

# O tym co pijemy, a co niekoniecznie służy naszym roślinom

About what we drink and what not necessarily suits our plants

**Piotr Modrakowski**

**Streszczenie:** Piotr Modrakowski pisze o wodzie do podlewania kaktusów.

**Summary:** Piotr Modrakowski talks about water for cacti and succulents

Każdy hodowca roślin jest świadom tego, że w przyrodzie w zasadzie nie występuje chemicznie czysta woda - H<sub>2</sub>O. Zawsze zawiera ona jakieś rozpuszczone pierwiastki czy związki chemiczne. W przyrodzie woda krąży w zamkniętym obiegu, którego siłami „napędowymi” są energia słoneczna i ciężenie ziemskie, a składowymi są opady atmosferyczne, odpływ i parowanie.

Pierwszym etapem jest tworzenie się mgły z pary wodnej, nasycającej atmosferę. Już w tym stanie w wodzie rozpuszczają się gazy znajdujące się w powietrzu. Rodzaje tych gazów i stopień nasycenia nimi wody zależy od miejsca i warunków jej opadania, np w rejonach przemysłowych prócz tlenu, azotu i dwutlenku węgla woda deszczowa może zawierać dwutlenek siarki i tlenki azotu, które powstają przy spalaniu węgla.

Po opadnięciu wody na powierzchnię zaczyna się właściwy proces rozpuszczania w niej ciał stałych, połączony z przebiegiem reakcji chemicznych zachodzących pomiędzy ciałami już w niej rozpuszczonymi, a pokładami przez które woda się przesącza. Ilość i rodzaj substancji mineralnych rozpuszczonych w wodzie może być różny, zależnie od rodzaju „filtrujących” ją pokładów geologicznych. Mówimy wówczas o zanieczyszczeniu wody. Zanieczyszczenia te mogą być pochodzenia mineralnego i organicznego, mogą mieć postać zawiesin, koloidów lub roztworów. Związki organiczne dostają się do wody podczas jej przepływania przez tereny osiedli ludzkich oraz przesączenie przez warstwy urodzajnej gleby. Związki te w wodzie mają najczęściej postać zawiesin i koloidów.

Odczyn pH wody nasączającej glebę obniża się na skutek obecności kwasów. Kwasy te powstają w wyniku procesów życiowych różnych organizmów bytujących w glebie, a zwłaszcza podczas oddychania, w czasie którego, wydzielane jest CO<sub>2</sub> oraz na skutek wydzielania kwasów przez korzenie roślin. Z drugiej jednak strony odczyn pH tej wody może się podnieść w wyniku reakcji z zawartymi w glebie minerałami.

Minerałem, który szczególnie łatwo rozpuszcza się w wodzie jest węglan wapnia, stanowiący zwykle główny składnik skał wapiennych. Natomiast z pokładów gipsu (CaSO<sub>4</sub>) i dolomitu do wody przedostają się wapń i magnez. Wraz z przenikaniem wody w głębsze warstwy ziemi zmniejsza się w niej zawartość tlenu i substancji organicznych, natomiast wzrasta ilość CO<sub>2</sub> w stanie wolnym lub związanym. W tym momencie kłaniają nam się ulubione regułki z podstaw chemii.

Every plant grower is aware that there is no chemically pure water in nature as a rule. It always has some elements or chemical compounds. In nature, water always is in closed circulation, the propulsive forces of which are: solar energy and gravity, and its constituent factors are: precipitation, outflowing, and evaporation.

The first stage is forming the fog from water vapour present in the atmosphere. It is this stage when gases present in the air are solved in water. Types of these gases, and extent of their saturation in water, depend on a particular area and conditions of precipitation. For example, in industrial regions, apart from oxygen, nitrogen and carbon dioxide, rain water may contain sulphur dioxide and nitrogen oxides, forming during coal burning.

After the water falls down over the ground, there begins the main process of solving solid components, coupled with chemical reactions going between components already solved and layers the water trickles through. The amount and sorts of mineral substances may vary according to types of filtering geological layers. We speak then of water pollution. These pollutions may be of mineral or organic origin, may be in a form of suspension, koloid or solution. The organic compounds get at the water during its flowing through people's habitats and during its penetrating through rich layers of soil. These compounds solved in water are mostly in form of suspensions or koloids.

The pH value of water being absorbed by soil, reduces as a result of the presence of acids. These acids are produced in life processes of various organisms living in soil, especially during respiration where CO<sub>2</sub> is released, and as a result of secreting acids from roots of plants. But on the other hand, the pH value of such water may increase as a result of reactions with the minerals present in soil.

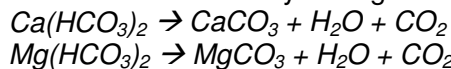
A mineral particularly easily soluble in water is calcium carbonate, usually making the main ingredient of calcareous rocks, while from gypsum (CaSO<sub>4</sub>) and dolomite layers, calcium and magnesium penetrate water. Together with water coming down into deeper layers of soil, the content of oxygen and organic compounds in there is reducing, while the CO<sub>2</sub> amount, as in free state as in compounds, is increasing.

At this point, our old basic chemical formulas are now coming back to our minds.

**Twardość wody** powodują rozpuszczone w niej sole wapnia, magnezu i metali wielowartościowych. Rozróżnia się następujące rodzaje twardości wody

- twardość węglanowa ( $T_w$ )
- twardość niewęglanowa zwana stałą ( $T_s$ )
- twardość ogólna lub całkowita ( $T_o$ )

**Twardość węglanowa** ( $T_w$ ) zwana też przemijającą spowodowana jest obecnością kwaśnych węglanów wapnia i magnezu. Twardość tę można usunąć przez zagotowanie wody:



**Twardość niewęglanowa** ( $T_s$ ) jest wynikiem obecności w wodzie chlorków, azotanów, siarczanów, krzemianów i innych rozpuszczalnych soli wapnia i magnezu.

**Twardość ogólna** ( $T_o$ ) jest sumą twardości węglanowej i niewęglanowej

$$(T_o) = (T_w) + (T_s)$$

Twardość wody wyraża się w następujących jednostkach;

- w stopniach twardości niemieckich ( $^{\circ}n$ ) i w stopniach francuskich ( $^{\circ}f$ ). Jeden stopień twardości niemiecki ( $^{\circ}n$ ) oznacza ilość jonów wapnia i magnezu równoważną zawartości 10 mg CaO w 1 dm<sup>3</sup> wody. Jeden stopień twardości francuski ( $^{\circ}f$ ) odpowiada ilości jonów wapnia i magnezu równoważnej zawartości 10 mg CaCO<sub>3</sub> w 1 dm<sup>3</sup> wody.
- Za pomocą miligramorównoważników wapnia i magnezu w 1000 cm<sup>3</sup> wody: mval/dm<sup>3</sup> lub val/m<sup>3</sup>

Twardość wód naturalnych, w zależności od ich pochodzenia, zawiera się w granicach od 8 do 30  $^{\circ}n$ . Dla kaktusów optymalna twardość wody to 4  $^{\circ}n$ .

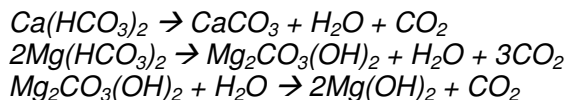
### Zmiękczenie wody

Zmiękczenie wody nazywamy procesy prowadzące do całkowitego lub częściowego usunięcia rozpuszczalnych soli wapnia, magnezu oraz niektórych innych metali. Rozróżniamy cztery podstawowe metody zmiękczenia wody:

- destylacja
- metody termiczne
- metody chemiczne
- metody fizykochemiczne

**Destylacja** daje pełne odmineralizowanie wody, jednak ze względu na wysokie koszty energii cieplnej rzadko znajduje zastosowanie.

**Metody termiczne.** Pod wpływem ogrzewania powyżej 37°C następuje termiczny rozpad kwaśnych węglanów wapnia i magnezu.



Metodą tą można usunąć wyłącznie twardość węglanową. Pozostaje jednak twardość resztkowa (ok. 2 $^{\circ}n$ ) wskutek częściowej rozpuszczalności wytrąconych węglanów wapnia i magnezu. Metoda ta nadaje się do wstępnego zmiękczenia wody przed stosowaniem innych metod.

**Metody chemiczne** polegają na wytrącaniu nierozpuszczalnych osadów lub na wiązaniu w związki kompleksowe jonów wapnia i magnezu. Ponieważ woda

**Hardness of water** is caused by the solved salts of calcium, magnesium and of other metals. The following sorts of water hardness may be distinguished:

- carbonate hardness (temporary hardness) ( $H_t$ )
- non-carbonate (permanent) hardness ( $H_p$ )
- general hardness ( $H_g$ )

**Temporary hardness** ( $H_t$ ), known also as **carbonate hardness**, is caused by the presence of calcium and magnesium hydrogen carbonates. It can be removed by boiling:

**Permanent (non-carbonate) hardness** ( $H_p$ ) is caused by the presence of chlorides, nitrates, sulphates, silicates, and other soluble calcium and magnesium salts.

**General hardness** ( $H_g$ ) is the total of temporary hardness and permanent hardness.

$$(H_g) = (H_t) + (H_p)$$

Hardness of water is measured in the following scales:

- German grades ( $^{\circ}n$ ) and French grades ( $^{\circ}f$ ) of hardness. One German grade ( $^{\circ}n$ ) stands for amount of calcium and magnesium ions equal to 10 mg CaO per 1 dm<sup>3</sup> of water. One French grade ( $^{\circ}n$ ) stands for amount of calcium and magnesium ions equal to 10 mg CaCO<sub>3</sub> per 1 dm<sup>3</sup> of water.
- Using gramequivalents of calcium and magnesium in 1000 cm<sup>3</sup> of water: mval/dm<sup>3</sup> or val/m<sup>3</sup>

Hardness of natural water, according to its origin, varies between 8 and 30  $^{\circ}n$ . The most favourable hardness for cacti is 4  $^{\circ}n$ .

### Softening of water

Softening of water are processes leading to complete or partial removal of solved magnesium, calcium, and other metals salts. For basic softening methods may be distinguished:

- distillation
- thermal methods
- chemical methods
- physical-chemical methods

**Distillation** leads to complete water demineralization, but considering the high cost of thermal energy, is rarely used.

**Thermal methods.** After heating water over 37°C, there follows thermal disintegration of hydrogen calcium and magnesium carbonates.

By this method, we are able to remove only temporary hardness. Additionally, the residual hardness remains (ca. 2 $^{\circ}n$ ), as a result of partial solvency of precipitated calcium and magnesium carbonates. This method is suitable for initial water softening, before using other methods.

Chemical methods consist in: precipitation of insoluble residues or in making complex compounds with calcium and magnesium ions. As tap water in

wyżej 10 °n (w miejscowości, w której mam swoją kolekcję poziom ten nawet wynosi 27 °n!), stanowi to już zagrożenie dla roślin. Najbardziej szkodliwy jest kwaśny węglan wapnia. Poprzez ustawiczne podlewanie wodą z jego wysoką zawartością, po pewnym czasie na skutek parowania wody w doniczce wzrasta stężenie związków wapnia i następuje ich wytrącanie w postaci nierozpuszczalnych węglanu i siarczanu. Powstający osad związków wapniowych oblepia system korzeniowy rośliny, uniemożliwiając jej pobieranie składników pokarmowych i podnosząc znacznie odczyn pH, który staje się zasadowy. W ten sposób możemy łatwo pozbyć się roślin szczególnie tych wrażliwych na związki wapnia.

Tyle teorii. Idealnym rozwiązaniem byłoby używanie wody deszczowej do podlewania naszych roślin oczywiście oprócz wody pochodzącej z opadów śniegu, którego kryształki zawierają wiele zanieczyszczeń pochodzenia smolistego. Nie każdy ma jednak możliwości „nałapania” sobie takiej wody, lub mieszka w rejonie silnie zanieczyszczonym. W tym wypadku jesteśmy zdani na używanie naszej „kranówki”.

Najpierw powinniśmy zmierzyć twardość wody wodociągowej. Najlepiej i najtaniej będzie do tego użyć wskaźników używanych w akwarystyce. Nie musimy badać twardości wody przed każdym podlewaniem gdyż jest to wartość raczej stała.

Najlepszym i pewnie najtańszym sposobem zmniejszenia twardości wody będzie użycie kwasu szczawiowego. Metodę tą stosuje wraz z kilkoma kolegami (jeden z nich nawet na skale kilku tysięcy litrów wody) więc jest to metoda sprawdzona i skuteczna. Zanim jednak zdradzę szczegółowe „alchemiczne” przepisy, pozwolę sobie znów na odrobinę teorii.

Kwas szczawiowy, zwany też kwasem etanodioowym, to najprostszy kwas dikarboksylowy, będący formalnie połączeniem dwóch grup karboksylowych. Ma wzór grupowy HOOC-COOH, a bywa też zapisywany jako (COOH)<sub>2</sub> lub H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Jest to białe, krystaliczne ciało stałe o temperaturze topnienia 189°C, rozpuszczalne w wodzie. Ogrzewanie kwasu szczawiowego powoduje jego dekarboksylację i przekształcenie w kwas mrówkowy: (COOH)<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + HCOOH. Kwas szczawiowy pod działaniem czynników utleniających rozkłada się do CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. Najważniejszą metodą otrzymywania kwasu szczawiowego polega na utlenianiu glikolu etylenowego. Kwas szczawiowy jest rozpowszechniony w przyrodzie, występuje w wielu roślinach (rabarbar, szpinak, szczaw) w postaci soli. Jest trujący, ponieważ usuwa z organizmu wapń w postaci trudno rozpuszczalnej soli wapniowej [powoduje też paraliż układu nerwowego – przyp. red.]. Ma on zastosowanie jako reduktor w analizie chemicznej. Jest używany w farbiarstwie oraz w proszkach do czyszczenia urządzeń sanitarnych. Rozpuszczalność kwasu szczawiowego w wodzie na 100 g: w 20°C - 9,5 g, w 90°C - 120 g. Można go nabyć w sklepach z odczynnikami chemicznymi. Do naszych potrzeb wystarczy kwas oznaczony jako „techniczny”, który jest najtańszy. Oznaczony jako „czysty” lub „chemicznie czysty” jest kilkakrotnie droższy.

Trzeba jeszcze raz zaznaczyć, że kwas szczawiowy jest **silna trucizną!!!**

Poland has hardness mostly above 10 °n (in the place where I keep my own collection, it is up to 27 °n!), so it poses a threat to plants. The most harmful is hydrogen calcium carbonate. By using water containing high amount of it, after a time, as a result of evaporation, the condensation of calcium compounds gets higher, and then they are precipitated in form of insoluble carbonate and sulphate. The deposit made of calcium compounds sticks to the root system of a plant thus making it impossible to take up food resources, and is increasing pH value which turns alkaline. That way, we can easily get rid of our plants, especially those oversensitive to calcium compounds.

That was a theory. An ideal way would be to use rain water, of course excluding water obtained from snow, the crystals of which contain many tarry pollutions. But not everyone is in a position of “catching” such sort of water, or he may just live in a badly polluted area. In such case, we are simply dependent on our tap water.

First we should take measure of tap water acidity. The best and cheapest method would be using indicators known from aquaristics. We don't need to take the measure every time as there is rather a fixed value.

The best and cheap way to decrease water hardness is using oxalic acid. This method, I use together with my friends (one of them even on a scale of several thousand litres), so it is an effective and reliable procedure. However, before I start to reveal detailed “al-chemical” formulas, again I will indulge in a bit of theory.

The oxalic acid, known also as ethanedioic acid, is the simplest dicarboxylic acid, formally consisting of two joint carboxylic groups. It's formula is HOOC-COOH, or (COOH)<sub>2</sub> or H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. It is a white crystal solid of melting point 189°C, soluble in water. When heated, it decarboxylates and decomposes to methanoic acid (COOH)<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + HCOOH. With oxydising agents it decomposes to CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. The chief method of obtaining oxalic acid lies in the oxidation of ethylene glycol. Oxalic acid commonly occurs in nature. It is found in many plants (rhubarb, spinach, sorrel) as salts. It is poisonous, because it removes calcium from human body in form of a hardly soluble calcium salt [it also causes paralysys of the nervous system – editor's note]. Oxalic acid is used as a reducing agent in chemical analysis, in dyeing industry, and in cleaning sanitary equipment. Its solubility in water: 9.5 g / 100 g H<sub>2</sub>O in 20°C and 120 g / 100 g H<sub>2</sub>O in 90°C. We can buy it in a chemistry shop. To supply our needs, the technical acid - the cheapest one, would be good enough. The one labeled as ‘pure’ or ‘chemically pure’ is several times as much expensive.

Once more we have to remember that oxalic acid is **highly poisonous!!!**

At last let's get to the practical side of the problem. To make the calculation of needed amount of the acid easy, let's ‘make’ its solution. To attain this, we dilute 45 g in 1 l of water, distilled if possible, but it may be also boiled water – the residue will precipitate and its proportional amount will decrease. 5 ml of such solution added to 10 l of water decreases in theory

Przejdźmy w końcu do strony praktycznej tego zagadnienia. Dla ułatwienia obliczenia potrzebnej ilości kwasu zrobimy jego roztwór. W tym celu rozpuszczamy 45 g kryształków kwasu w 1 l wody, najlepiej destylowanej, może być przegotowana - wytrąci się osad i jednocześnie zmniejszy się jego procentowa zawartość. 5 ml tego roztworu dodanego do 10 l wody obniża teoretycznie jej twardość o 1 °n - zależnie od stopnia twardości naszej wody – taki wskaźnik możemy orientacyjnie przyjąć. Musimy się jeszcze zaopatrzyć w wskaźniki pH. Możemy użyć wskaźników uniwersalnych lub stosowane w akwarystyce, w ostateczności może to być kwasomierz glebowy.

Zmiękczenie wody przeprowadzamy w następujący sposób: do 10 l wody wlewamy np. 5 ml roztworu kwasu szczawowego. Po wlaniu każdej porcji kwasu wodę mieszamy i czekamy na pojawienie się zmętnienia. Dolewamy roztwór dopóki dopóty woda przestanie nam mętnieć. Pomiedzy dodawaniem kolejnych porcji kwasu powinno upłynąć przynajmniej 6 godzin. Po przekroczeniu progu wytrącania się szkodliwych związków woda nie będzie już mętnieć. W tym momencie obliczamy ilość roztworu kwasu dodaną do wody. Od tej wartości odejmujemy 10% ilości roztworu - jest to bufor bezpieczeństwa, w razie niedokładności naszych pomiarów, zresztą pewna ilość związków wapnia jest roślinom też potrzebna. Dla potwierdzenia prawidłowego zmiękczenia wody badamy jeszcze jej twardość wskaźnikami używanymi np. w akwarystyce. Optymalny i bezpieczny poziom to 4 °n lub nieco więcej, w każdym bądź razie nie więcej niż 8 °n.

Po dodaniu już, konkretnej dla naszych potrzeb, ilości kwasu, musimy zawsze odczekać 24 godziny dla pełnego wytrącenia wszystkich związków. Czystą wodę z nad osadu zlewamy, lub używamy pojemnika np. beczki z kranikiem umieszczonym 5 cm nad dnem.

Niektórzy praktycy zalecają (nawet w literaturze) taką ilość kwasu szczawowego dodanego do stosowanej do podlewania wody, aby jednocześnie zakwasila ją dla optymalnego dla kaktusów i innych sukulentów poziomu ok. 6 pH. Ja nie mogę się przekonać do tej praktyki - wystarczy minimalna wiedza z zakresu chemii, żeby wiedzieć, że nawet minimalna ilość kwasu szczawowego jest szkodliwa dla wszystkich organizmów! Moim zdaniem ustawiczne stosowanie tego kwasu, również jako elementu zakwaszającego wodę musi skutkować w finale związaniem przez ten kwas wielu pożytecznych dla roślin związków chemicznych w niedostępne dla nich sole - szczawiany. Substrat zwyczajnie by się wyjałowil. Dlatego należy znać bezpieczny próg stosowania kwasu. Odtwardzona woda powinna mieć nadal kwasowość czystej wody, czyli pH 7 - to nam gwarantuje, że nie przesadziliśmy z ilością kwasu. Odpowiedni odczyn wody, czyli 5,5-6 pH, możemy w dalszym etapie uzdatniania uzyskać, dodając do wody kwas: siarkowy lub azotowy - najlepiej na wiosnę i kwas fosforowy w drugiej połowie lata - wpływa korzystnie na proces tworzenia pąków kwiatowych, budowę korzeni i tworzenie prawidłowych nasion. Ostatecznie możemy użyć kwasu cytrynowego lub octowego.

Nie możemy jednak przeceniać tego sposobu dodatkowego nawożenia roślin gdyż nagromadzenie w substracie, wokół bryły korzeniowej, tych związków (azotany,

its hardness by 1 °n according to a degree of our water hardness – such coefficient we may well assume. In addition, we have to provide ourselves with pH indicators. We may use litmus papers or indicators used in aquaristics. In the last resort, we may use a soil acidometer.

The softening of water, we carry out by the following scheme: we pour some 5 ml of oxalic acid solution into 10 l of water. After adding each portion of acid we mix it all and wait till it gets turbid. We add the solution till the water stops to produce turbidity. There should be at least 6-hour intervals between adding subsequent portions. After crossing the threshold of harmful compounds precipitation, the water will no longer grow turbid. And then we sum up the overall amount of the added acid. From this value, we detract 10%. It is a kind of safety buffer in case of low accuracy of our measurements, anyway, a small amount of calcium compounds is beneficial for plants. To confirm that the process was carried out properly, we examine its hardness by indicators used in aquaristics. The optimum and safe level is 4 °n or a little more, but in no case higher than 8 °n.

After adding particular, according to our needs, amount of acid, we have to wait 24 hours for complete precipitation of all compounds. The pure water, we decant or we use some container, a barrel with its tap 5 cm above the bottom, for example.

Some of practitioners recommend even to apply such amount of oxalic acid as to bring down the water acidity to pH 6 which is optimum for a majority of cacti and succulents. I can't convince myself to such approach – just minimum knowledge about chemistry is enough to know that even a small amount of oxalic acid is harmful to all living organisms. In my opinion, constant application of this acid, also as an acidifying factor, would end up in fixing many chemical compounds useful for plants into unuseful salts – oxalates. The substratum, most obviously, would become impoverished. Therefore one ought to know the safety threshold with using this acid. Softened water still should have the acidity of pure water, i.e. pH 7 – this would guarantee that we would not exaggerate with the amount of the acid added. The proper acidity of water, pH 5.5-6, can be achieved in the next stage of water utilisation, by the application of sulphur or nitrogen acid to the water – best when done in spring, or phosphorus acid in the second half of the summer – it has a good effect on buds, roots and normal seeds. In the last resort we may add citric or acetic acid.

But we must not overrate this additional way of fertilizing, as too high concentration of these compounds (nitrates, sulphates, phosphates, citrates, acetates) is undesirable. Therefore very important is proper fertilising and change of soil, after 2 years, for example.

siarczany, fosforany, cytryniany, octany) ponad określoną koncentrację staje się niepożądane. Dlatego bardzo ważne jest prawidłowe nawożenie i wymiana substratu, np., co 2 lata.

**Piotr Modrakowski**  
kaktofil@vp.pl