

ZAKWASZANIE WODY STOSOWANEJ W UPRAWIE BORÓWKI WYSOKIEJ

Do prawidłowego wzrostu i rozwoju borówka wymaga wysokiej wilgotności gleby. W okresie wegetacji borówka zużywa duże ilości wody i nawet krótkotrwała susza może wpłynąć na jej słabszy wzrost i plonowanie. Na stanowiskach o wysokim poziomie wód gruntowych, gdzie podsiąkająca woda podnosi wilgotność gleby, krótkotrwałe okresy bez opadów nie mają istotnego wpływu na plonowanie roślin. Niestety takich stanowisk jest u nas niewiele i latem większość nie nawadnianych plantacji cierpi z powodu niedoboru opadów. Susza jest szczególnie niebezpieczna dla plantacji posadzonych na glebach lekkich, słabo próchnicznych, o małej pojemności wodnej. W lata suche na takich stanowiskach może dochodzić nawet do zasychania całych krzewów (Rejman i Pliszka, 1981). Doświadczenia polowe wykazują dużą efektywność nawadniania borówki wysokiej (tab. 1), (Gruca i Stojek, 1996). Krzewy nawadniane silnie rosną i intensywnie kwitną. Doświadczenia polowe wykazały, iż nawadnianie wpłynęło istotnie na wzrost plonu jagód nie tylko w roku jego stosowania, ale również w latach przekrotnych, gdy zabiegu takiego nie stosowano.

Tabela 1. Efektywność nawadniania borówki wysokiej odmiany Bluecrop. (Gruca i Stojek, 1996)

Kombinacja	Suma plonu 1986-1995 [kg/krzew]	Średni plon 1986-1995 [kg/krzew]	Średni przyrost plonu (1986-1995) [kg/krzew]	Plon w %
Kontrola	15.70	1.57	-----	100
Nawadnianie	43.86	4.39	2.82	279

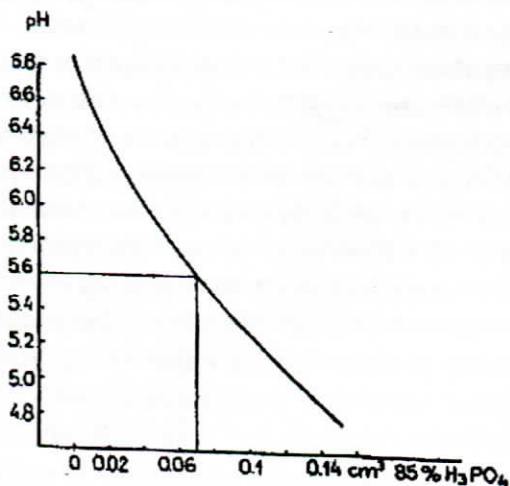
Krzewy posadzono w rozstawie 2 x 1.5 m (3333 szt./ha)

Do nawadniania plantacji borówki można zastosować nawadnianie kropłowe lub minizraszanie. Wybór konkretnego systemu nawodnieniowego zależy od możliwości technicznych i finansowych gospodarstwa. Częstym błędem w stosowaniu nawadniania kropłowego jest podawanie zbyt małych dawek wody. Użytkownicy systemów kropłowych muszą pamiętać, że roślinom do wydania wysokiego

plonu niezbędna jest określona ilość wody, niezależnie od rodzaju zastosowanego systemu nawodnieniowego. Oszczędności powstałe w przypadku użytkowania systemów kroplowych biorą się przede wszystkim z ograniczenia parowania w międzyrzędziach, gdzie woda nie jest podawana.

Stosując nawadnianie musimy pamiętać o jakości podawanej wody. Skład chemiczny wody ma niewątpliwie wpływ na zmiany właściwości fizyko-chemicznych gleby. Nawadnianie może być powodem zmian zawartości składników mineralnych w glebie, ale może także wpływać na znaczne zmiany pH gleby. Prawidłowy odczyn gleby ma duże znaczenie przy uprawie wielu gatunków roślin, ale szczególnie ważny jest przy uprawie borówki wysokiej, która wymaga gleb kwaśnych. Stosowanie twardej wody o dużej zawartości Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- powoduje podniesienie pH w zwilżanej strefie gleby. Już w latach czterdziestych naszego wieku Amerykanie donosili o znacznym obniżeniu plonowania borówki brusznicy przy nawadnianiu alkaliczną wodą (Franklin i Stevens, 1996). Także krajowe badania nad zmianami pH gleby pod wpływem nawadniania kroplowego (Treder i inni, 1995) wykazują wyraźną alkalizację gleby przy nawadnianiu wodą o wysokim pH. Przed przystąpieniem do nawadniania należy więc wykonać analizę wody. Skład chemiczny wody ma nie tylko wpływ na późniejszy wzrost roślin, ale wpływa także na jakość pracy instalacji nawodnieniowej. Zawartość w wodzie jonów Fe^{++} ($\geq 1 \text{ mg/l}$) jest powodem zapychania się kroplowników. Przy nawadnianiu borówki wysokiej interesuje nas przede wszystkim twardość i pH wody. O twardości wody decydują zawarte w niej jony Ca^{++} i Mg^{++} . W wodzie wapń i magnez występują zazwyczaj w postaci węglanów, dlatego twarda woda zawiera zazwyczaj dużą ilość jonów HCO_3^- . Kwasowość wody zależy od stężenia w roztworze jonów H^+ i QH^- . Jeżeli w roztworze ilość jonów H^+ przeważa nad jonami OH^- , wówczas ma on odczyn kwaśny, gdy jest odwrotnie odczyn wody jest zasadowy. Podwyższenie odczynu pH (alkalizację wody) powoduje wychwytywanie przez jony HCO_3^- decydujących o kwasowości jonów H^+ . $(\text{HCO}_3^- + \text{H}^+) = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$. Tak więc twarda woda ma zazwyczaj wysokie pH. Twardość wody oznacza się w tzw. stopniach niemieckich ($^\circ\text{dH}$), $1^\circ\text{dH} = 7.1 \text{ mg/l Ca}$, $1^\circ\text{dH} = 10.7 \text{ mg/l Mg}$. Woda o wysokiej twardości jest powodem nie tylko podwyższania się pH gleby, ale ma ona także wpływ na zatykanie się kroplowników. Przyjmuje się, że woda o zawartości wapnia ponad 100 mg/l i magnezu ponad 40 mg/l bez uzdatniania nie nadaje się instalacji kroplowych. Niezbędne analizy wody przed przystąpieniem do wyboru systemu nawodnieniowego powinny zawierać dane dotyczące pH, twardości wody oraz zawartości w niej Fe^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} i HCO_3^- . Plantatorzy borówki mający wodę o wysokim pH powinni przed nawadnianiem obniżyć jej odczyn. Po dodaniu kwasu w roztworze pojawi się nadmiar jonów wodorowych wpływając na obniżenie się odczynu roztworu. W praktyce do zakwaszania wody stosujemy kwasy fosforowy lub azotowy. Niezbędna ilość kwasu zależy od jakości wody (należy pamiętać, że przy stosowaniu fertygacji możemy

stosować nawozy, które także zakwaszają wodę). Ilość kwasu potrzebną do doprowadzenia wody lub roztworu nawozowego do wymaganego pH (ok. 5), można ustalić przez wykreślenie krzywej zakwaszenia (Owczarek i Oświecimski, 1990). Polega to na pomiarach pH przy dodawaniu wzrastających ilości kwasu do określonej ilości roztworu. Dane dotyczące ilości kwasu i zmian pH nanosimy na wykres, z którego można odczytać potrzebną ilość kwasu niezbędną do otrzymania odpowiedniego pH (rys.1).



Rys. 1. Krzywa zakwaszenia wody kwasem ortofosforowym (Owczarek i Oświecimski, 1990)

Na przykład dla doprowadzenia do pH 5.6 należy podać 0.07cm³ 85% kwasu ortofosforowego na 1 litr wody (70 ml kwasu/1000 l wody). W przypadku kiedy znamy stężenie jonów HCO₃⁻ w wodzie, możliwe jest także przybliżone określenie ilości kwasu do neutralizacji tych jonów na podstawie prostych obliczeń (w reakcje wchodzi równoważne ilości molowe obydwu substancji). Odczyn zależy także od innych składników rozpuszczonych w wodzie (dodanych nawozów), dlatego nie można idealnie określić ilości potrzebnego kwasu i dla pewności należy sprawdzić prawidłowość obliczeń przez pomiar odczynu przygotowanego roztworu.

Obliczenie ilości kwasu azotowego niezbędnej do wprowadzenia

równowagi pomiędzy jonami HCO₃⁻ i H⁺ (Strojny, 1996):

$$k = w \times 63 : 0.65 : 1.4$$

k - ilość kwasu w ml (65 % HNO₃) na 1000 l wody

w - stężenie jonów HCO₃⁻ w wodzie [mmol/l], (obliczenie mmol/l polega na podzieleniu ilości wyrażonej w mg/l przez 61)

65 - stężenie procentowe kwasu (65%)

63 - masa cząsteczkowa kwasu azotowego

1,4 - gęstość kwasu

Po uproszczeniu otrzymujemy wzór $k = w \times 69$

Trzeba także pamiętać o zakwaszających właściwościach niektórych nawozów (siarczan amonu, potasu i magnezu, mocznik) przy ich stosowaniu w wielu przypadkach nie ma konieczności dodatkowego zakwaszania wody. Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach opracował także specjalny, zakwa-

szający glebę nawóz (Insol pH N - 3.4%, P_2O_5 - 3.8% i K_2O 4.1%). Zalecane stężenie cieczy roboczej wynosi od 0.2 do 0.3%, zależnie od twardości wody i zamierzonego efektu zakwaszającego (dane producenta). W przypadku, kiedy zakładamy stosowanie fertygacji, możemy pozostawić w roztworze pewną ilość wolnych jonów HCO_3^- . W praktyce można przyjąć pozostawienie w roztworze 0.7 mmol/l (43 mg/l) wolnych jonów węglanowych. W takim przypadku wzór do obliczenia ilości kwasu będzie miał postać $k = (w - 0.7) \times 69$.

Taka sama formuła służy do obliczania ilości kwasu fosforowego:

$$k = w \times 98 : 0.85 : 1.75$$

k - ilość kwasu w ml (85 % H_3PO_4) na 1000 l wody

w - stężenie jonów HCO_3^- w wodzie [mmol/l], (obliczenie mmol/l polega na podzieleniu ilości wyrażonej w mg/l przez 61)

98 - masa cząsteczkowa kwasu fosforowego

0.85 - stężenie procentowe kwasu (85%)

1,7 - gęstość kwasu

Po uproszczeniu otrzymujemy wzór $k = w \times 68$ lub $k = (w - 0.7) \times 68$

Zakwaszanie wody kwasem azotowym lub fosforowym powoduje wprowadzenie do roztworu dodatkowych ilości azotu i fosforu, które powinny być brane pod uwagę w programie nawożeniowym (1 litr 85% kwasu fosforowego zawiera 450 g P, a 1 litr 65% kwasu azotowego zawiera około 200 g N- NO_3).

Przykład:

woda zawiera 89 mg/l ($88 : 61 = 1.46$ mmol/l) HCO_3^-

$$k_{\text{(zakwaszamy kwasem azotowym)}} = 1.46 \times 69$$

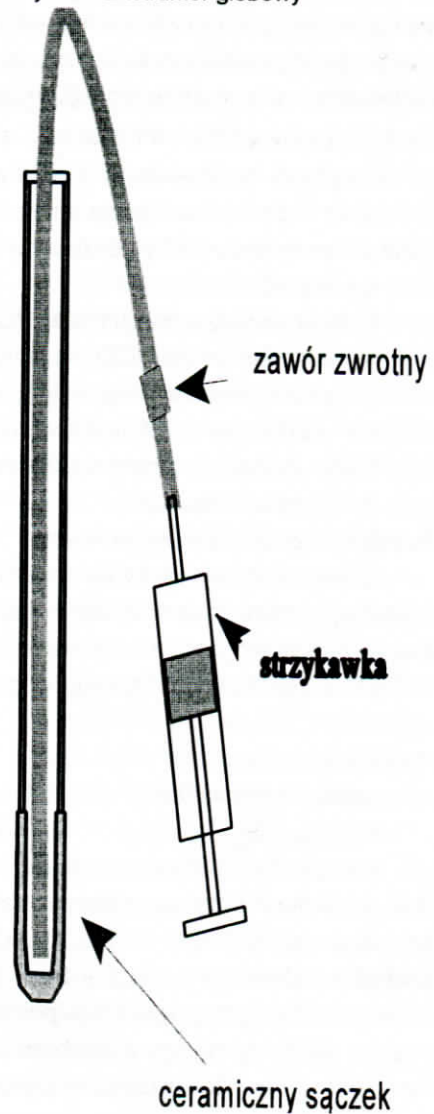
$k = 100.7$ ml 65% kwasu azotowego na każde 1000 l wody

Gdy w suchym sezonie podamy przykładowo 100 mm zakwaszonej kwasem azotowym wody ($1000 \text{ m}^3/\text{ha}$) to jednocześnie wprowadzimy do gleby **20 kg azotu/ha**. Dawkę tę musimy brać pod uwagę w programie nawożeniowym, szczególnie kiedy doświadczenia połowe wykazały, iż efektywność fertygacji jest wyższa niż tradycyjnego nawożenia. Kwas azotowy można mieszać z fosforowym, przez co zakwaszając wodę można jednocześnie nawozić azotem i fosforem.

Nawadnianie z nawożeniem (nawozami zakwaszającymi) może także wpłynąć na znaczne obniżenie pH podłoża. Prace badawcze nad fertygacją mocznikiem w sadach jabłoniowych wykazują znaczne obniżenie pH gleby w pobliżu kroploznika (Belton i Goh, 1992; Neilsen i inni, 1993). Mocznik jest nawozem fizjologicznie kwaśnym, w glebie pod wpływem enzymu ureazy następuje hydroliza mocznika do formy węglanowej $CO(NH_2)_2 + 2H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3$. Z węglanu amonowego azot przechodzi w zakwaszającą glebę formę amonową. Dlatego fertygacja mocznikiem może mieć duże znaczenie przy uprawie borówki. Fertygacja daje możliwości podania określonej dawki nawozu bezpośrednio

w pobliże najbardziej aktywnej strefy systemu korzeniowego. Pozwala to na kontrolę pH i zawartości składników mineralnych w glebie. Z uwagi na to, iż gleby mają różne zdolności buforowe, konieczne jest częste kontrolowanie pH i zawartości składników mineralnych w glebie. Można to robić przy pomocy analiz tradycyjnych, ale istnieje także prosty sposób pobierania do analiz przesączu glebowego, którego analizę można wykonać na miejscu w gospodarstwie. Przesącz glebowy można pobrać przy pomocy ekstraktora glebowego (rys. 2). Ekstraktor zbudowany jest z plastikowej rurki, na końcu której umieszczony jest ceramiczny sączek. Wewnątrz rurki znajduje się cienki przewód biegnący od wnętrza ceramicznego sączka aż na zewnątrz ekstraktora. Na końcu przewodu umieszczona jest strzykawka. Dodatkowo na przewodzie zamontowany jest zacisk (lub zawór zwrotny). Pobranie przesączu polega na umieszczeniu sączka w glebie i wywołaniu w nim podciśnienia przy pomocy strzykawki. Panujące wewnątrz ekstraktora podciśnienie powoduje odessanie do jego wnętrza roztworu wody glebowej. Przy pomocy tej samej strzykawki przesącz może być pobrany na zewnątrz ekstraktora. Pobrany w ten sposób przesącz jest niczym innym jak roztworem wody glebowej z rozpuszczonymi w niej makro i mikroelementami. Pomiary pH, EC (przewodności elektrycznej) i zawartości najważniejszych jonów można wykonać bezpośrednio na plantacji. Pomiary pH i EC można zrobić przy pomocy kieszonkowego pH-metru i konduktometru, a ocenę zawartości podstawowych makroelementów można oznaczyć przenośnym fotometrem lub określić papierkami wskaźnikowymi.

Rys. 2. Ekstraktor glebowy



Aby możliwe było zakwaszanie wody przy nawadnianiu borówki wysokiej, instalacja nawodnieniowa powinna być wyposażona w dozownik nawozów.

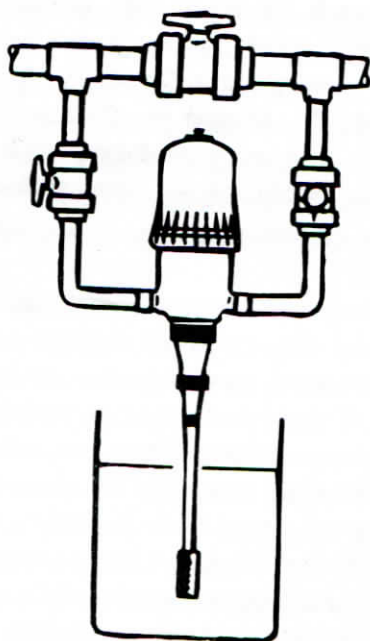
Najczęściej do tego celu stosuje się inżektory lub pompy proporcjonalnego mieszania.

Inżektor jest wykonany z tworzywa sztucznego zwężką Venturiego mającą za zadanie wtłoczyć do instalacji określoną ilość roztworu nawozowego. Dozownik ten jest dodatkowo wyposażony w smok ssawny, zawór zwrotny i tzw. restryktor, który określa wielkość ssania (l/h). Na rynku występuje kilka modeli inżektorów, najczęściej spotykane mają przyłącze 3/4" i maksymalne ssanie do 120 l/h. Inżektor podczas pracy nie wymaga żadnego dodatkowego zasilania, ale powoduje znaczną redukcję ciśnienia w instalacji (nawet do 60 %). Na



Rys.3. Inżektor

objektach, które nie mogą uzyskać dostatecznego ciśnienia do prawidłowej pracy inżektora niezbędna jest dodatkowa pompa. Przy stosowaniu inżektora należy także pamiętać, iż podaje on określoną ilość roztworu nawozowego w jednostce czasu, niezależnie od wielkości wypływu wody na kwaterę. Jeśli wypływy wody są różne na poszczególnych kwaterach, to dla utrzymania tej samej proporcji wody do nawozu, konieczne jest ponowne ustawienie wielkości ssania inżektora. Może to być kłopotliwe, w chwili gdy mamy wiele kwater lub chcemy zastosować automatykę. Dozownikiem, który przygotowuje zadaną proporcję wody i nawozu jest pompa proporcjonalnego mieszania (rys. 4). Dozownik tego typu tylko nieznacznie dławí ciśnienie wody w instalacji. Przy doborze tego rodzaju dozownika należy pamiętać, że ma on pewne ograniczenia polegające m.in. na ściśle określonym minimalnym i maksymalnym przepływie wody.



Rys.4. Dozownik proporcjonalnego mieszania

Dlatego przed zakupem dozownika należy sprawdzić wypływy wody z instalacji i zależnie od ich wielkości dobrać typ dozownika.

Instalacja nawodnieniowa, przy pomocy której prowadzimy nawadnianie musi równomiernie rozprowadzać wodę po całej plantacji. Nierównomierne nawadnianie spowoduje dużą nierównomierność nawożenia, co niewątpliwie odbije się na wzroście roślin.

Literatura

- Belton P.R., Goh K.M. 1992. Effects of urea fertigation of apple trees on soil pH, exchangeable cations and extractable manganese in sandy loam soil in New Zealand. *Fertilizer Research* 33:239-247.
- Gruca Z., Stojek B. 1996. Wpływ nawadniania i zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie borówki wysokiej odmiany Bluecrop.
- Franklin H.J., Stevens N. 1996. Weather and water as factors in cranberry production. *Massachusetts Agr. Exp. Stat. Bull.* 433: 37-42.
- Neilsen G.H., Parchomchuk P., Hogue E.J., Wolk W.D., Lau O.L. 1993. Response of apple trees to fertigation - induced soil acidification. *Canadian Journal of Plant Science* 74: 347-351.
- Owczarek M., Oświecimski W. 1990. Uprawa pomidorów szklarniowych w warze mineralnej. *Instytut Warzywnictwa* (5).
- Rejman A., Pliszka K. 1981. Borówka wysoka. PWRiL, Warszawa.
- Strojny Z. 1996. Jak uwzględnić twardość wody w nawożeniu roślin pod osłonami. *Hasło Ogrodnicze* 9: 51-52.
- Treder W., Morgaś H., Olszewski T. 1995. Zmiany zasobności gleby pod wpływem nawadniania kropłowego. *Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej*. AR Lublin, 803-805.