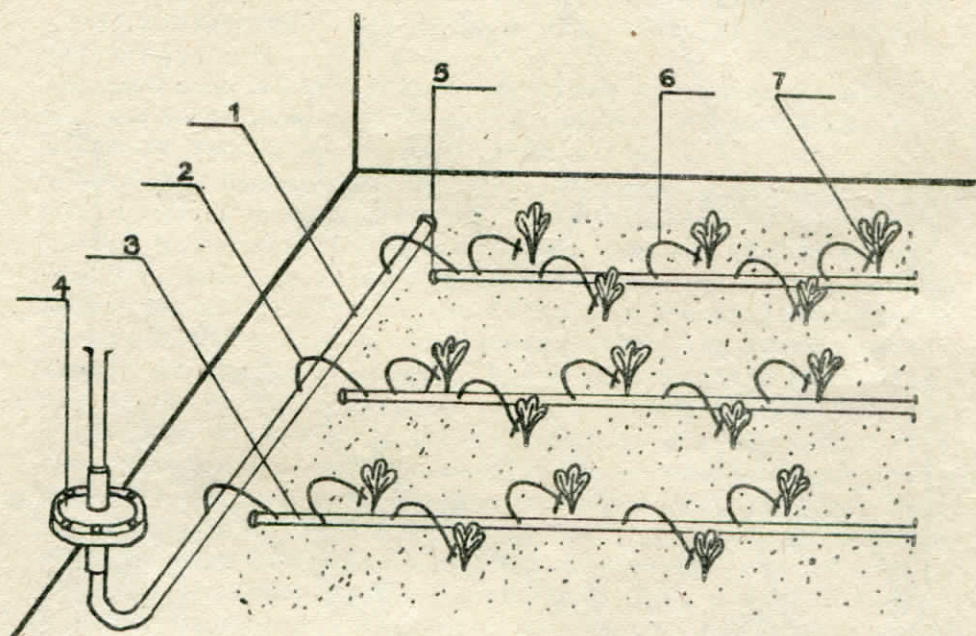
Do czyszczenia systemu kroplowego używa się kwasów lub innych środków chemicznych, które rozpuszczają wytrącające się osady oraz zapobiegają rozwijaniu się glonów, bakterii i grzybów. W okresie wegetacji stosuje się słabe roztwory kwasów, aby nie uszkodzić roślin. Do przeczyszczania systemu w czasie wzrostu roślin można stosować kwas azotowy /HNO<sub>3</sub>/ w stężeniu 0.07-0.14 % lub kwas fosforowy /H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>/ w stężeniu 0.05-0.1 %. Stężenie kwasu uzależnione jest od częstotliwości stosowania oraz zasobności gleby w azot i fosfor. W okresie wegetacji najlepiej zastosować 3-4 krotne przemywanie systemu, dodając jednocześnie na 1000 l wody 1 litr perhydroflu /H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/, który zapobiega rozwijaniu się bakterii i glonów. Po sprężeniu roślin można stosować wyższe stężenie kwasów 1-2 %, a także stosować kwas solny /HCL/ w stężeniu około 1 %. Czas przemywania wynosi 15-30 minut po czym należy system przemyć czystą wodą.

Stosowanie środków chemicznych poprawia drożność emiterów oraz zapobiega ich blokadzie, natomiast nie powoduje przeczyszczenia emiterów już zablokowanych. Emitery zablokowane należy przeczyszczyć mechanicznie poprzez ich rozmontowanie bądź w przypadku kapilar poprzez uderzenie w kapilarę za pomocą młotka gumowego. Przy stosowaniu środków chemicznych należy zachować szczególną ostrożność, gdyż są to środki żrące.



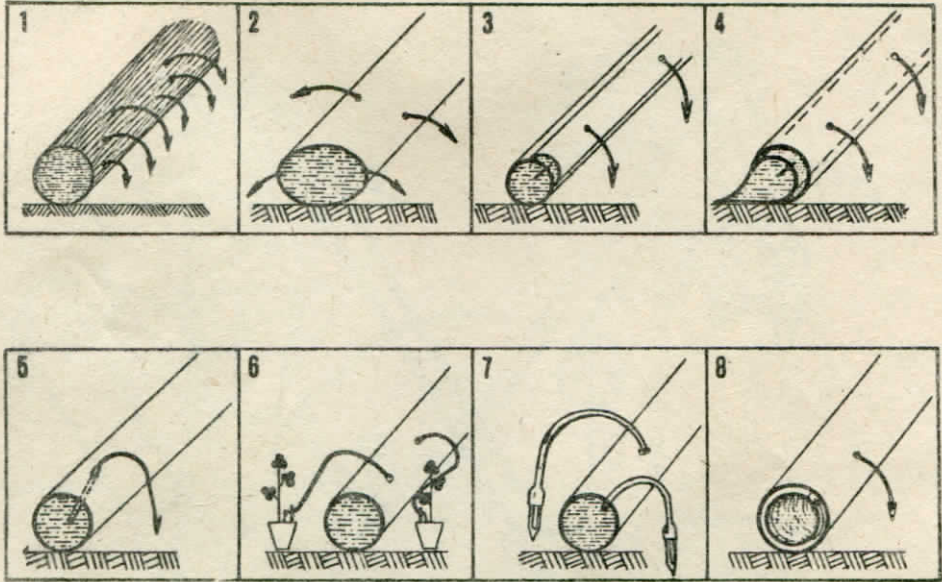
Rys. 1 - Schemat systemu kroplowego

- 1 - pompa; 2 - manometr; 3 - dozownik nawozów; 4 - filtr;  
5 - regulator ciśnienia; 6 - rurociąg główny; 7 - zawór;  
8 - przewód doprowadzający; 9 - rurki zasilające;  
10 - przewody rozprowadzające



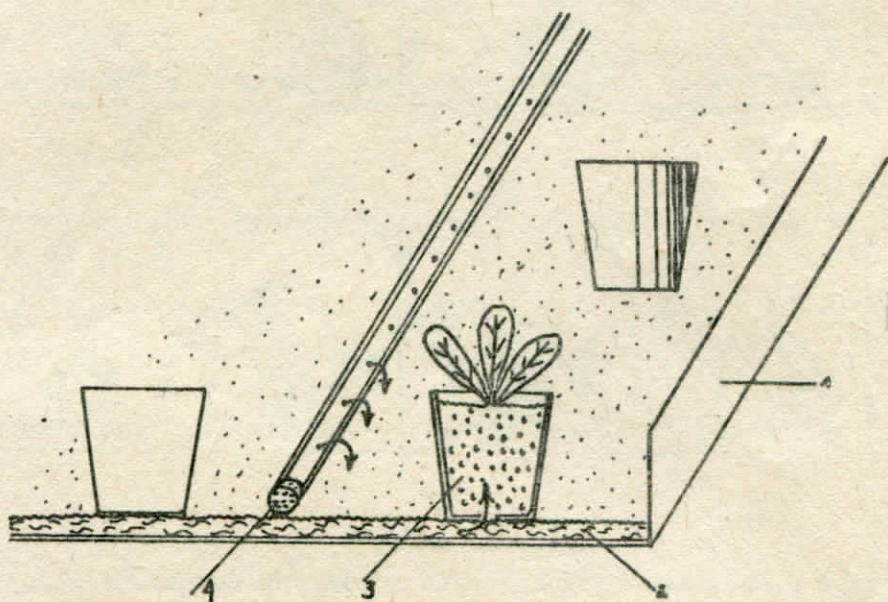
Rys. 2 - Elementy systemu kroplowego

- 1 - przewody doprowadzające  $\varnothing$  25 mm
- 2 - wężyki redukcyjne  $\varnothing$  2.3 mm
- 3 - przewody rozprowadzające  $\varnothing$  16 mm
- 4 - filtr siatkowy
- 5 - korki
- 6 - kapilary
- 7 - uchwyt do kapilar



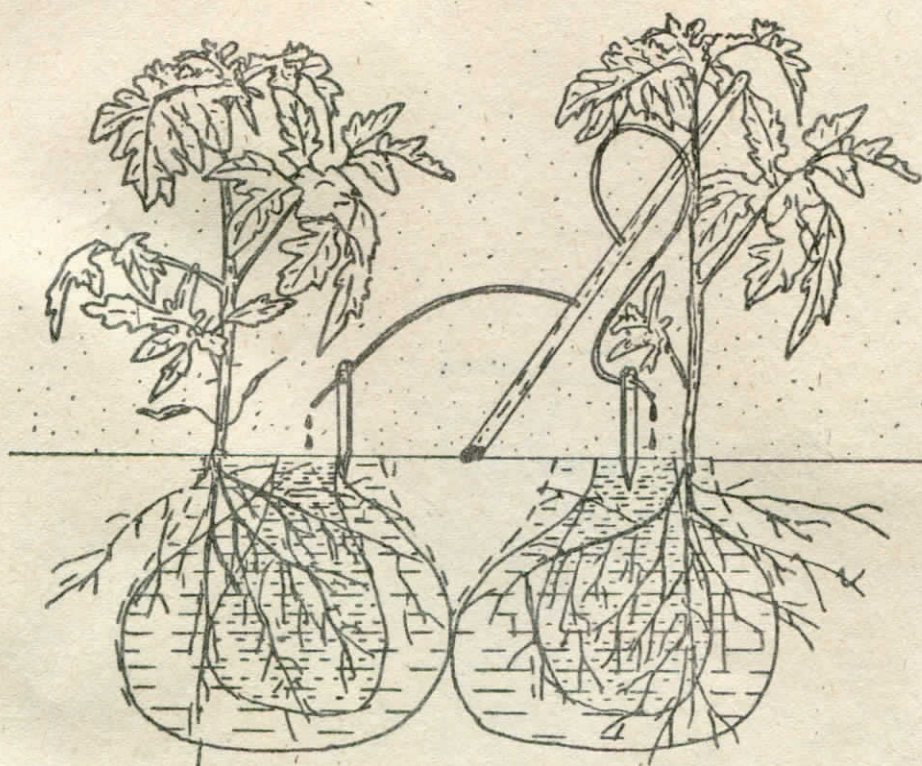
Rys. 3 - Niektóre typy emiterów używanych do nawadniania roślin warzywnych

- 1 - przewód porowaty Viaflo
- 2 - przewód perforowany
- 3 - przewód dwukomorowy By-wall
- 4 - podwójny przewód perforowany Twin-wall
- 5 - przewód z wewnętrzną kapilarą
- 6 - system kapilarny
- 7 - kroplospływ
- 8 - Aqua-Drop



Rys. 4 - Nawadnianie rozsady za pomocą systemu kroplowego

- 1 - parapet
- 2 - mała włókninowa
- 3 - doniczka z rozsadą
- 4 - przewód dwukomorowy



Rys. 5 - Rozkład uwilgotnienia w profilu glebowym przy kropowym nawadnianiu

