

# Dozowniki nawozów w uprawach pod osłonami

**Doc. dr hab. Waldemar Treder**

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach

**Specyfika upraw pod osłonami sprawia, że podstawowym sposobem nawożenia roślin jest w nich fertygacja. Jest ona praktykowana w uprawach prowadzonych w różnego rodzaju podłożach organicznych, a wręcz niezbędna w podłożach inertnych. W obu przypadkach w wodzie rozpuszczone są makro- i mikroelementy w odpowiednich proporcjach i za pomocą tego nośnika rośliny otrzymują systematycznie porcje składników pokarmowych. W zależności od systemu uprawy, do przygotowania i dawkowania porcji pożywki nawozowej mogą być wykorzystywane różnego typu urządzenia dozujące.**

## Przygotowanie pożywki

Pożywka nawozowa podawana roślinom przez system nawodnieniowy może być wcześniej przygotowywana w dużym zbiorniku, z którego — za pomocą pompy wodnej — podawana jest do instalacji nawodnieniowej. W wielu małych gospodarstwach pożywka przygotowywana jest „ręcznie”, czyli do zbiornika napełnionego wodą dodawane są odważone porcje nawozów mineralnych. W takim przypadku wielkość zbiornika powinna odpowiadać powierzchni uprawy i zapotrzebowaniu roślin, tak by nie trzeba było przygotowywać pożywki kilkakrotnie w ciągu



Fot. 1. Zbiornik na pożywkę

fot. 1–8 W. Treder

dnia. Rozwiązanie to wymaga ciągłej kontroli człowieka i poświęcenia stosunkowo dużej ilości czasu na przygotowywanie pożywki. Innym mankamentem tej metody jest to, że gdy w gospodarstwie uprawiane jest kilka gatunków roślin czy są one w różnych fazach rozwojowych lub rosną na różnych podłożach, wówczas jeden zbiornik z gotową pożywką nie wystarczy. Rozwiązanie to ma także pewne zalety. Przede wszystkim jest stosunkowo proste do wykorzystania, szczególnie tam, gdzie jest wystarczająca ilość miejsca na postawienie odpowiedniego zbiornika. Zgromadzona w zbiorniku pożywka może się naturalnie ogrzewać lub łatwo można ją ogrzać z zewnętrznego źródła ciepła. Duża ilość wcześniej przygotowanej pożywki stanowi swego rodzaju „bufor bezpieczeństwa”, który jest nieoceniony w chwili wystąpienia awarii dozownika. W skrajnym przypadku — przy przedłużających się problemach z dostarczaniem wody lub awarii dozownika — wody do zbiornika możemy dostarczyć z zewnętrznego źródła.

Pomimo tych zalet, przygotowanie gotowej pożywki w zbiornikach praktykowane jest obecnie zazwyczaj w małych gospodarstwach. Duże przedsiębiorstwa i kombinaty ogrodnicze do przygotowania i dawkowania pożywki wykorzystują różnego typu dozowniki nawozowe. Nie wyklucza to jednak instalowania buforowych zbiorników pośrednich, w których gromadzona jest wcześniej przygotowana pożywka. W wielu dużych gospodarstwach Europy Zachodniej (ale także i u nas) pożywka nawozowa przygotowywana za pomocą skomputeryzowanych mikserów nawozowych trafia do zbiorników (fot. 1), z których oddzielną pompą podawana jest do systemu nawodnieniowego. W takim systemie można wyeliminować ewentualne straty w uprawie, jakie mogą wystąpić w przypadku awarii dozownika. Dysponowanie odpowiednio dużą ilością wcześniej przygotowanej pożywki pozwala także na optymalne zarządzanie całym systemem nawodnieniowym.

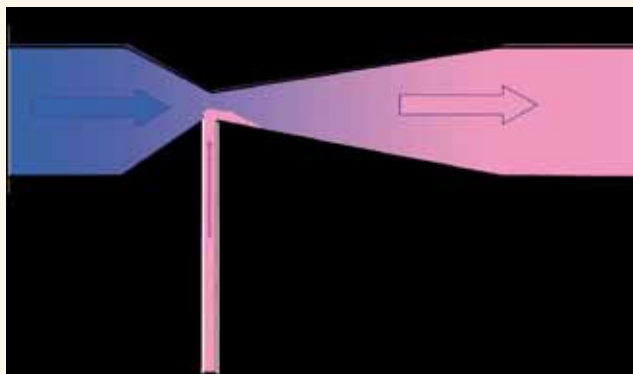
## Dozowniki inżektorowe

Nowoczesne instalacje nawodnieniowe w uprawach pod osłonami to systemy zamkniętego obiegu wody. Oprócz dozownika nawozów, w ich skład wchodzi także zbiorniki na wodę pochodzącą z różnych źródeł (gruntową, powierzchniową, deszczówkę), zbiorniki na pożywkę drenażową i czystą (po procesie filtracji i dezynfekcji). Tak skomplikowane systemy wodne sterowane są za pomocą komputerów. Do wcześniejszego przygotowania pożywki można wykorzystać różne rodzaje dozowników.

Najprostszym w budowie i zarazem bardzo skutecznym dozownikiem jest inżektor, w którym wykorzystuje się zjawisko spadku ciśnienia cieczy płynącej przez przewężenie w rurce (prawo Bernoulliego). Tzw. zwężka Venturiego jest wykorzystywana nie tylko do prowadzenia pomiarów prędkości przepływu, ale także do wytwarzania podciśnienia, gdy w instalacji występuje nadmiar ciśnienia. Dozowanie nawozów polega na przepływie wody poprzez odpowiednio ukształtowaną komorę o znacznym przewężeniu, co powoduje gwałtowny wzrost prędkości przepływu wody i zassanie roztworu nawozowego (rys. 1).

Konstrukcja tego rodzaju dozowników jest bardzo prosta, zazwyczaj nie mają one części ruchomych. Maksymalna intensywność pobierania nawozu związana jest z konstrukcją i wielkością inżektora oraz różnicą ciśnień

Rys. 1. Schemat budowy inżektora działającego na zasadzie zwężki Venturiego



pomiędzy jego wlotem i wylotem. Wielkość przepływu wody i maksymalne ssanie inżektora zdeterminowane jest kształtem i średnicą przewężenia (wewnętrznej dyszy). Markowe inżektory mają dokładnie podaną charakterystykę opisującą przepływ wody, maksymalne ssanie i straty ciśnienia (tabela na str. 26).

W zależności od potrzeb, ilość zasysanej pożywki może być regulowana za pomocą specjalnego zaworu lub tzw. restryktorów (kryzy ograniczającej ssanie, fot. 2 na str. 26). Pozwala to na stosunkowo precyzyjną regulację intensywności pobierania roztworu nawozowego (np. 10, 40 lub 100 l/godz.) i w rezultacie, na nawadnianie ►

reklama

Przykładowa charakterystyka inżektora A (3/4" x 0,9, firmy Netafim)

Ciśnienie na wlocie (at)	Minimalny przepływ (l/godz.)	Strata ciśnienia (%)	Maksymalne ssanie (l/godz.)
2	750	35–50	86
3	7890	31–45	87
4	990	30–42	89
5	1090	28–40	94
6	1160	26–37	97
7	1240	24–35	100

◀ roślin pożywką o ściśle określonym stężeniu nawozów. Niestety, na rynku, w ramach źle pojętej oszczędności, często sprzedawane są inżektory bez jakiegokolwiek zaworu regulacyjnego. W takim przypadku jedyną możliwością regulacji stężenia podawanej roślinom pożywki jest zmiana stężenia skoncentrowanego roztworu nawozowego w zbiorniku.

Dozownik może być włączony bezpośrednio w magistralę nawodnieniową (w linię) lub bocznikowo (rys. 2). Przy włączeniu w magistralę cała woda płynąca w instalacji musi przepływać przez inżektor, co znacznie redukuje ciśnienie w instalacji (mała średnica wewnętrznej dyszy inżektora). Podczas przepływu wody przez inżektor występują znaczne straty ciśnienia — nawet do 60%. Unika się tego

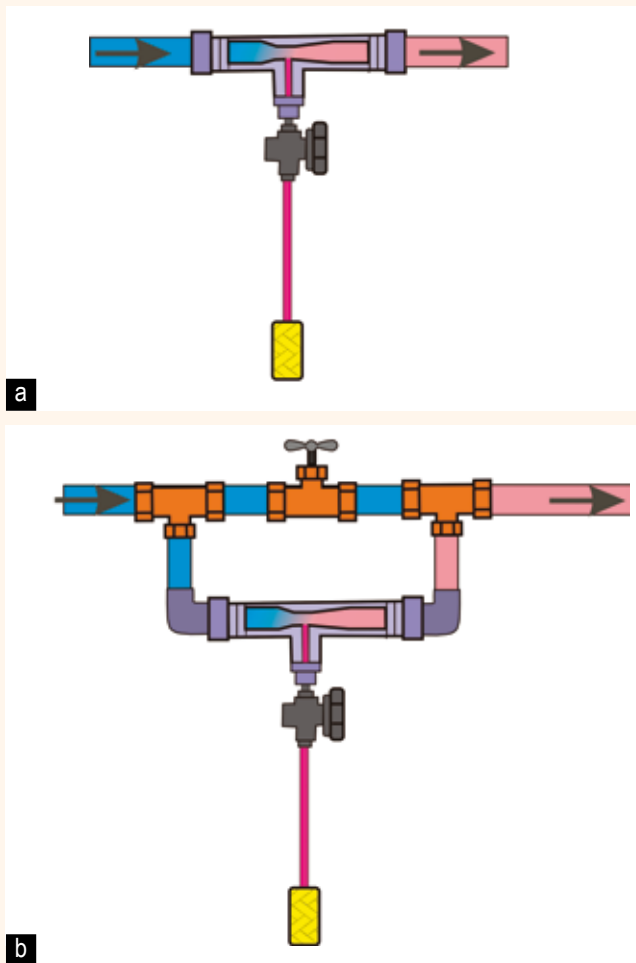


Fot. 2. Inżektor wraz ze smokiem i przewodem ssawnym oraz restryktorami (elementy w woreczku foliowym)

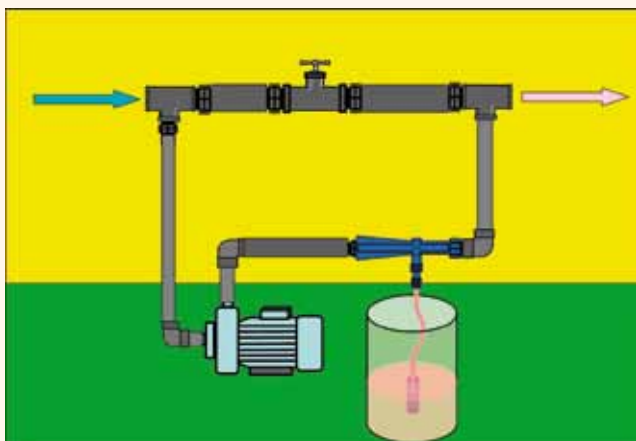
problemu przy inżektorach zamontowanych bocznikowo. Odpowiednie zdławienie zaworu na magistrali powoduje przepływ tylko części wody przez inżektor, dzięki czemu nie ma tu aż tak dużych strat ciśnienia. W niektórych przypadkach może się okazać, że ciśnienie dostarczanej wody jest zbyt małe (np. przy pobieraniu wody z sieci wodociągowej). Wówczas, by inżektor pracował poprawnie, konieczne jest zamontowanie dodatkowej pompy (rys. 3).

reklama

**Rys. 2.** Dozownik inżektorowy z zaworem regulującym ilość zasysanego nawozu: montowany w linię (a) i bocznikowo (b)



**Rys. 3.** Inżektor wraz z pompą wspomagającą (tzw. *booster pump*)



Liczba jednocześnie pracujących inżektorów uzależniona jest od liczby zbiorników z nawozami, które są jednocześnie podawane. Zazwyczaj wystarczające jest użycie 1–3 inżektorów, z których każdy pobiera skoncentrowaną pożywkę z oddzielnego zbiornika (pożywka A, B i kwas). Inżektory są stosowane nie tylko w małych gospodarstwach ogrodniczych. Używa się ich również w dużych gospodarstwach jako dozowników montowanych dodatkowo (fot. 3 na str. 28) na poszczególnych kwaterach ►



Fot. 3. Inżektor zamontowany indywidualnie na sekcji nawodnieniowej

◀ uprawowych. Służą tam do dodatkowego indywidualnego podawania nawozów, środków ochrony lub traktowania instalacji kwasem.

## Dozowniki

Inną grupą dozowników często stosowanych w uprawach pod osłonami są tzw. pompy proporcjonalnego dozowania (fot. 4). Dzięki nim do wody dodawana jest ściśle określona ilość roztworu nawozowego. Jest to bardzo wygodne rozwiązanie i pozwala na płynną zmianę stężenia roztworu, nawet w czasie pracy dozownika. Dozowniki tego typu mają bardzo niskie hydrauliczne opory wewnętrzne (mała strata ciśnienia). Prawidłowo pracują w szerokim zakresie przepływu wody. W zależności od wymaganego przepły-



Fot. 4. Pompa proporcjonalnego dozowania MixRite



a



b

Fot. 5 a i b. Dozowniki proporcjonalnego mieszania dozujące dwa nawozy jednocześnie

wu, podobnie jak inżektory, można je montować bezpośrednio w linię lub bocznikowo.

Większość rodzajów dozowników umożliwia dozowanie jednocześnie tylko jednego roztworu nawozów. Na rynku jednak są także urządzenia, za których pomocą można dozować dwie pożywki jednocześnie (fot. 5).

Nawozy można podawać do instalacji nawodnieniowej także za pomocą elektrycznych pomp dozujących o regulowanej intensywności podawania pożywki (fot. 6). Charakteryzują się one stosunkowo wysoką precyzją. Zasilane są energią elektryczną, więc nie redukują ciśnienia wody w instalacji. Bardzo ważna jest ich trwałość i niezawodność. Warto przy takim systemie pomyśleć o awaryjnym źródle zasilania, tak by można było podawać roślinom pożywkę w przypadku awarii instalacji elektrycznej czy przerwy w dostawie prądu.

## Miksery nawozowe

Najbardziej zaawansowaną technicznie grupą są skomputeryzowane dozowniki, tzw. miksery. Urządzenia te umożliwiają przygotowanie ściśle określonej pożywki o zadanym odczynie i zasoleniu – wyposażone są w pojedyncze lub podwójne sondy EC i pH. W pierwszych tego typu urządzeniach, jakie kilka lat temu pojawiły się na rynku, elementami dozującymi roztwór nawozowy były pompki elek-

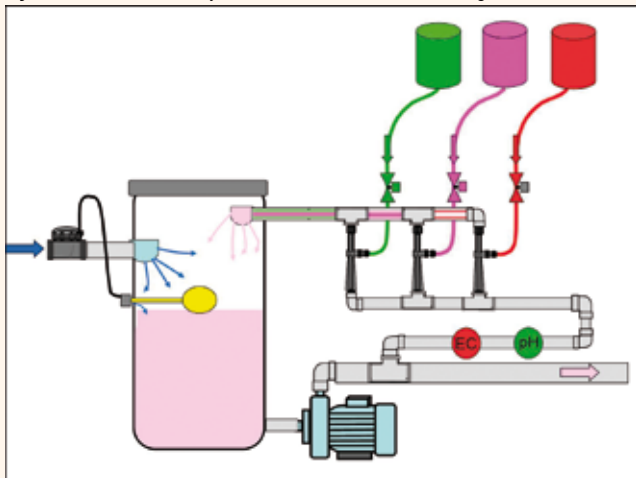


Fot. 6. Przykład instalacji z elektryczną pompą dozującą

tryczne. Obecnie większość mikserów nawozowych wyposażona jest w inżektory. Na rysunku 4 przedstawiono schemat działania miksera nawozowego wyposażonego w inżektory. Część wody dostarczanej do instalacji nawodnieniowej przepływa bocznikiem z powrotem do zbiornika mieszającego. Woda ta przepływając przez inżektory zasysa stężoną pożywkę z poszczególnych zbiorników oraz kwas. W zależności od zmierzonych parametrów EC i pH, komputer steruje pracą małych elektrozaworów umieszczonych na przewodach ssawnych prowadzących od poszczególnych zbiorników, otwierając je lub zamykając w określonej proporcji i niezbędnej częstotliwości. Instalacja powinna być dodatkowo wyposażona w wodomierz, dzięki czemu komputer sterujący pracą miksera może utrzymywać zadaną proporcję dozowania nawozów i wody kontrolując określone parametry EC.

Woda wraz z nawozami mieszana jest w zbiorniku miksera (fot. 7a na str. 30) lub specjalnej komorze mieszania (fot. 7b). Oba systemy są porównywalne, jeśli chodzi o dokładność przygotowania pożywki. ►

Rys. 4. Schemat budowy i działania miksera nawozowego





Fot. 7. Mikser nawozowy ze zbiornikiem mieszającym (a), z komorą mieszania (b)

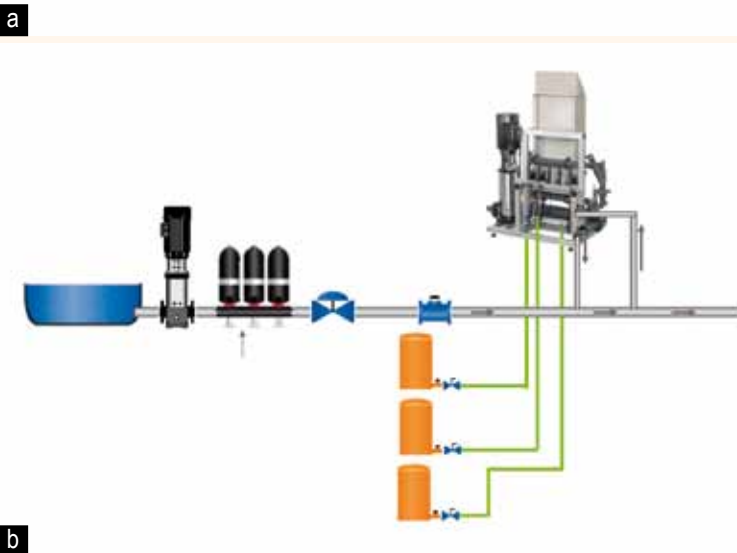
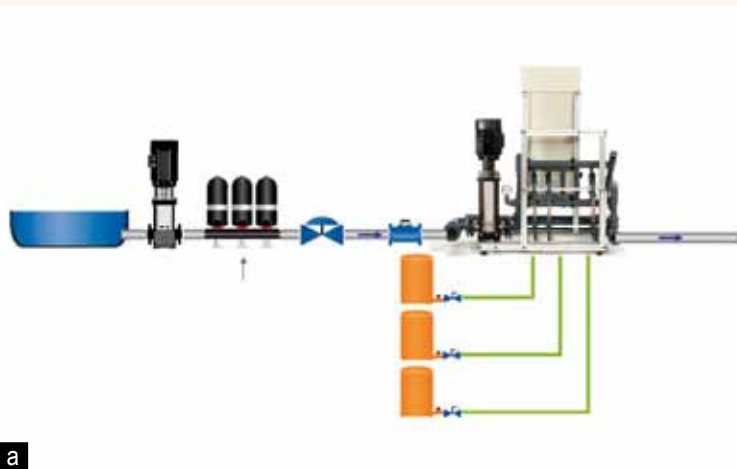
◀ W zależności od typu dozownika, istnieje możliwość przygotowania pożywki z dwu lub więcej zbiorników nawozowych i kwasu, przy odpowiednio dobranej proporcji pomiędzy nimi. Zaawansowane technologicznie dozowniki pozwalają na dowolne wybieranie różnych źródeł wody i wstępne jej mieszanie według wcześniej określonego EC. Nowoczesne dozowniki mają bardzo rozbudowane programy sterujące, które nie tylko pozwalają na przygotowanie pożywki nawozowej, ale także zarządzają nawad-

nianiem, zamglawianiem (w zależności od temperatury lub wilgotności powietrza), kontrolują płukanie filtrów i wstępne podgrzewanie wody wykorzystywanej do fertygacji. Obecnie standardowym wyposażeniem mikserów stosowanych pod osłonami są tzw. sonda światła i oprogramowanie pozwalające na ustalenie progu nawadniania na podstawie ilości energii słonecznej docierającej do roślin. Mikser może także zmienić EC pożywki, w zależności od intensywności nasłonecznienia. Do tego typu dozowników można dodatkowo podłączyć miernik przepływu wody i nawozów. Wyposażone są także w dodatkowe kanały wejściowe, pozwalające na zastosowanie zewnętrznych czujników startowych (np. mata startowa), które dają sygnał do uruchomienia kolejnego cyklu nawodnieniowego. Systemy dozujące mają często połączenie z systemem alarmowym, dzięki czemu w razie awarii uruchamia się sygnał świetlny lub dźwiękowy. Niektóre miksery można podłączyć do komputera osobistego, dzięki czemu uzyskujemy np. dodatkowe opcje programowe i graficzne.

Miksery nawozowe mogą pracować samodzielnie lub są elementami systemów nawodnieniowych, zarządzanych przez komputery klimatyczne.

Tak jak inne dozowniki, miksery można montować w linię lub bocznikowo (rys. 5). Sposób podłączenia za-

Rys. 5. Dozownik montowany w linię (a) bocznikowo (b) rys. 1-5. W. Treder





Fot. 8. Dozownik pobierający 13 różnych roztworów nawozowych

leżny jest od zaleceń producenta, ale także od wielkości przepływu wody w instalacji. Montaż bocznikowy stosuje się przede wszystkim w instalacjach o większym przepływie. Dla bezpieczeństwa prowadzonej uprawy, nawet gdy dozownik podłączony jest w linię, należy zrobić obejście bocznikowe, aby można było nawadniać rośliny w trakcie nieprzewidzianych awarii dozownika.

W dużych gospodarstwach, w których uprawia się wiele gatunków, bardzo często montuje się systemy zaprojektowane dla określonych potrzeb. Dozowniki takie zazwyczaj składają się z takich samych elementów, w jakie wyposażone są mniejsze miksery, różnią się jedynie wielkością przepływu wody i stopniem skomplikowania (np. ilością pobieranych roztworów nawozowych, fot. 8).

## Precyzyjne sterowanie

Następny krok w rozwoju systemów przygotowania pożywki to już nie tylko pomiar EC i pH, ale monitorowanie rzeczywistego składu chemicznego pożywki. Już dzisiaj testowane są miksery nawozowe, których pracą steruje komputer, na podstawie pomiarów stężenia poszczególnych jonów, mierzonych za pomocą sond jonoselektywnych. Są to takie same sondy, jakie w laboratoriach wykorzystuje się do prowadzenia pomiarów koncentracji poszczególnych jonów w roztworach wodnych. Tego typu systemy wymagają jeszcze rozwiązania kilku problemów technicznych, np. uproszczenia kalibracji sond oraz przede wszystkim przedłużenia ich żywotności i obniżenia ceny. Jeżeli rozwój technologiczny będzie postępował równie szybko, jak w ostatnich kilku latach, już niedługo przy użyciu dozowników można będzie przygotować pożywkę nie tylko o zadanym EC i pH, ale również zaprogramować docelowe stężenia głównych makroelementów. ■